

Artefatti analogici per la Scienza delle costruzioni. Una perlustrazione critica | Analogue Artefacts for Structural Mechanics and Engineering: A Critical Survey

Original

Artefatti analogici per la Scienza delle costruzioni. Una perlustrazione critica | Analogue Artefacts for Structural Mechanics and Engineering: A Critical Survey / Bocconcino, MAURIZIO MARCO; Vozzola, Mariapaola; Pavignano, Martino. - In: DISEGNO. - ISSN 2533-2899. - ELETTRONICO. - 14:(2024), pp. 133-148. [10.26375/diseagno.14.2024.13]

Availability:

This version is available at: 11583/2990108 since: 2024-07-01T15:00:12Z

Publisher:

Unione Italiana per il Disegno

Published

DOI:10.26375/diseagno.14.2024.13

Terms of use:

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

Publisher copyright

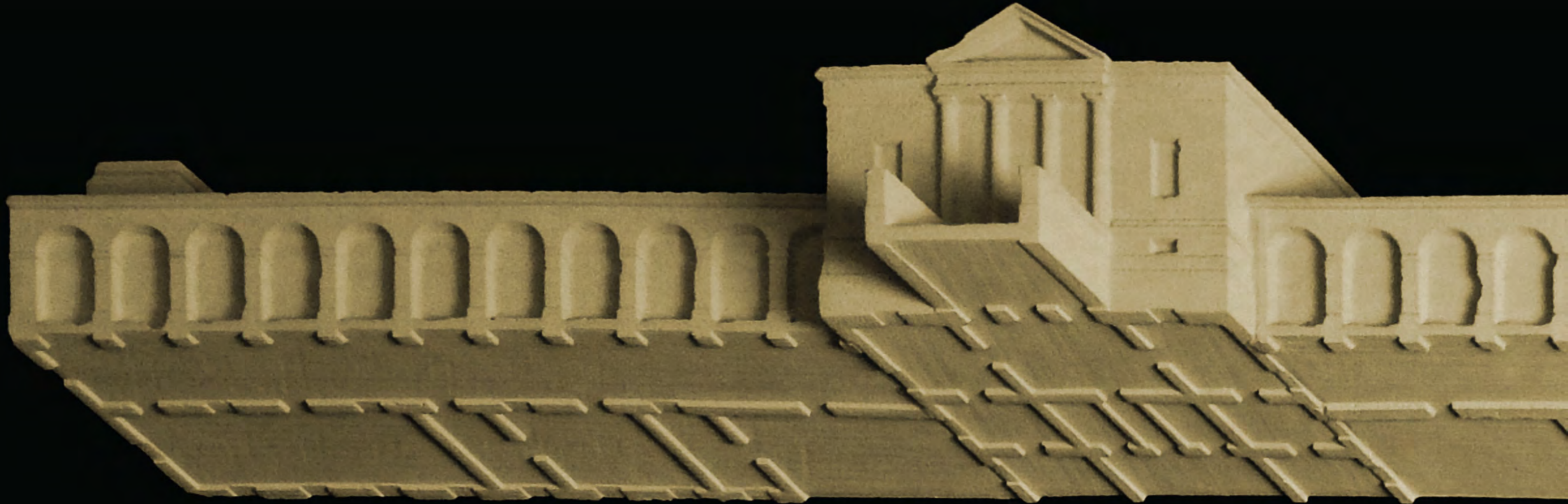
(Article begins on next page)

disegno 14.2024



unione italiana disegno
14.2024

disegno ISSN 2533-2899



diségnò

14.2024

MODELLI ANALOGICI

diségno



Rivista semestrale della società scientifica Unione Italiana per il Disegno
n. 14/2024
<http://disegno.unioneitalianadisegno.it>

Direttore responsabile

Francesca Fatta, Presidente dell'Unione Italiana per il Disegno

Journal Manager

Valeria Menchetelli

Comitato editoriale - indirizzo scientifico

Comitato Tecnico Scientifico dell'Unione Italiana per il Disegno (UID)

