POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

La logica delle scale Neoclassiche: proliferazioni della modellazione 3D nell'approccio HBIM | The logic of neoclassical staircases: proliferation of 3D modeling within the HBIM approach

Original
La logica delle scale Neoclassiche: proliferazioni della modellazione 3D nell'approccio HBIM | The logic of neoclassical staircases: proliferation of 3D modeling within the HBIM approach / Giovannini, E.C., Mastroianni, D.. - ELETTRONICO. - (2025), pp. 176-189. (3D Modeling & BIM Roma (IT) 17-18/04/2025).

Availability:
This version is available at: 11583/3004702 since: 2025-10-31T19:15:31Z

Publisher:
PVBLICA Sharing Knowledge

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

31 October 2026

COLLANA
3D MODELING & BIM



PROLIFERAZIONI

A CURA DI TOMMASO EMPLER,
ADRIANA CALDARONE, ALEXANDRA FUSINETTI

PVBLICA

ISBN 9788899586591

Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU
Ministero dell'Università e della Ricerca
Italiadomani
Sapienza Università di Roma

PIANO NAZIONALE RIPRESA E RESILIENZA (PNRR), INIZIATIVE EDUCATIVE TRANSNAZIONALI (TNE), PREVISTE DALLA SOTTOMISURA T4 "INIZIATIVE TRANSNAZIONALI IN MATERIA DI ISTRUZIONE", INVESTIMENTO 3.4 "DIDATTICA UNIVERSITARIA E COMPETENZE AVANZATE" DEL PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA, MISSIONE 4 "ISTRUZIONE E RICERCA" – COMPONENTE 1 "POTENZIAMENTO DELL'OFFERTA DEI SERVIZI ALL'ISTRUZIONE: DAGLI ASILI NIDO ALL'UNIVERSITÀ"

Titolo del progetto

TNE AdvancedSkills

Comunicazione e Valorizzazione del Patrimonio Culturale

Finanziamento

Finanziato dall'Unione europea- Next Generation EU,
Missione 4 Componente 1

TNE23-00080 CUP F31I24000320006

Soggetto attuatore

Dipartimento di Storia Disegno e Restauro dell'Architettura
SAPIENZA UNIVERSITA' DI ROMA
Piazza Borghese, 9
CAP *00186*

Tommaso Empler, Adriana Caldarone, Alexandra Fusinetti (a cura di)
3D Modeling & BIM 2025 - Proliferazioni
© PUBLICA, Alghero, 2025
ISBN 9788899586591
Pubblicazione Ottobre 2025

Questa pubblicazione è distribuita in modalità Open Access.

La valutazione dei contributi pubblicati è avvenuta con la modalità del double blind review da parte di referee facenti parte di un apposito comitato scientifico.

The evaluation of the published contributions was carried out through a double-blind review process by referees belonging to a dedicated scientific committee.

Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura
Sapienza Università di Roma

DIPARTIMENTO DI STORIA
DISEGNO E RESTAURO
DELL'ARCHITETTURA

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Progetto grafico: Pasquale Micelli, Silvia Ridolfi
Crediti immagine di copertina: Rinaldo D'Alessandro

PVBLICA
Dipartimenti di Architettura, Design e Urbanistica
Università degli Studi di Sassari
www.publicapress.it

CC BY NC ND

A cura di:
Tommaso Empler, Adriana Caldarone, Alexandra Fusinetti

3D MODELING & BIM

PROLIFERAZIONI

Il volume raccoglie i contributi, dei relatori e degli studiosi, pervenuti in occasione del *Workshop 3DModeling&BIM. Proliferazioni*, che si è svolto a Roma in data 17-18 aprile 2025.

Il workshop e i presenti atti rientrano tra le attività previste dal progetto "Comunicazione e valorizzazione del Patrimonio Culturale" del PNRR , Iniziative Educative Transnazionali (TNE), Missione 4, Investimento 3.4, Sottomisura T4.

This book collects contributions, of speakers and scholars, received during the *Workshop 3Dmodeling & BIM. Proliferations*, which took place in Rome on April 17th-18th 2025.

The workshop and the present proceedings are part of the activities envisaged by the project "Communication and Enhancement of Cultural Heritage" within the framework of the National Recovery and Resilience Plan (PNRR), Transnational Educational Initiatives (TNE), Mission 4, Investment 3.4, Submeasure T4.

Organizing Committee

Director
- Tommaso Empler

Scientific Coordinator 3D Modeling
- Alexandra Fusinetti

Scientific Coordinator HBIM, Data and Semantics
- Adriana Caldarone

Leonardo Baglioni
Carlo Bianchini
Michele Calvano
Andrea Casale
Emanuela Chiavoni
Elena D'Angelo
Carlo Inglese
Elena Ippoliti
Alfonso Ippolito
Marta Salvatore
Graziano Mario Valenti

Scientific Committee

- Massimo Babudri, Ordine degli Ingegneri di Roma (Italy)
- Salvatore Barba, Università degli Studi di Salerno (Italy)
- Carlo Bianchini, Sapienza Università di Roma (Italy)
- Fabio Bianconi, Università di Perugia (Italy)
- Cecilia Maria Bolognesi, Politecnico di Milano (Italy)
- Stefano Brusaporci, Università dell'Aquila (Italy)
- Adriana Caldarone, Sapienza Università di Roma (Italy)
- Michele Calvano, Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale CNR (Italy)
- Maria Grazia Cianci, Università Roma Tre (Italy)
- Enrico Cicalò, Università degli Studi di Sassari (Italy)
- Tommaso Empler, Sapienza Università di Roma (Italy)
- Marco Filippucci, Università di Perugia (Italy)

• Donatella Fiorani, Sapienza Università di Roma (Italy)
• Alexandra Fusinetti, Università degli Studi di Sassari (Italy)
• Elena Gigliarelli, Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale CNR (Italy)
• Elena Ippoliti, Sapienza Università di Roma (Italy)
• Massimiliano Lo Turco, Politecnico di Torino (Italy)
• Giovanna Massari, Università di Trento (Italy)
• Javier Nuñez, FADU - UBA (Argentina)
• Anna Osello, Politecnico di Torino (Italy)
• Ivan Paduano, Sapienza Università di Roma (Italy)
• Leonardo Paris, Sapienza Università di Roma (Italy)
• Sandro Parrinello, Università di Pavia (Italy)
• Bernardo Pérgamo, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
• Fabio Quici, Sapienza Università di Roma (Italy)
• Alberto Raimondi, Università Roma Tre (Italy)
• Manuel Ròdenas, UPCT Universidad Politécnica de Cartagena (Spain)
• Maria Laura Rossi, Sapienza Università di Roma (Italy)
• Michela Rossi, Politecnico di Milano (Italy)
• Francesco Ruperto, Sapienza Università di Roma (Italy)
• Mario Sacco, BIM Expert (Italy)
• Cettina Santagati, Università di Catania (Italy)
• Alberto Sdegno, Università degli studi di Udine (Italy)
• Graziano Mario Valenti, Sapienza Università di Roma (Italy)
• Michele Valentino, Università degli Studi di Sassari (Italy)
• Valeria Zacchei, PhD BIM Expert (Italy)

Editorial Manager

• Pasquale Micelli, Sapienza Università di Roma (Italy)

INDICE

Summary

PRESENTAZIONE 16

Introduction

Tommaso Empler

IL MODELLO 3D TRA DOCUMENTAZIONE E VALORIZZAZIONE CULTURALE 22

3D Model Between Documentation and Cultural Valorization

Alexandra Fusinetti

“L’ASCOLTO DEL TEMPO”: LA MODELLAZIONE HBIM PER LA CONSERVAZIONE E LA VALORIZZAZIONE DEL PATRIMONIO STORICO 28

“Listening to the time”: HBIM modelling for the conservation and enhancement of historical heritage

Simona Alauria, Laura Baratin

LA COMPUTER GRAFICA PER LA RAPPRESENTAZIONE 3D DEL PATRIMONIO ARCHITETTONICO 46

Computer Graphics for the 3D Representation of Architectural Heritage

Gianluca Barile

IL BIM NELL’EDILIZIA SANITARIA: RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE E STRUTTURALE DEL CORPO F DEL P.O. ONCOLOGICO A. BUSINCO DI CAGLIARI 56

BIM in healthcare construction: functional and structural redevelopment of building F at the A. Businco Oncology Hospital in Cagliari

Massimiliano Benga, Maria Antonia Russo

AI STYLE TRANSFER. UTILIZZO E CONTROLLO DI WORKFLOW NODALI PER L'ESPRESSIVITÀ DEL DISEGNO ARCHITETTONICO 66

AI Style transfer. Use and Control of Node-Based Workflows for the Expressiveness of Architectural Drawing

Fabio Bianconi, Marco Filippucci, Andrea Migliosi, Chiara Mommi

MUSE. VERSO UN DIGITAL TWIN PER LA FRUIZIONE MUSEALE 76

MUSE. Towards a Digital Twin for Museum Enjoyment

Flavia Camagni, Andrea Casale, Bruno Fanini, Elena Ippoliti, Sofia Menconero, Noemi Tomasella

FISICO–DIGITALE E RITORNO: LA MODELLAZIONE COME ATTO CELEBRATIVO DEL DESIGN ITALIANO 88

From Physical to Digital and Back: Modeling as a Tribute to Italian Design

Vittoria Castiglione

STRATEGIE DI MODELLAZIONE PARAMETRICA PER LO STUDIO DEL FORTE DI SANT'ANDREA NELLA LAGUNA DI VENEZIA 100

Parametric Modelling approaches for the study of St. Andrea Fortress in the Venetian Lagoon