Marcello Balzani, Università degli Studi di Ferrara - Italia
Paolo Belardi, Università degli Studi di Perugia - Italia
Stefano Bertocci, Università degli Studi di Firenze - Italia
Carlo Bianchini, Sapienza Università di Roma - Italia
Massimiliano Ciammaichella, Università Iuav di Venezia - Italia
Enrico Cicalò, Università degli Studi di Sassari - Italia
Mario Doccì, Sapienza Università di Roma - Italia
Edoardo Dotto, Università degli Studi di Catania - Italia
Maria Linda Falcidieno, Università degli Studi di Genova - Italia
Francesca Fatta, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria - Italia
Andrea Giordano, Università degli Studi di Padova - Italia
Elena Ippoliti, Sapienza Università di Roma - Italia
Alessandro Luigini, Libera Università di Bolzano - Italia
Francesco Maggio, Università degli Studi di Palermo - Italia
Caterina Palestini, Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara - Italia
Rossella Salerno, Politecnico di Milano - Italia
Alberto Sdegno, Università degli Studi di Udine - Italia
Roberta Spallone, Politecnico di Torino - Italia
Graziano Mario Valenti, Sapienza Università di Roma - Italia
Chiara Vernizzi, Università degli Studi di Parma - Italia
Ornella Zerlenga, Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli" - Italia

Membri di strutture straniere

Glaucia Augusto Fonseca, Universidade Federal do Rio de Janeiro - Brasile
Pedro Manuel Cabezas Bernal, Universidad Politécnica de Valencia - Spagna
Pilar Chías Navarro, Universidad de Alcalá - Spagna
Frank Ching, University of Washington - USA
Livio De Luca, UMR CNRS/MCC MAP, Marseille - Francia
Roberto Ferraris, Universidad Nacional de Córdoba - Argentina
Ángela García Codoñer, Universitat Politècnica de València - Spagna
Pedro Antonio Janeiro, Universidade de Lisboa - Portogallo
Michael John Kirk Walsh, Nanyang Technological University - Singapore
Jacques Laubscher, Tshwane University of Technology - Sudafrica
Dominik Lengyel, Brandenburg University of Technology Cottbus - Senftenberg - Germania
Cornelie Leopold, Technische Universität Kaiserslautern - Germania
María Roser Martínez Ramos, Universidad de Granada - Spagna
Carlos Montes Serrano, Universidad de Valladolid - Spagna
César Otero, Universidad de Cantabria - Spagna
Pablo Rodríguez Navarro, Universidad Politécnica de Valencia - Spagna
José Antonio Franco Taboada, Universidade da Coruña - Spagna

Comitato editoriale - coordinamento

Paolo Belardi, Massimiliano Ciammaichella, Enrico Cicalò, Francesca Fatta,
Barbara Messina, Sonia Mollica, Cosimo Monteleone, Sara Morena, Paola Raffa,
Andrea Giordano, Elena Ippoliti, Francesco Maggio, Alberto Sdegno, Ornella Zerlenga

Comitato editoriale - staff

Laura Carlevaris, Massimiliano Lo Turco, Valeria Menchetelli (coordinamento),
Barbara Messina, Sonia Mollica, Cosimo Monteleone, Sara Morena, Paola Raffa,
Veronica Riavis, Ilaria Trizio, Michele Valentino

Progetto grafico

Paolo Belardi, Enrica Bistagnino, Enrico Cicalò, Alessandra Cirafici

Segreteria di redazione

piazza Borghese 9, 00186 Roma
redazione.disegno@unioneitalianadisegno.it

In copertina

Modello analogico obliquo di Villa Erma di Andrea Palladio, gesso, particolare
(A. Sdegno con B. Gernand, realizzazione Protoservice, 2007).