Luca Chiavacci, Alberto Pettineo

STANDARDIZZAZIONE DEI MODELLI BIM 7D PER STUDI LCA: UNA METODOLOGIA BASATA SUL LIVELLO DI FABBISOGNO INFORMATIVO 114

Standardizing 7D BIM models for LCA studies: a methodology based on the Level of Information Need

Giorgia Cipriani

L'HOTEL PALACE A MERANO: IPOTESI PER UNA CONOSCENZA INTEGRATA DIGITALE 126

The Hotel Palace in Merano: insights for integrated digital knowledge

Alberto Cristofolini, Elena Bernardini, Giovanna A. Massari, Alessandro Zuanni

IL BAROCCO RITROVATO: LA RICOSTRUZIONE VIRTUALE DELLE FASI SETTECENTESCHE DELLA CATTEDRALE DI COSENZA COME STRUMENTO DI COMPRENSIONE E DIVULGAZIONE 138

The rediscovered baroque: the virtual reconstruction of the 18th-century phases of the cathedral of Cosenza as a tool for understanding and dissemination

Rinaldo D'Alessandro

DOCUMENTAZIONE E RESTAURO DELLA LOGGIA DEI VINI DI VILLA BORGHESE: IL PROCESSO HBIM 150

Documentation and restoration of the Loggia dei Vini in Villa Borghese: the HBIM process

Serena Caldarelli, Maurizio Dalena

DIGITALIZZAZIONE E MODELLAZIONE 3D PER LA VALORIZZAZIONE E LA FRUIZIONE URBANA: IL CASO DI TOLFA 164

Digitization and 3D Modeling for Urban Enhancement and Accessibility: The Case of Tolfa

Mara Gallo, Marco Canciani, Alessandro D'Accolti, Giuseppe Fioravanti

LA LOGICA DELLE SCALE NEOCLASSICHE: PROLIFERAZIONI DELLA MODELLAZIONE 3D NELL'APPROCCIO HBIM 176

The logic of neoclassical staircases: proliferation of 3D modeling within the HBIM approach

Elisabetta Caterina Giovannini, Davide Mastroianni

RICOSTRUZIONE TEMPORALE 3D DEL CASINO DI CACCIA QUATTROCENTESCO DEI MOZZONI A BISUSCHIO TRAMITE FONTI D'ARCHIVIO 190

A 3D Reconstruction of Mozzoni's Fifteenth-Century Hunting Lodge Using Archival Sources

Dina Jovanovic, Daniela Oreni

DIGITAL HUMANITIES FOR HBIM/GIS: SMART PARK FOR SMART CITY 202

Digital Humanities for HBIM/GIS: Smart Park for Smart City

Emanuela Lanzara, Alessia del Vecchio

PROPOSTA DI METODO PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELLE INFORMAZIONI IN AMBIENTE H-BIM: IL CASO DI CASTEL VISCARDO 216

A Methodological Framework for Evaluating Information Quality in H-BIM Environments: The Case Study of Castel Viscardo

Valentina Marceddu, Sara Tarola

STANDARD CATALOGRAFICI COME GUIDA DALL'ACQUISIZIONE AL BIM DEI BENI CULTURALI 228

Cataloguing standards as a guide from acquisition to BIM of cultural assets

Luca Martelli, Giulia Flenghi, Michele Russo

DIGITALIZZAZIONE E CONSERVAZIONE DI PORTA SAN PAOLO TRAMITE METODOLOGIA HBIM 244

Digitalization and conservation of Porta San Paolo through HBIM methodology

Daria Fedele, Marco Piccinini, Ludovica Prosciutti, Stefano Tognazzi

PROTOCOLLI SPERIMENTALI PER LA DIGITALIZZAZIONE DEL PATRIMONIO DIPINTO: LE TELE DELLA COLLEZIONE BARBERINI 250

Experimental Protocols for the Digitisation of Painted Heritage: The Canvases of the Barberini Collection

Alessandra Meschini, Jessica Romor, Marta Salvatore

CUMA. SPACE INFORMATION MODELLING 266

Cuma. Space information modelling

Leopoldo Repola, Giovanni Varriale, Silvia Ilacqua, Diego Di Martire, Fabio Pagano, Maria Alessandra Letizia

ACQUISIZIONI IMAGE-BASED PER UNA GESTIONE IN MODALITÀ IMMERSIVA DELLA QUARTA DIMENSIONE NEI PROCESSI BIM/HBIM 280

Image-based Acquisitions for Immersive Management of the Fourth Dimension in BIM/HBIM Processes

Maria Laura Rossi, Leonardo Paris

MUSE: IL RILIEVO DEL MOVIMENTO 290

MUSE: The survey of the movement

Danilo Avola, Gaia Maselli, Annalisa Massini, Daniele Pannone, Luca J. Senatore

H-BIM PER LA PROGETTAZIONE E LA GESTIONE DELL'EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA: UN CASO STUDIO SU UN EDIFICIO ATER A SULMONA 302

H-BIM for the Design and Management of Public Housing: A Case Study on an ATER Building in Sulmona

Alessandra Tata, Elena Pallotta

H-INFRABIM DELLE GRANDI DERIVAZIONI IDROELETTRICHE: SFIDE E OPPORTUNITÀ 314

H-InfraBIM of large hydropower diversions: challenges and opportunities

Gianvito Marino Ventura, Francesca Maria Ugliotti

BIM NELLE PUBBLICHE AMMINISTRAZIONI: UNA BARRIERA O UN CATALIZZATORE PER LA DIGITALIZZAZIONE? 328

BIM in Public Administrations: A Barrier or a Catalyst for Digitalization?

Michele Zucco, Matteo Del Giudice, Mariapaola Vozzola

RICOSTRUZIONE 3D DA VIDEO MONOCULARI E A 360° A BASSA RISOLUZIONE IN SITI DEL PATRIMONIO CULTURALE CON L'IA 340

3D Reconstruction from Low-Resolution Monocular and 360° Video in Cultural Heritage Sites with AI

Francesca Condorelli

APPROCCIO SCAN-TO-BIM INTEGRATO CON PROCESSI DI DECOSTRUZIONE GEOMETRICA 352

ScanToBIM approach integrated by geometric deconstruction processes

Riccardo Tavolare, Valeria Cera

APPROCCI MULTISCALARI E METODOLOGIE HBIM PER LA CONOSCENZA SUL PATRIMONIO MINORE STORICO E MODERNO 364

Multiscalar approaches and HBIM methodologies for the knowledge on historic and modern minor heritage

Raffaele Pontrandolfi, Antonio Bixio

PROCEDURE HBIM PER IL RILIEVO DI VILLA FLORIO MASERI A PERSEREANO 380

HBIM Procedure for the Survey of Villa Florio Maseri in Persereano

Alberto Sdegno, Ferdinand Rexhaj

LA LOGICA DELLE SCALE NEOCLASSICHE: PROLIFERAZIONI DELLA MODELLAZIONE 3D NELL'APPROCCIO HBIM

The logic of neoclassical staircases: proliferation of 3D modeling within the HBIM approach.

Authors

Elisabetta Caterina Giovannini[1], Davide Mastroianni[2]

[1] Department of Architecture and Design - DAD, Politecnico di Torino

[2] Co.R.In.Te.A. Soc.Coop - Cooperativa per la Ricerca delle Innovazioni Tecnologiche in Agricoltura

Email

elisabettacaterina.giovannini@polito.it
davide.mastroianni.1997@gmail.com

Keywords

3D DATA ACQUISITION AND DIGITISATION
HBIM PROCESSES
AS-BUILT MODELLING
3D MODELLING
STAIRS

Abstract

Il contributo affronta il tema della modellazione tridimensionale dello scalone monumentale neoclassico progettato dall'architetto Giuseppe Maria Talucchi nel 1824 per l'ex Collegio dei Nobili a Torino. La restituzione in ambiente *HBIM* ha visto la proliferazione di metodi e strumenti di modellazione numerica e parametrica a supporto della rappresentazione informativa.

The paper addresses the issue of three-dimensional modelling of the monumental neoclassical staircase designed by architect Giuseppe Maria Talucchi in 1824 for the former Collegio dei Nobili in Turin. The development of the HBIM model has led to the proliferation of numerical and parametric modelling methods, combined with tools that support informative representation.

Introduzione

Le scale neoclassiche e gli ordini architettonici classici rappresentano una rilevante rielaborazione dei principi dell'architettura dell'antichità, fondata su concetti di armonia, proporzione ed eleganza formale. Gli ordini classici, dorico, ionico e corinzio, sviluppatisi nell'antica Grecia, costituiscono il nucleo teorico e compositivo dell'architettura neoclassica, affermatasi alla fine del XVIII secolo in contrapposizione agli stili decorativi e dinamici del Barocco e del Rococò. Tale corrente si distingue per una ricerca di sobrietà formale e monumentalità, esprimendo al contempo una tensione verso i valori razionali e ideali dell'Illuminismo, che esaltano la bellezza come espressione di ordine e misura.

In questo contesto, le scale neoclassiche assumono un ruolo centrale nella composizione architettonica, configurandosi come elementi di grande impatto visivo e simbolico. Caratterizzate da un'impostazione maestosa e da una cura meticolosa del dettaglio, esse si presentano spesso come fulcro dell'impianto distributivo e scenografico. L'impiego di materiali pregiati, come il marmo, non solo ne accresce il valore estetico, ma rafforza il legame con l'ideale di magnificenza e razionalità che permea l'intero linguaggio neoclassico, in cui l'apparato formale è sempre orientato a una sintesi tra funzionalità e bellezza.

Le scale neoclassiche presentano inoltre, da un punto di vista non solo strutturale ma anche stilistico e decorativo, una consolidata struttura semantica e proporzionale che mira a organizzarne le parti e a metterle in relazione con il tutto.

Oltre alle rampe (Fig. 1), generalmente sorrette da archi rampanti, i pianerottoli intermedi sono spesso sormontati da complesse soluzioni voltate a vela. Le balaustre sono solitamente tornite, con forme eleganti e slanciate (Fig. 2). I montanti iniziali (cioè quelli posti all'inizio della balaustra) sono più massicci e sormontati da urnette, pigne, sfere o elementi classici. La loro funzione compositiva consiste nel definire l'ingresso alla scala e/o ai pianerottoli, dando senso di stabilità e solennità. Nel caso siano sormontati da colonne, ne diventano i pilastri.

All'interno del contributo viene illustrato un *workflow* per la creazione del modello *HBIM as-built* di uno scalone monumentale neoclassico, elemento di collegamento verticale presente all'interno del Museo Egizio di Torino.

Il processo di realizzazione del modello 3D digitale ha tenuto conto di alcuni step propedeutici alla conoscenza dell'oggetto di studio, l'analisi delle sue componenti architettoniche e la relativa scomposizione semantica vincolata alla modellazione in ambiente *BIM* (Fig.3).

Lo Scalone Talucchi

Lo Scalone monumentale oggetto di studio risale al 1824 e si trova ancora oggi presso il Collegio dei Nobili a Torino. La sua storia è indissolubilmente legata al Museo Egizio e alla sua fondazione. Nel 1820 l'Archeologo Bernardino Drovetti aveva avuto la necessità di vendere la propria collezione privata di antichità egizie composta da circa 8.000 pezzi con lo scopo di rientrare delle ingenti spese sostenute per le sue ricerche archeologiche in Egitto e Nubia.

Fu l'allora Re di Sardegna Carlo Felice di Savoia ad acquistare l'intera collezione per un totale di 400.000 lire. Il suo scopo era quello di istituire un museo a Torino. Rimane traccia di questa operazione grazie a un atto notarile del gennaio 1824 [3].

Introduction

Neoclassical staircases and classical architectural orders represent a significant reworking of the principles of ancient architecture, grounded in concepts of harmony, proportion, and formal elegance. The classical orders, Doric, Ionic and Corinthian, developed in ancient Greece, form the theoretical and compositional core of neoclassical architecture, which emerged at the end of the 18th century in contrast to the decorative and dynamic styles of the Baroque and Rococo periods. This movement is characterised by a pursuit of formal sobriety and monumentality while simultaneously expressing a tension towards the rational and ideal values of the Enlightenment, which exalts beauty as an expression of order and measure.

In this context, neoclassical staircases play a central role in architectural composition, becoming significant elements of visual and symbolic impact. Characterised by a majestic layout and careful attention to detail, they often act as the fulcrum of the distributive and scenographic layout. The use of precious materials, such as marble, not only enhances their aesthetic value but also reinforces the connection with the ideals of magnificence and rationality that permeate the entire neoclassical language, in which the formal apparatus is always directed towards a synthesis of functionality and beauty.

From a structural, stylistic and decorative point of view, neoclassical staircases also feature a well-established semantic and proportional structure that aims to organise the various parts and relate them to the whole.

In addition to the ramps (Fig. 1), which are typically supported by flying buttresses, the intermediate landings are often adorned with intricate vaulted solutions. The balustrades are generally turned, featuring elegant and slender shapes (Fig. 2). The initial uprights (i.e. those at the start of the balustrade) are more substantial. They are topped with urns, pine cones, spheres, or classical elements. Their compositional role is to define the entrance to the staircase and/or landings, giving a sense of stability and solemnity. If they are topped with columns, they become their pedestals.

This article illustrates a workflow for creating an as-built HBIM model of a monumental neoclassical staircase, a vertical

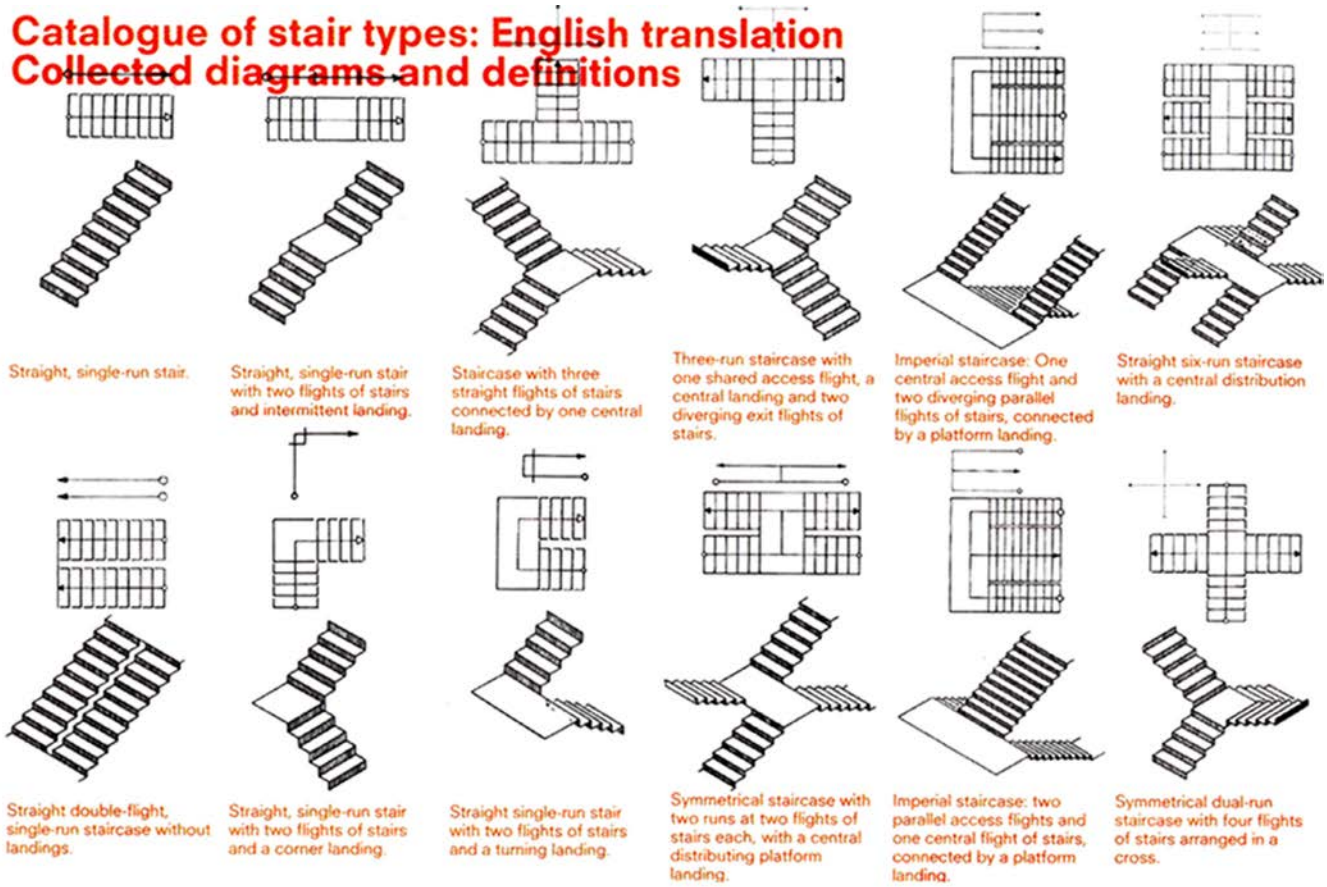


Fig. 1: Parte della codifica dei tipi di rampe proposta da Mielke F. [1].

Fig. 1: Part of the catalogue of stair types proposed by Mielke F. [1].

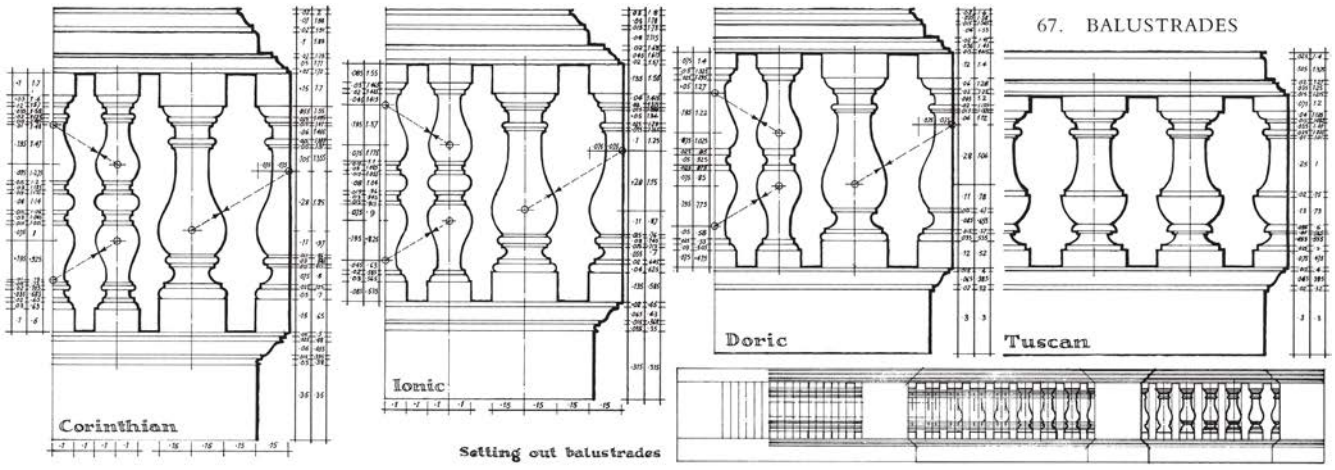


Fig. 2: 67.Balustrades, dettaglio e analisi proporzionale degli elementi proposata da Chitam R. [2].