Gli articoli pubblicati sono sottoposti a procedura di doppia revisione anonima (double blind peer review) che prevede la selezione da parte di almeno due esperti internazionali negli specifici argomenti. Per il numero 14, anno 2024, la procedura di valutazione dei contributi è stata affidata ai seguenti referee:
Fabrizio Agnello, Giuseppe Amoruso, Fabrizio Ivan Apollonio, Marinella Arena, Alessandra Avella, Laura Baratin, Carlo Battini, Marco Giorgio Bevilacqua, Cecilia Bolognesi, Stefano Brusaporci, Massimiliano Campi, Cristina Candito, Marco Carpiceci, Camilla Casonato, Stefano Chiarenza, Emanuela Chiavoni, Maria Grazia Cianci, Alessandra Cirafici, Luigi Cocchiarella, Daniele Colistra, Giuseppe D'Acunto, Agostino De Rosa, Antonella di Luggo, Tommaso Emler, Laura Farroni, Fabrizio Gay, Maria Pompeiana Iarossi, Manuela Incerti, Alfonso Ippolito, Gabriella Liva, Federica Maietti, Carlos Montes Serrano, Assunta Pelliccio, Francesca Picchio, Andrea Pirinu, Jessica Romor, Luca Rossato, Daniele Rossi, Elisabetta Ruggiero

Consulente per le traduzioni in lingua inglese: Elena Migliorati

Gli autori degli articoli dichiarano che le immagini incluse nel testo sono libere da diritti oppure ne hanno acquisito l'autorizzazione per la pubblicazione.

La rivista *diségno* è inclusa nell'elenco delle riviste scientifiche dell'Agenzia nazionale di valutazione del sistema universitario e della ricerca (ANVUR) per l'area non bibliometrica 08 - Ingegneria civile e Architettura ed è indicizzata su Scopus.

Publicato nel mese di giugno 2024

ISSN 2533-2899



14.2024

diségno

5 Francesca Fatta

Editoriale

7 Alberto Sdegno
Pedro Manuel Cabezas-Bernal

Copertina

Modelli analogici obliqui

22 Peter Eisenman

Immagine

House X

23 Paolo Belardi

Idea as Model, Model as Idea. Il modello assonometrico della House X di Peter Eisenman

MODELLI ANALOGICI

Microarchitetture e *mock-up*

31 Marco Gaiani

See, touch, feel: un percorso conoscitivo ed educativo attraverso le *maquette*

45 Nicolás Gutiérrez-Pérez
Isabel Artal-Sanz
Tomás Abad
Pilar Chías

The Model of Cadiz: a Unique Prototype for the Representation of Spanish Cities at the End of the 18th century

59 Lorenzo Renzullo
Margherita Maurea

Il *mock-up* come strumento di progetto. Innovazione e sperimentazione nella Nuova Rinascenza di Albini e Helg (1961)

71 Nicolò Sardo

Sguardi minimi. La fotografia e la rappresentazione dei modelli architettonici

85 Alessio Altadonna
Adriana Arena

Rilievo di una micro-architettura e modellazione: l'archetipo dell'antico palazzo municipale di Messina

95 Daniel Martín Fuentes
Javier Martín

Modelos a diferentes escalas. Un estudio sobre la inferencia en la percepción de la relación entre espacio, cuerpo y objeto

Nuovi materiali per nuove tecnologie

109 Eduardo Carazo
Álvaro Moral

La materia de las maquetas: usos y materiales en la construcción de los modelos a escala

121 Fabio Bianconi
Marco Filippucci
Giulia Pelliccia

Modelli inversi. L'analogico come verifica del digitale

133 Maurizio Marco Bocconcino
Mariapaola Vozzola
Martino Pavignano

Artefatti analogici per la Scienza delle costruzioni. Una perlustrazione critica

149 Luca James Senatore

La costruzione di modelli multisensoriali di statuaria antica, tra innovazione e tradizione

159 Alexandra Fusinetti

Modelli architettonici per la percezione tattile

Modelli come disegni

173 Riccardo Migliari

Un modello grafico archetipo nelle *Coniche* di Apollonio

183 Alessio Bortot
Annalisa Metus

I modelli in carta per la divulgazione scientifica e lo studio del disegno

- 191 Francesca Ronco
Giulia Bertola *Paper City Tales: modelli di carta per raccontare Le città invisibili di Italo Calvino*
- 201 Piero Barlozzini
Manuela Piscitelli *Modelli "bidimensionali". Il plastico nel progetto delle facciate architettoniche*
- 217 Paola Raffa *Da tre a due a tre dimensioni: esercizi per la conoscenza dell'architettura*
- Modelli di strutture, strutture di modelli**
- 229 Adriana Rossi
Claudio Formicola
Sara Gonizzi Barsanti *Ingegna Romana. Dalle fonti ai modelli, dai reperti alle ricostruzioni*
- 239 Massimiliano Ciammaichella *Maquette dello spazio scenico: dispositivo di illusione e pratica teatrale*
- 251 José Luís Higón Calvet
Mónica Val Fiel *Experiences in the Use of Analog Models in Micro-Architectures Design*
- 259 Francesco Maggio
Alessia Garozzo *Forma della città e modello conoscitivo*
- 271 Carlos L. Marcos
Andrés Martínez-Medina
Vincenzo Bagnolo *Modelli per pensare all'architettura di Alberto Campo Baeza*

RUBRICHE

Letture/Riletture

- 289 Veronica Riavis *Rassegna 32 su (Maquette), ovvero sul modello fisico*

Recensioni

- 299 Massimiliano Ciammaichella *Laura Farroni, Manuela Incerti, Alessandra Pagliano (a cura di). (2023). Misurare il tempo. Strumenti e tecniche tra storia e contemporaneità. Limena: libreriauniversitaria.it*
- 301 Edoardo Dotto *Enrico Cicalò, Valeria Menchetelli, Michele Valentino (a cura di). (2023). Linguaggi grafici. Fotografia. Alghero: Publica*
- 304 Jorge Llopis-Verdú *Adriana Rossi (2023). Sant Cugat del Vallès. Verso l'accessibilità dei dati. Limena: Libreriauniversitaria.it*
- 306 Federica Maietti *Marinella Arena (2023). Città sospese fra capi e fumare. Strategie identitarie. Milano: FrancoAngeli*
- 309 Silvia Masserano *Alberto Sdegno, Veronica Riavis (a cura di). (2023). DAI Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione. Alghero: Publica*

Eventi

- 315 Enrico Cicalò *Giornate della Rappresentazione e Conservazione del Patrimonio Culturale Contemporaneo*
- 318 Laura Farroni *Diffondere e implementare la cultura del Disegno attraverso la produzione editoriale. L'iniziativa I Libro: I Disegno*
- 321 Alessandro Luigini
Daniele Rossi *UIDSS2023 Applied Games for Heritage Education*
- 326 Sofia Menconero *eXploRA virtual journeys to discover inaccessible heritages*
- 329 Fabiana Raco *Esperienze nazionali e internazionali innovative a confronto tra memoria e amnesia*
- 332 Giovanni Rasetti *Dialoghi con gli Archivi di Architettura "Eredità contemporanee"*
- 335 Graziano Mario Valenti *Seminario informativo, formativo, sulla valutazione*

- 341 **La biblioteca dell'UID**

Artefatti analogici per la Scienza delle costruzioni. Una perlustrazione critica

Maurizio Marco Bocconcino, Mariapaola Vozzola, Martino Pavignano

Abstract

Da tempo immemore il Disegno è il linguaggio visuale di tutte le attività che fanno capo al mondo del costruire, poiché permette di prefigurare, configurare, realizzare e analizzare criticamente la costruzione. Tra le sue applicazioni emerge il modello analogico in scala quale espressione tangibile del pensiero progettuale. Ma cosa accade se l'oggetto rappresentato non è un'opera architettonica strictu sensu, ma un brano strutturale di un edificio o manufatto ingegneristico?