Fig. 2: 67.Balustrades, Proportional analysis and details of balustrades elements proposed by Chitam R. [2].

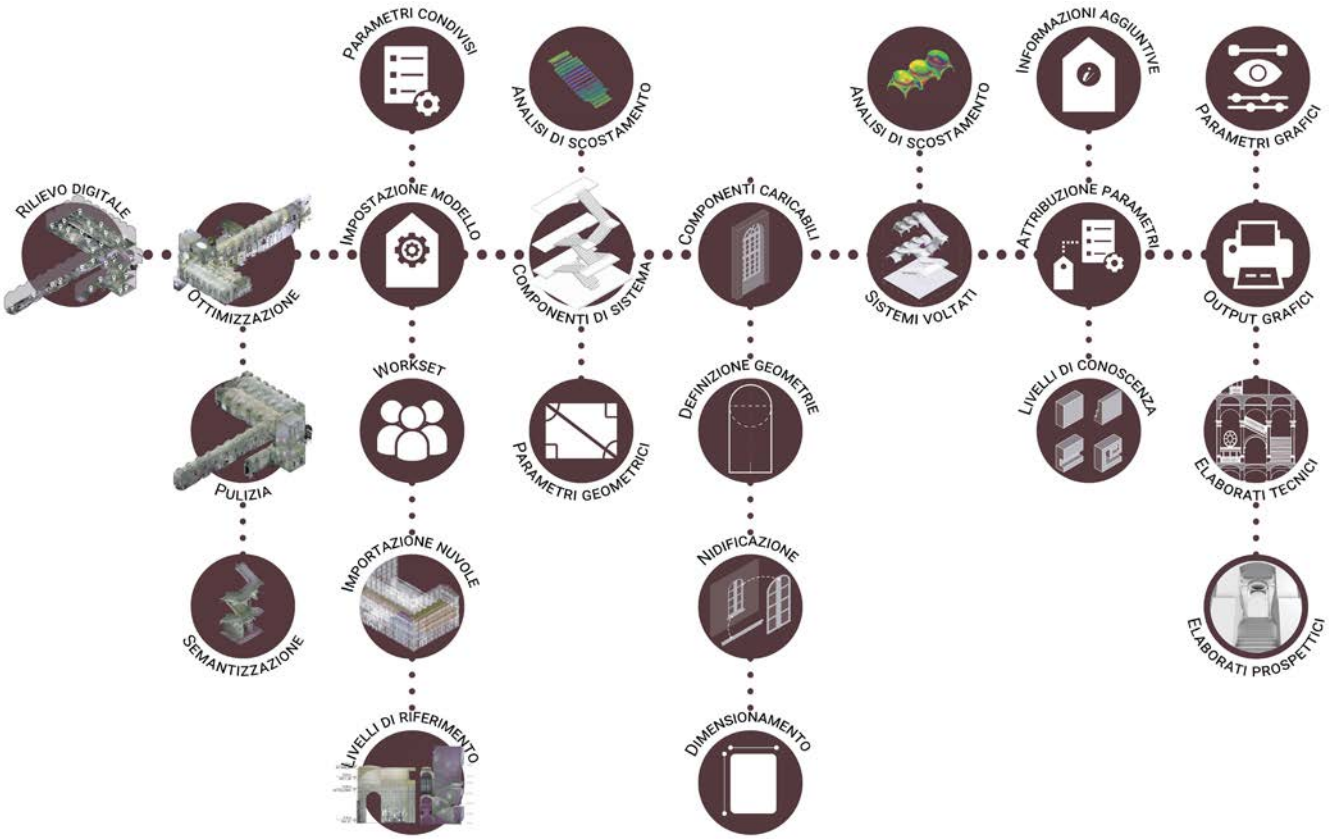


Fig. 3: Workflow di modellazione as-built dello Scalone Talucchi (D. Mastroianni).

Fig. 3: Workflow for the as-built modelling of the Talucchi Staircase in Turin (D. Mastroianni).

In quell'occasione Giulio Cordero di San Quintino venne incaricato dall'Accademia Reale non solo di occuparsi del trasporto dei reperti, ma anche di organizzare e catalogare la collezione e di trovarne una collocazione ideale: l'ex Collegio dei Nobili.

Il Collegio dei Nobili, costruito dall'ingegnere Michelangelo Garove (1648-1713), era nato su proposta dell'ordine dei Gesuiti (1678) per educare i giovani rampolli dell'aristocrazia piemontese.

Soppresso l'ordine dei Gesuiti (1773), già a partire dal 1783 parte dell'edificio era stata destinata alla Comunità delle Scienze di Torino [4].

Su decisione di Cordero di San Quintino, la parte sinistra del complesso viene quindi riservata all'Accademia delle Scienze mentre la parte destra viene destinata ad ospitare il Museo Egizio. Il cambio di destinazione d'uso richiedeva diversi ammodernamenti e fu proprio l'architetto Giuseppe Maria Talucchi ad essere incaricato di adeguare gli interni dell'edificio per trasformarlo in un museo. Tra i vari interventi, si inserisce il progetto per lo Scalone d'Onore (Figg. 4, 5).

La gestione condivisa della dimensione 3D

L'attività di modellazione geometrico-informativa dello scalone monumentale si inserisce all'interno di un contesto più ampio, nato dalla collaborazione tra Dipartimento di Architettura e Design DAD del Politecnico di Torino e la Fondazione Museo delle Antichità Egizie di Torino [8][9].

Nel 2022 la Fondazione Compagnia di San Paolo, nell'ambito della pluriennale collaborazione istituzionale con la Fondazione Museo delle Antichità Egizie di Torino, ha indetto un concorso di progettazione

connecting element within the Egyptian Museum in Turin. The process of developing the digital 3D model involved several preparatory steps to comprehend the object of study, analyse its architectural components, and decompose it semantically for modelling in a BIM environment (Fig. 3).

The Talucchi Staircase

The monumental staircase under study dates back to 1824 and remains in place today at the former Collegio dei Nobili in Turin. Its history is inextricably linked to the Egyptian Museum and its foundation. In 1820, archaeologist Bernardino Drovetti needed to sell his private collection of Egyptian antiquities, comprising approximately 8,000 pieces, to recoup the considerable expenses incurred for his archaeological research in Egypt and Nubia. It was Carlo Felice of Savoy, the King of Sardinia, who purchased the entire collection for a total of 400,000 lire. He aimed to establish a museum in Turin. Traces of this transaction remain thanks to a notarial deed dated January 1824 [3]. On that

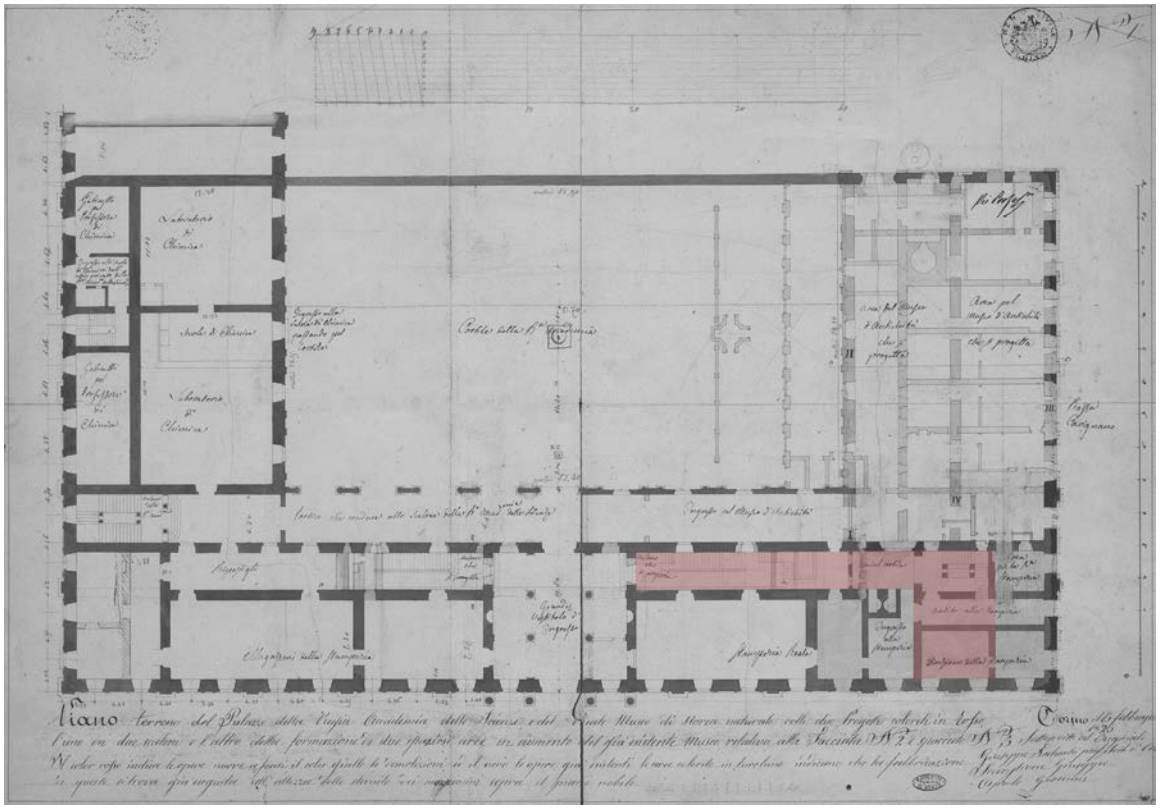


Fig. 4: ASTo, Sezioni Riunite, Carte topografiche e disegni, Ministero dei Lavori pubblici, Tipi genio civile, Torino, Palazzo della Regia Accademia delle Scienze, mazzo 8, 18178.