Si offre qui una riflessione sui modelli atti all'esplorazione dell'essenza strutturale di opere architettoniche e ingegneristiche analizzando gli artefatti di una collezione accademica (seconda metà del XIX secolo), opera scientifica di G. Curioni. La raccolta consta di più di 140 modelli pensati come supporti scientifici per la didattica della Scienza delle costruzioni, di cui Curioni fu figura chiave in Italia.

La ricerca qui proposta, possibile declinazione della Terza missione universitaria, promuove la divulgazione e la conoscenza della Collezione Curioni creando un Museo Virtuale che ospiti, all'interno di ambienti di condivisione diversi, i modelli virtuali della collezione, al fine di raggiungere il maggior numero di utenti possibili. Il modello diviene strumento di comunicazione attualizzato ai giorni nostri mediante la reinterpretazione e la rilettura dei manuali e dei modelli, trasformando l'artefatto materico in modello virtuale e introducendo nuove forme di rappresentazione.

Parole chiave: patrimonio accademico, communicative culture, modello materico, museo virtuale, arte della minuseria.

Introduzione

Diversi studi a livello nazionale affrontano la questione dei beni culturali conservati dagli Atenei e mostrano in molti casi un rilevante 'stato patrimoniale' al quale non sempre corrisponde un'organizzazione tale da garantire al meglio la sua fruizione e la sua valorizzazione. Anche a livello internazionale la questione è dibattuta e vede alcune tappe principali [1]. Attraverso queste, nel primo decennio del XXI secolo siamo passati dal ritenere i beni culturali universitari quali risorse attive per l'insegnamento e per la ricerca [Dichiarazione di Halle 2000] alla prospettiva di considerare il ruolo degli atenei nella trasmissione e nella diffusione delle conoscenze per lo sviluppo del territorio e di quanti lo abitano e lo vivono e produrre inclusione sociale attraverso il coinvolgimento diretto del pubblico nei propri musei [Carrion Garcia 2012].

Oltre a quella della conservazione, il Politecnico di Torino sta da anni intraprendendo azioni di promozione e diffusione del proprio patrimonio storico e archivistico come sistema unitario di conoscenza e informazione tecnica, ospitato e conservato nelle diverse componenti dell'Ateneo (sistema bibliotecario e museale e dipartimenti). Tra il 2015 e il 2016 il Politecnico ha scelto di adottare un'unica piattaforma *software, open source e web based*, per la descrizione, la gestione, la comunicazione e la valorizzazione delle proprie Collezioni Storiche attinenti ai campi dell'Architettura e dell'Ingegneria. Le diverse tipologie di beni conservati tanto presso l'Area Bibliotecaria e Museale quanto presso i Dipartimenti formano un ricchissimo patrimonio di fondi archivistici ascrivibili a un sistema connotato da matrici culturali comuni agli ambiti della



Fig. 1. Muri di contenimento con contrafforti interni. a) Curioni 1870. Tav. XIII; b-c) m.5, dim. 240x240x155 mm; d) m.1, dim. 245x250x160 mm; e) m.2, dim. 235x250x160; f) m.3, dim. 255x260x170; g) m.4, dim. 290x250x180 (elaborazione grafica di M. Pavignano).

formazione e della ricerca politecnica che nelle loro diverse forme contengono, oltre a documentazione di tipo tradizionale, anche raccolte di tavole grafiche, di immagini fotografiche e una rilevante consistenza di modelli materici e plastici. La collezione di modelli lignei 'Giovanni Curioni' ospitata dal Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica del Politecnico di Torino (DISEG) testimonia l'impegno nell'ambito didattico della scienza e della tecnica delle costruzioni profuso dal professor Curioni a sostegno dei contenuti didattici pubblicati nei suoi volumi *L'arte di fabbricare. Costruzioni civili, stradali e idrauliche* pubblicati nel 1870. La funzione didattica dei modelli è oggi oggetto di riscoperta nell'ambito di un progetto di valorizzazione e vivificazione condotto da un gruppo composito di ricerca [2]. L'articolazione del gruppo di ricerca testimonia l'interesse intra e multi disciplinare della collezione cui si vuole associare una dimensione immateriale legata al patrimonio informativo di carattere didattico che è possibile aggiornare, consolidare e continuare a trasferire alle generazioni future.

Il lavoro di ricerca sugli archivi DISEG ha visto differenti momenti di riflessione espressi in occasione di pubblicazioni e convegni, indagando differenti aspetti [3]. Con l'occasione di questo contributo si è voluto proporre aspetti fondativi del lavoro che si sta conducendo, l'impostazione metodologica relativa alla ricognizione critica dei modelli e l'approccio al tema da un punto di vista del sistema del rilievo e della misura speditiva e delle procedure di elaborazione. Anche con riferimento ai prodotti materiali e digitali, e agli elementi rilevanti per la gestione e la rappresentazione del dato e la sua organizzazione all'interno di contenitori informativi per la conoscenza, sono dati gli elementi operativi che connotano l'esperienza di studio.

Ricognizione critica dei modelli di Curioni

Il patrimonio della collezione di modelli prodotti su commissione e per uso di Curioni ha seguito le vicende delle istituzioni che, nel corso tempo, ne sono state le depositarie. Il precedente studio di Faraggiana [1989] riconobbe 137 modelli vari e propose una classificazione basata su otto famiglie, ispirate alla suddivisione del testo de *L'arte di Fabbricare* [Faraggiana 1989, p. 63]. Le otto famiglie, tuttavia, non tenevano in considerazione né i modelli di 15 volte né i modelli dei ponti Mosca, Isabella, Regina Margherita e della Galleria dei Giovi. Il presente studio, pur condividendo l'approccio scientifico di Faraggiana, si basa sul riconoscimento del valore visuale dei

modelli intesi come artefatti (visuali) [Gay 2016b], evidenziandone in particolar modo il valore epistemologico nel il contesto dei «teatri didattici» che caratterizzarono l'educazione alle discipline scientifiche tra la seconda metà del XIX secolo e la prima metà del XX [Gay 2000; Müller 2009; Cumino 2022; Zich 2022]. In tal senso, lo studio coglie l'occasione per suggerisce l'accorpamento dei modelli dei tre ponti nella famiglia dei ponti, l'inclusione del modello della galleria dei giovi tra le gallerie e il riconoscimento ufficiale di una nona famiglia dedicata alle volte, per altro ampiamente trattate da Curioni [Curioni 1873, pp. 325-369] esattamente come le altre famiglie. Restano esclusi dalla catalogazione quattro artefatti che compaiono nella catalogazione del 1989, ma di cui non si trova più riscontro all'interno delle sedi politecniche. Allo stato attuale, quindi, la catalogazione propone le famiglie in tabella 1, ove sono riassunte le denominazioni, il numero dei modelli per ogni classe e il riferimento al numero di catalogo di Faraggiana, tuttora usato come base per l'ultimo inventario [Borri Brunetto 2017].

Macro-famiglia	Numero modelli	Numerazione attuale
Retaining walls	13	1-13
Foundations/Ground works	21	14-21, 23-34, 116
Centering/frameworks for bridge construction	13	35, 38-47, 65
Bridges	19	48-60, 63, 64, 115, 117, 118, 119
Railways	16	61, 62, 66-79
Tunnels	16	81-95, 123
Building site structures/machines	9	96, 97, 99-105
Hydraulic constructions	7	109-114, 121
Vaults	25	v1-v25
totale	139	

Tab. 1. Macro-famiglie dei modelli Curioni con elencazione dei modelli.