Fig. 4: ASTo, Sezioni Riunite, Carte topografiche e disegni, Ministero dei Lavori pubblici, Tipi genio civile, Torino, Palazzo della Regia Accademia delle Scienze, mazzo 8, 18178.

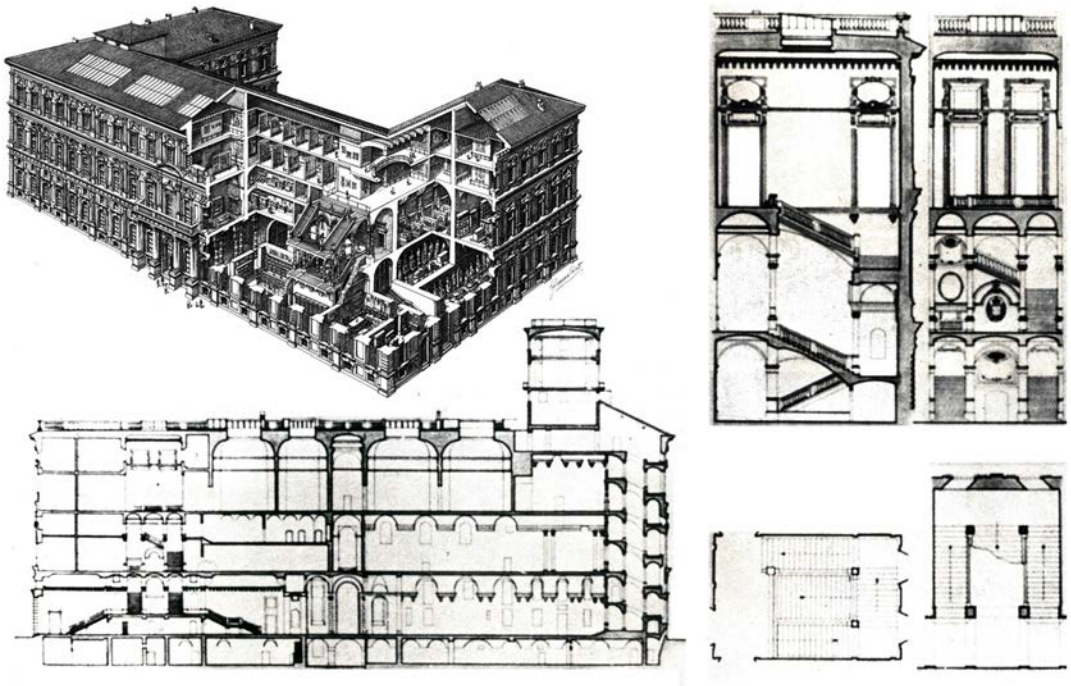


Fig. 5: Disegni di Talucchi per lo scalone d'Onore [5,6]. In alto a sx spaccato assonometrico sullo scalone dell'ex Collegio dei Nobili [7].

Fig. 5: Talucchi's drawings for the Grand Staircase [5,6]. on the top-left axonometric view representing the Stircase within the right wing of the former Collegio dei Nobili [7].

internazionale per consentire l'ampliamento e il rinnovamento della corte interna del Palazzo del Collegio dei Nobili e la conseguente riorganizzazione degli spazi in vista delle celebrazioni del bicentenario del Museo Egizio nel 2024. In quell'occasione, il DAD è stato incaricato di sviluppare un modello *BIM* prodromico al progetto di copertura del cortile del Palazzo. Il modello, scaricabile dalla piattaforma del bando [10] comprende la modellazione dell'involucro esterno (facciate esterne e interne) a partire da dati di rilievo integrato [11].

Come avvenuto in precedenza, per la modellazione delle singole porzioni di facciate, si è fatto uso di un modello centrale condiviso, che permette di gestire e implementare il modello in maniera collaborativa.

Integrazione delle acquisizioni metriche

La rete di inquadramento topografico precedentemente definita era composta da 11 punti misurati con strumentazione GNSS, con coordinate globali WGS84 e sistema di coordinate spaziali UTM32N36. Una volta definita la rete, sono stati inseriti ulteriori marker e punti in posizioni note da utilizzare come ancoraggi per la stazione totale in modo da definire uno schema poligonale di acquisizione.

L'acquisizione integrata delle facciate esterne è stata effettuata utilizzando un TLS Riegl VZ-400i e una fotocamera Nikon D800. Per gli ambienti interni e il cortile sono stati utilizzati un Leica RTC360 e una fotocamera Sony ILCE-7RM3. Per l'acquisizione delle immagini aeree, nadirali e oblique di coperture ed elementi di facciata posti più in alto è stato usato un drone ANAFI Thermal, dotato di fotocamera HD [12].

L'attività di modellazione dello Scalone Talucchi si inserisce come ulteriore layer 3D di collegamento verticale interno. L'utilizzo di un modello condiviso ha permesso di integrare i nuovi dati di acquisizione digitale con i dati precedentemente acquisiti.

Anche in questo caso l'acquisizione ha integrato dati laser (Leica RTC360), con scansioni impostate a media risoluzione, 6 mm a 10 m e dati fotogrammetrici (Sony ILCE-6000, Canon EOS 650D) utilizzando marker-points per l'allineamento.

L'acquisizione fotogrammetrica ha sfruttato al meglio la luce naturale proveniente dalle aperture ed è stata effettuata in maniera discendente a partire dal livello più alto. Particolare attenzione è stata posta nel fotografare gli apparati decorativi, le alzate dei gradini, la pavimentazione dei pianerottoli e i sistemi voltati. Per avere una maggiore documentazione fotografica sono state acquisite anche immagini sferiche utilizzando una Ista360 x3. Per limitare le interferenze tra le tre attività di acquisizione, l'acquisizione laser è stata effettuata in maniera ascendente.

Analisi semantica per la gestione informativa e geometrica dello Scalone Talucchi

Dal punto di vista semantico si sono identificati in primis gli elementi principali che caratterizzano l'elemento di connessione principale. Analizzando i principi propri dei modellatori *BIM*, si sono quindi considerati i livelli principali e gli interpiani entro i quali si collocano gli elementi principali delle scale: interpiani e rampe (Fig. 6). Per organizzare la struttura si è fatto riferimento al Level of Element (LoE) [13].

Le rampe (LoE_I) si innestano tra due livelli (LoE_0) e comprendono pianerottoli intermedi con ringhiere poste su archi rampanti, mentre

occasion, Giulio Cordero di San Quintino was commissioned by the Royal Academy not only to supervise the transport of the artefacts but also to organise and catalogue the collection and find an ideal location for it: the former Collegio dei Nobili. The Collegio dei Nobili, designed by engineer Michelangelo Garove (1648-1713), was established on the proposal of the Jesuit order in 1678 to educate the young aristocrats of Piedmont. When the Jesuit order was suppressed in 1773, part of the building had already been allocated to the Turin Science Community since 1783 [4]. Following the initiative of Cordero di San Quintino, the left side of the complex was reserved for the Academy of Sciences.

In contrast, the right side was allocated to the Egyptian Museum. The change of use required various modernisations, and the architect Giuseppe Maria Talucchi was commissioned to adapt the building's interior to transform it into a museum. Among the multiple interventions was a project for the Grand Staircase, also known as the Talucchi Staircase (Figs. 4, 5).

A shared framework for the management of the 3D dimension

The geometric and informative modelling of the monumental staircase was part of a broader project, arising from the collaboration between the Department of Architecture and Design (DAD) of the Polytechnic University of Turin and the Fondazione Museo delle Antichità Egizie in Turin [8][9].

In 2022, as part of its long-standing institutional collaboration with the Fondazione Museo delle Antichità Egizie in Turin, the Compagnia di San Paolo Foundation launched an international design competition to facilitate the expansion and renovation of the internal courtyard of the former Collegio dei Nobili, alongside the subsequent reorganisation of the spaces in preparation for the bicentenary celebrations of the Egyptian Museum in 2024. On that occasion, DAD was commissioned to develop an HBIM model to serve as a guide for the design project competition for the building's courtyard roofing. The HBIM model, which can be downloaded from the competition's online platform [10], includes models of the external envelope (both external and internal facades) based on integrated survey data [11].

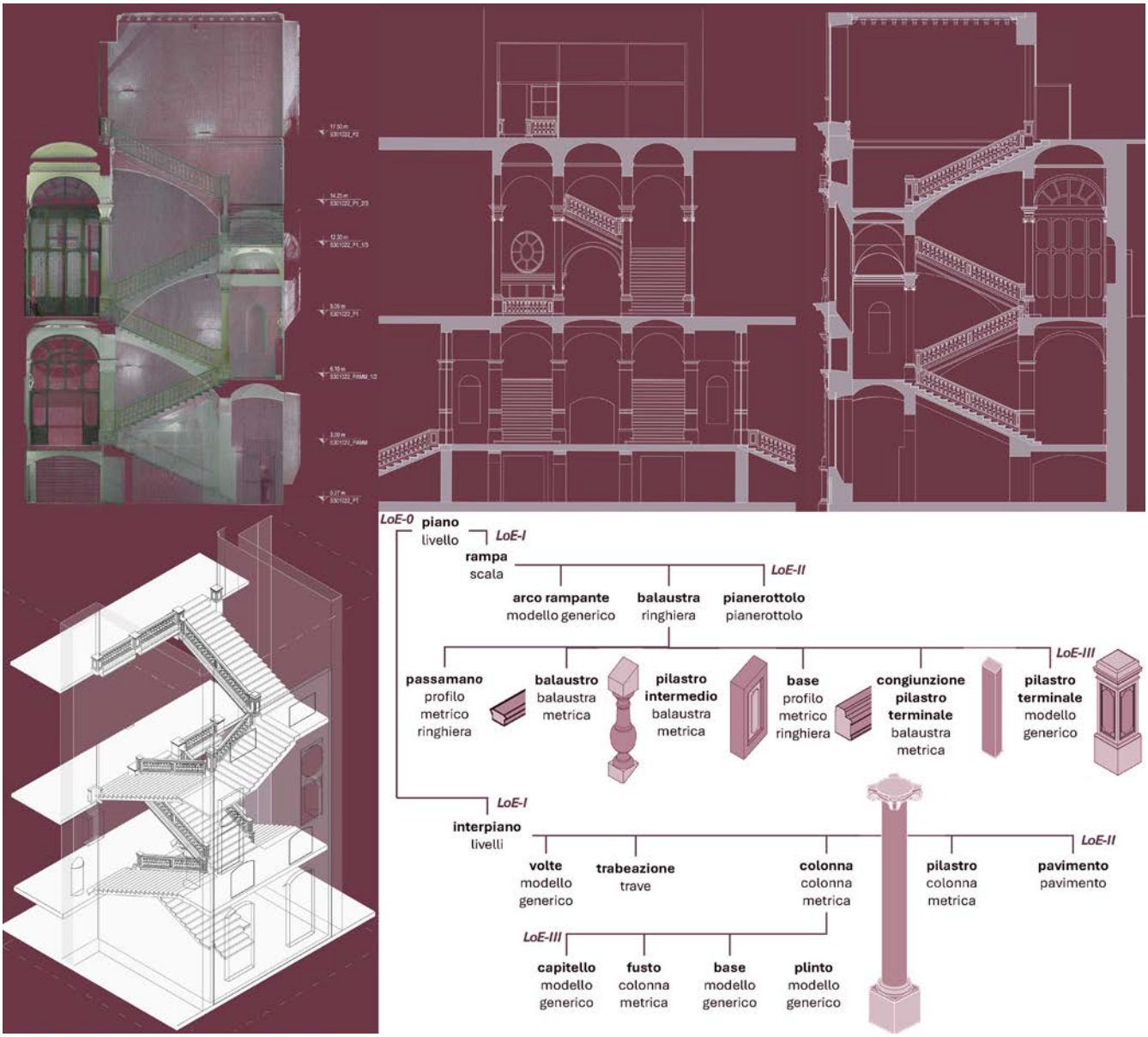


Fig. 6: Sezione con nuvola di punti e livelli, ridisegno di sezione longitudinale e trasversale dello scalone Talucchi. In basso, modello HBIM di rampe e balaustre con scomposizione semantica degli elementi architettonici dello scalone d'onore e relativa corrispondenza con oggetti HBIM (E.C. Giovannini & D. Mastoianni)

Fig. 6: Point cloud section with levels, longitudinal and transversal sections of the Talucchi staircase. At the bottom, the HBIM model of ramps and railings with the semantic analysis of architectural elements of the grand staircase and their correspondence with HBIM objects (E.C. Giovannini & D. Mastoianni).

per quanto riguarda gli interpiani principali (LoE_I) che danno accesso ai piani, questi si caratterizzano per l'altezza presentando un volume tripartito con un sistema di copertura a tre volte (LoE_II), la cui composizione viene proposta secondo tre configurazioni diverse, combinando volte a vela ad imposta quadrata e rettangolare con tamburo sormontato da una piccola cupola ribassata.

Per quanto riguarda il corpo centrale si è cercato di seguire la logica offerta dall'applicativo *BIM* andando a definire i singoli elementi che compongono la 'balaustra' (LoE_III). Ovviamente la modellazione as-built ha imposto, per esempio, di separare le rampe a causa della difformità dei gradini e delle relative alzate. Ha inoltre portato alla definizione di diversi profili metrici (LoE_III) per il corrente superiore e quello inferiore (base) all'interno dei quali sono stati inseriti profili

Additionally, a shared central model was used to integrate a new model into the previously developed facades. The use of a central model simplifies collaborative management and further integration of the 3D modeling processes.

Integrated digital acquisition

The previously defined topographic reference network consisted of 11 points, measured using GNSS instruments, with global coordinates in WGS84 and a spatial

delle singole modanature (LoE_IV). Gli elementi verticali integrati nella componente scala sono il balaustro e il montante centrale; al posto dei montanti verticali alle estremità si è deciso di creare una congiunzione con il pilastro terminale, che si è prodotto attraverso un modello generico. Sopra quest'ultimo si trovano le colonne o le lesene (LoE_II) che portano la trabeazione su cui si impostano i sistemi voltati.

Modellazione dell'elemento verticale

L'elemento scala, nell'ambito del *Building Information Modeling* (*BIM*) è sicuramente uno degli elementi architettonici più caratteristici.

La sua complessità può essere infatti semplificata grazie alla modellazione parametrica, che nell'ambito del settore delle costruzioni, utilizza componenti 'intelligenti' e adattivi in base al contesto in cui vengono creati (altezza, larghezza, numero di gradini, inclinazione) [14, 15].

Utilizzando il vocabolario del *software* la scala è una delle 'famiglie' nidificate più complesse che raccoglie al proprio interno una serie di sub-elementi, essi stessi parametrici che concorrono alla proliferazione di parametri dimensionali relazionati tra loro.

Se da un lato la relazione tra parametro e dimensione dei singoli elementi rappresenta un avanzamento nell'ottica di una modellazione speditiva, dall'altro rappresenta un limite quando si parla di *Building Information Modeling* applicato al patrimonio costruito (*HBIM*). È proprio all'interno del rapporto con la realtà (*LOD400*) che il *BIM* si scontra con i limiti di una over-semplificazione semantica delle sue componenti [16].

La complessità dello scalone monumentale risiede non solo nelle caratteristiche classiche delle forme dei suoi elementi e nelle rampe su volte rampanti, ma anche nella complessità delle soluzioni di copertura adottate dall'architetto per i pianerottoli di arrivo e di riposo che includono sistemi voltati complessi [17] (Fig. 7).

Rampe

La modellazione delle rampe dello Scalone Talucchi ha richiesto un approccio puntuale e personalizzato. Ogni rampa è stata realizzata in ambiente *BIM* come famiglia di sistema indipendente ("scala gettata in opera"), in quanto le differenze morfologiche rilevate tramite nuvola di punti — in particolare nelle alzate, nelle pedate e nell'inclinazione — rendevano inapplicabile una logica unitaria. La costruzione si è basata sul riconoscimento diretto delle alzate nella nuvola, che ha guidato la definizione delle geometrie reali, le quali sono poi state confrontate con quelle digitali attraverso Cloud Compare. Tale processo ha permesso di attribuire a ciascuna rampa un Level of Accuracy (LoA) pari a 30, verificando uno scostamento medio massimo inferiore a 1,4 cm.

Ringhiere

L'elemento ringhiera, che si ripete con variazioni su ogni tratto dello scalone, è stato definito tramite una famiglia di sistema personalizzata e composta da otto famiglie caricabili. I principali componenti includono: profili dei corrimano (superiore e inferiore), montanti verticali centrali, iniziali e finali, e tre elementi aggiuntivi per le estremità, collocati manualmente. Ogni famiglia è stata modellata con metodi parametrici (estrusione o rivoluzione) e presenta parametri di istanza quali angoli di taglio, altezza e posizione dei blocchi. Questo approccio ha garantito una corretta adattabilità alle differenti geometrie di appoggio e inclinazione delle rampe e ha consentito un alto grado di fedeltà nella restituzione dei dettagli decorativi.

coordinate system of UTM32N36. Once the network was established, additional markers and several points at known positions were included and used as anchor elements for the total station, establishing a polygonal pattern.

The integrated acquisition of the external facades was carried out using a Riegl VZ-400i TLS and a Nikon D800 camera. A Leica RTC360 and a Sony ILCE-7RM3 camera were used for the interior and courtyard. An ANAFI Thermal drone equipped with an HD camera was used to acquire aerial, nadir and oblique images of roofs and higher facade elements [12].

The HBIM model of the Talucchi staircase was added as an additional 3D layer representing the internal vertical connection. The use of a shared model enabled the integration of new digital acquisition data with previously acquired data.

In this case, the acquisition integrated laser data (Leica RTC360), with scans set at medium resolution, 6 mm at 10 m, and photogrammetric data (Sony ILCE-6000, Canon EOS 650D) using marker points for a better alignment.

The photogrammetric acquisition made the most of the natural light coming through the openings and was carried out in a descending manner, starting from the highest level. Particular attention was paid to photographing the decorative elements, the risers of the steps, the flooring of the landings and the vaulted systems. To obtain more photographic documentation, spherical images were also acquired using an Insta360 x3.

To minimise interference between the three diverse acquisition activities, the laser scanning acquisition was conducted in an ascending manner.

Semantic analysis for the geometrical and informative management of the Talucchi Staircase

From a semantic perspective, the defining characteristics of the primary structural element were first identified. Based on BIM modeling principles, attention was then directed to the primary levels and landings, which contain the key components of the staircase, including intermediate landings and ramps (Fig. 6). To structure the analysis, the Level of Element (LoE) [13] was used as a reference.

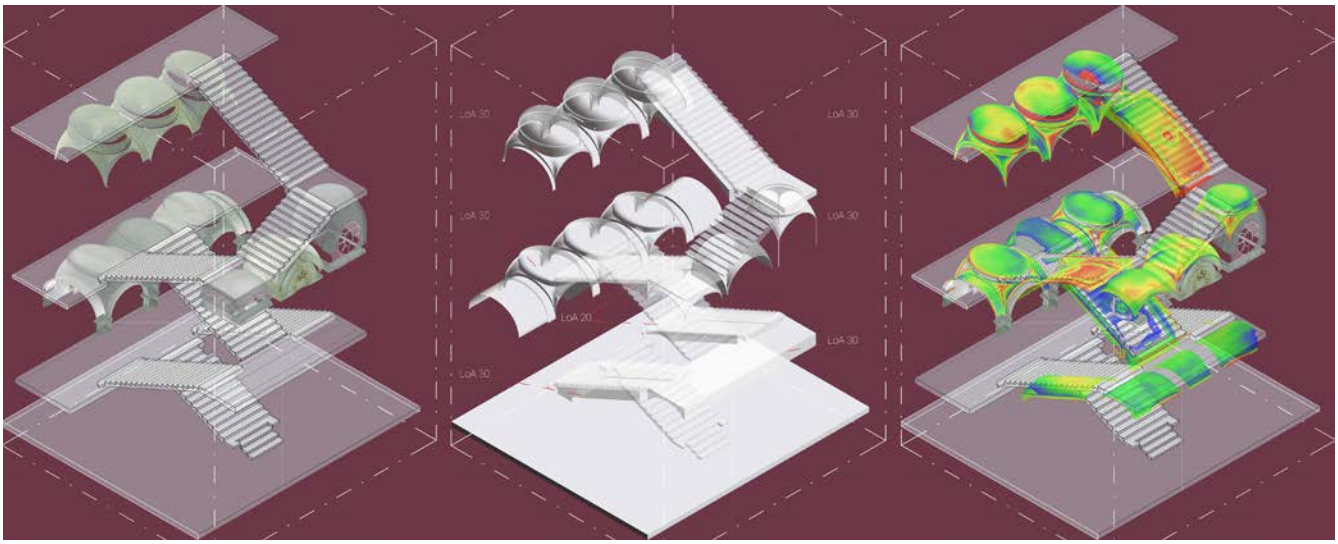


Fig. 7: Modelli 3D numerici dei sistemi voltati integrati alla modellazione HBIM e analisi LoA (D. Mastroianni).

Fig. 7: Numerical 3D models of vaulted systems integrated into HBIM modelling and LoA analysis (D. Mastoianni).

Volte

Particolare attenzione è stata rivolta alla modellazione delle volte, suddivise in due categorie: volte a botte, archi rampanti di supporto alle rampe e sistemi complessi a tre volte presenti in corrispondenza dei pianerottoli. Le prime sono state realizzate tramite famiglie adattive in ambiente *BIM*, costruite come vuoti geometrici da sottrarre ai solai. La sequenza operativa ha previsto: posizionamento dei punti di riferimento, creazione del profilo di estrusione mediante archi parametrici e generazione del solido sottrattivo tramite il comando "crea forma vuota".

I sistemi a tre volte sono stati invece modellati secondo una logica geometrica descrittiva e matematica. Sono stati individuati tre schemi principali, ciascuno con specifiche relazioni tra volte a vela, crociere e cupole ellittiche ribassate, generati su basi rettangolari o quadrate con archi policentrici. Le famiglie sono state importate come oggetti parametrici, permettendo la gestione indipendente di tamburi, imposte e curvature. Anche in questo caso, la geometria non è stata rica*lca*ta direttamente dalla nuvola, bensì restituita attraverso un processo critico di interpretazione e sintesi geometrica, garantendo una maggiore coerenza strutturale e semantica all'interno del modello *HBIM*.

Conclusioni

Lo studio sviluppa una porzione del modello digitale del Museo Egizio di Torino (Fig. 8), concentrandosi sullo Scalone d'Onore di Talucchi. L'analisi approfondisce le tecniche *HBIM* per la restituzione informativa, seguendo un processo che inizia con l'ottimizzazione delle nuvole di punti, prosegue con l'importazione in ambiente *BIM* e culmina nella modellazione degli elementi architettonici semanticamente organizzati. L'uso di metodologie matematiche e parametriche ha permesso di ottenere oggetti geometricamente fedeli alla nuvola di punti, garantendo un alto livello di accuratezza nella restituzione digitale.

Il *workflow* adottato consente una lettura chiara degli elementi in viste tematiche specifiche, migliorando l'organizzazione e la gestione delle informazioni.

The ramps (LoE_I) connect two levels (LoE_0) and include intermediate landings, with railings supported by flying buttresses. The main inter-floor landings (LoE_I), which provide access to the building's floors, are distinguished by their height and consist of a three-part volume topped with a three-vaulted roof system (LoE_II). This roof design is shown in three different configurations, combining square and rectangular vaults with a drum supported by a small, lowered dome.

For the central body, the approach followed the logic provided by the BIM application, starting with the definition of the individual elements that form the "balustrade" (LoE_III). In the as-built model, it was necessary to separate the ramps to account for variations in the shapes of steps and risers. This process also required defining distinct metric profiles (LoE_III) for the upper rail and the base rail within which profiles of the individual mouldings (LoE_IV) were inserted. Within the staircase component, the vertical elements include the balustrade and the central upright. Instead of using vertical uprights at the ends, a connection was created directly to the end pillar, modeled as a generic element. Above this pillar are columns or pilasters (LoE_II) that support the entablature, upon which the vaulted systems rest.

Integrated HBIM and 3D modeling

The stairs are undoubtedly one of the most characteristic architectural

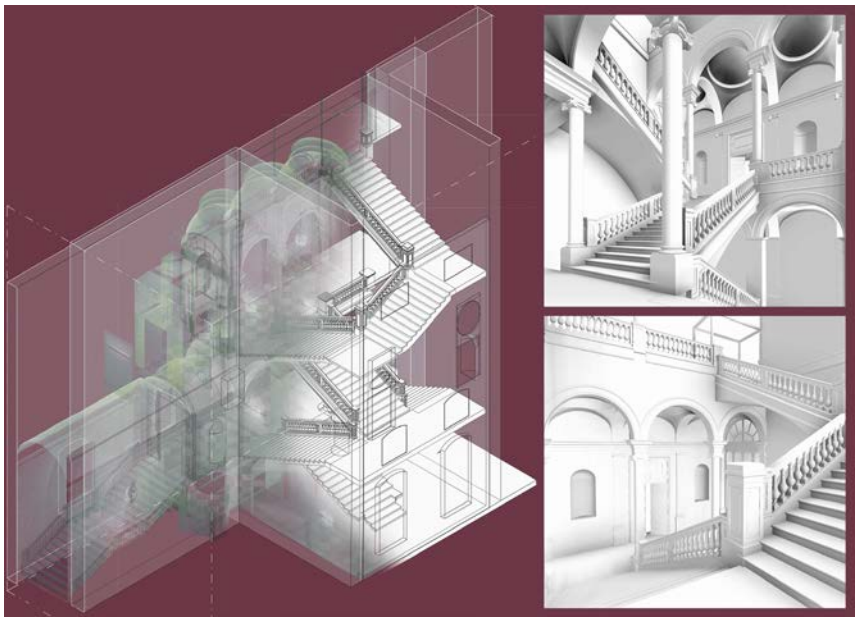


Fig. 8: Modello HBIM dello Scalone Talucchi sovrapposto alla nuvola di punti ottenuta dalla fase di acquisizione digitale. A destra due viste prospettiche del modello HBIM(D. Mastroianni).

Fig. 8: HBIM model of the Talucchi staircase superimposed on the point cloud obtained from the digital acquisition phase. On the right, two perspective views of the HBIM model (D. Mastroianni).

La proliferazione di famiglie nidificate all'interno di un modello *HBIM* consente di creare un modello che rappresenta fedelmente il patrimonio costruito, riuscendo a cogliere le caratteristiche principali delle strutture storiche a matrice neoclassica.

Questo approccio offre enormi vantaggi in termini di gestione della complessità e ottimizzazione del modello per il restauro e la conservazione. In questo modo, i modelli *HBIM* si avvicinano il più possibile alla realtà, supportando non solo il design e la progettazione, ma anche la preservazione e l'evoluzione del patrimonio costruito nel tempo.

Ringraziamenti

Parte del presente contributo è stata svolta durante la stesura della Tesi di Laurea Magistrale in Architettura per il Patrimonio condotta dal Dott. Davide Mastroianni. La tesi ha avuto un team interdisplinare e interdipartimentale di relatori e correlatori: Elisabetta C. Giovannini, Dott. Jacopo Bono (Dipartimento di Architettura e Design - DAD) e Ing. Nives Grasso (Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture - DIATI). L'attività rientra all'interno della collaborazione tra Fondazione Museo delle Antichità Egizie di Torino e Politecnico di Torino coordinata dal Prof. Massimiliano Lo Turco (DAD) e Prof. Marco Piras (DIATI).

Sebbene il contributo derivi da un'elaborazione congiunta, ciascun paragrafo è stato approfondito individualmente dai singoli autori. E.C. Giovannini è autrice dei paragrafi 1, 3 e 5. D. Mastroianni è autore dei paragrafi 2, 4 e 6. Le conclusioni sono state scritte congiuntamente.

components in Building Information Modelling (BIM). Their complexity can be simplified thanks to parametric modelling, which, in the construction industry, uses "intelligent" components that adapt to the context in which they are created (height, width, number of steps, inclination) [14, 15].

Using the software vocabulary, the staircase is one of the most complex nested families, comprising a series of sub-elements (families) that are themselves parametric and contribute to the proliferation of interrelated dimensional parameters.

While the relationship between parameters and the dimensions of individual elements represents a step forward in terms of expeditious modelling, it also represents a limitation when it comes to Building Information Modelling applied to the built heritage (HBIM). It is precisely in its relationship with reality (LOD400) that BIM encounters the limitations of semantic oversimplification in its components [16].

The complexity of the monumental staircase lies not only in the classic characteristics of its elements' shapes and the ramps on rampant vaults, but also in the architect's intricate roofing solutions for the landing and rest areas, which incorporate complex vaulted systems [17] (Fig. 7).

Ramps

Modelling the ramps of the Talucchi staircase required a precise and customised approach. Each ramp was created in BIM environment as an independent system family (cast-in-place staircase), as the morphological differences detected using point clouds — particularly in the risers, treads and inclination — made a uniform approach impossible.

The construction was based on the direct recognition of the steps in the cloud, which guided the definition of the physical geometries. These were then compared with the digital ones using Cloud Compare. This process enabled the assignment of a Level of Accuracy (LoA) of 30 to each ramp, verifying a maximum average deviation of less than 1.4 cm.

Railings

The railing element, which is repeated with variations on each ramp of the staircase, was defined using a customised system family consisting of eight loadable families.

The main components include: handrail profiles (upper and lower), central initial and final vertical balusters, and three additional elements for the ends, which are placed manually.

Each family has been created using parametric methods (extrusion or revolution) and has instance parameters such as cut angles, height, and block position. This approach has ensured correct adaptability to the various support geometries and inclinations of the ramps, allowing for a high degree of fidelity in the digital reproduction of decorative details.

Vaults

Particular attention was given to the modelling approach dedicated to vault systems, which can be classified into two categories: barrel vaults, flying buttresses supporting ramps, and complex three-vault systems at the landings.

The former were created using adaptive families in BIM software, constructed as geometric voids to be subtracted from the floors. The operational sequence involved positioning reference points, creating the extrusion profile using parametric arches, and generating the subtractive solid using the "create empty shape" command.

The three-sided systems were modelled according to a descriptive and mathematical geometric logic. Three central schemes were identified, each with specific relationships between barrel vaults, cross vaults, and lowered elliptical domes, generated on rectangular or square bases with polycentric arches. The families, developed using NURBS software, were imported as parametric objects into the BIM platform, allowing for the independent management of drums, shutters, and curvatures. Again, the geometry was not directly traced from the cloud, but instead designed and developed through a critical process of interpretation and geometric synthesis, ensuring greater structural and semantic consistency within the HBIM model.

Conclusions

The study develops a portion of the digital model of the Egyptian Museum in Turin (Fig. 8), focusing on the Grand Staircase of Talucchi. The analysis explores HBIM techniques for information modeling, following a process that begins with the optimization of point clouds, continues with their import into the BIM environment, and culminates in the modeling of semantically organized architectural elements. The use of mathematical and parametric methodologies enabled the creation of objects that are geometrically faithful to the point cloud, ensuring a high level of accuracy in the digital representation.

The adopted workflow enables a clear understanding of the elements through specific thematic views, enhancing the organization and management of information.

The proliferation of nested families within an HBIM model enables the creation of a representation that faithfully reflects the built heritage, successfully capturing the primary characteristics of neoclassical-style historic structures. This approach offers significant advantages in managing complexity and optimising the model for restoration and conservation purposes. In this way, HBIM models come as close as possible to reality, supporting not only design and planning, but also the preservation and evolution of built heritage over time.

Acknowledgements

A part of the present work was carried out during the drafting of the Master's Thesis in Architecture for Heritage conducted by Dr Davide Mastroianni. The thesis involved an interdisciplinary and interdepartmental team of supervisors and co-supervisors: Elisabetta C. Giovannini, Dr Jacopo Bono (Department of Architecture and Design - DAD) and Eng. Nives Grasso (Department of Environmental, Land and Infrastructure Engineering - DIATI). The activity was part of the collaboration between the Egyptian Museum Foundation in Turin and the Polytechnic University of Turin, coordinated by Prof. Massimiliano Lo Turco (DAD) and Prof. Marco Piras (DIATI).

Even though this is a collaborative effort, each paragraph was written by the individual authors. E.C. Giovannini wrote paragraphs 1, 3, and 5. D. Mastroianni wrote paragraphs 2, 4, and 6. The conclusions were written jointly.

Bibliografia

[1] FRIEDRICH-MIELKE-INSTITUT FÜR SCALALOGIE, TRUBY, S., KOOLHAAS, R., AMO, HARVARD GRADUATE SCHOOL OF DESIGN, BOOM, I. (2014) Stair. In KOOLHAAS R. et al. (Eds.) Elements: a series of 15 books accompanying the exhibition Elements of architecture at the 2014 Venice Architecture Biennale. Marsilio, Venice.

[2] CHITAM, R., & LOTH, C. (2007). *The classical orders of architecture*, Routledge, London.

[3] Atto di Vendita, Archivio di Stato di Torino ASTO, sezione Corte, Materie economiche, Istruzione pubblica, mazzo 2, fascicolo 1

[4] MUSEO TORINO, Collegio dei Nobili. Retrievable at: https://www.museotorino.it/view/s/35ff834bbbf54bb2911a91539da31085

[5] CURTO, S. (1976), Storia del Museo Egizio di Torino. Centro Studi Piemontesi, Turin.

[6] FALCO, L., PLANTAMURA, R., RANZATO, S. (1973), Le istituzioni per l'istruzione superiore in TORINO DA XV A XVIII SECOLO: CONSIDERAZIONI URBANISTICHE E ARCHITETTONICHE. Il Collegio dei Nobili, Deputazione Subalpina di Storia Patria Torino - Palazzo Carignano, Turin.

[7] CORNI, F., (2012), *TORINO CAPITALE. Una chiave per la lettura della città attraverso i disegni di Francesco Corni.* Ink Line, Turin.

[8] LO TURCO, M., GIOVANNINI, E. C., & TOMALINI, A. (2022). Parametric and visual programming BIM applied to museums, linking container and content. ISPRS International Journal of Geo-Information, 11(7), 411. https://doi.org/10.3390/ijgi11070411

[9] LO TURCO, M., BONO, J., & TOMALINI, A. (2024). Parameters, modeling and taxonomy for an HBIM Baroque facade. Nexus Network Journal, 26(3), 609-630. https://doi.org/10.1007/s00004-024-00786-9

[10] CONCORRIMI, Museo Egizio 2024 (Fondazione Compagnia di San Paolo). Retrievable at https://www.museoegizio2024.concorrimi.it/

[11] MASTROSIMONE, M. (2022) L'H-BIM come strumento di Disegno e Analisi Grafica dei prospetti del Palazzo dell'Accademia delle Scienze e del Collegio dei Nobili di Torino. Dal rilievo alla rilettura di una facciata. Tesi di Laurea Magistrale in Architettura Costruzione Città, Politecnico di Torino. Retrievable at https://webthesis.biblio.polito.it/23246/

[12] LO TURCO, M., PIRAS, M., MEZZINO, D., GRASSO, N., DI PIETRA, V., TOMALINI, A., GIOVANNINI, E.C., BONO, J., CAMMARANO, M., & MASTROSIMONE, M. (2022). Rappresentare e gestire il cambiamento: lo sviluppo di un H-BIM per rifunzionalizzare il Museo Egizio di Torino. In EMPLER, T., CALDARONE, A., D'ANGELO, E., FUSINETTI, A. (Eds.) 3D MODELING & BIM, Information & 3D Modeling per Il Patrimonio Costruito, pp. 161–179. DEI Tipografia del Genio Civile, Rome.

[13] GIOVANNINI, E.C. (2017). VRIM workflow: semantic H-BIM objects using parametric geometries. In EMPLER, T. (Ed.) 3D MODELING & BIM, Progettazione, design, proposte per la ricostruzione, pp. 212-229. DEI Tipografia del Genio Civile, Rome.

[14] LEOPOLD, C. (2019). Geometric Aspects of Scalalogy. Journal for Geometry and Graphics, 23(2), 221–233.

[15] GIOVANNINI, E.C. (2023). An Algorithmic Approach to Palladio's Design of Stairs. Nexus Network Journal, 25 (Suppl. 1), 293–301. https://doi.org/10.1007/s00004-023-00668-6

[16] BRUMANA, R., DELLA TORRE, S., PREVITALI, M., BARAZZETTI, L., CANTINI, L., ORENI, D., BANFI, F. (2018). Generative HBIM modelling to embody complexity (LOD, LOG, LOA, LOI): Surveying, preservation, site intervention - The Basilica di Collemaggio (L'Aquila). Applied geomatics, 10, 545-567. https://doi.org/10.1007/s12518-018-0233-3

[17] MASTROIANNI, D. (2024). Metodologie HBIM per la restituzione del Museo Egizio. Verso un approccio 'reality-based' tra modellazione matematica e parametrica per lo Scalone Talucchi. Tesi di Laurea Magistrale in Architettura per il Patrimonio, Politecnico di Torino. Retrievable at https://webthesis.biblio.polito.it/32341/