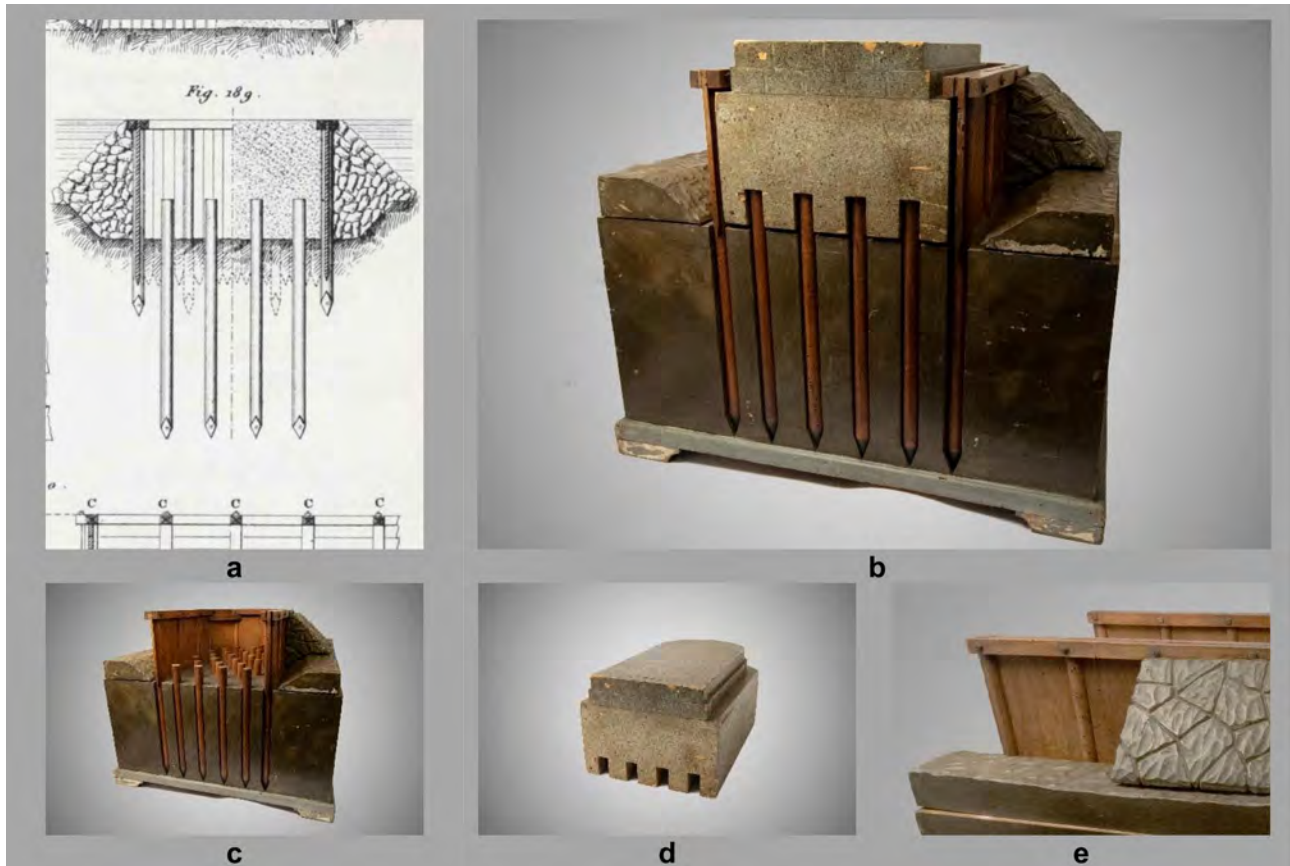


Fig. 2. Muri di contenimento con archi di scarico. a) Curioni 1870. Tav XIV; b) m. 12, dim. 245 x 375 x 190 mm; c) m. 13, dim. 240 x 375 x 190 (elaborazione grafica di M. Pavignano).

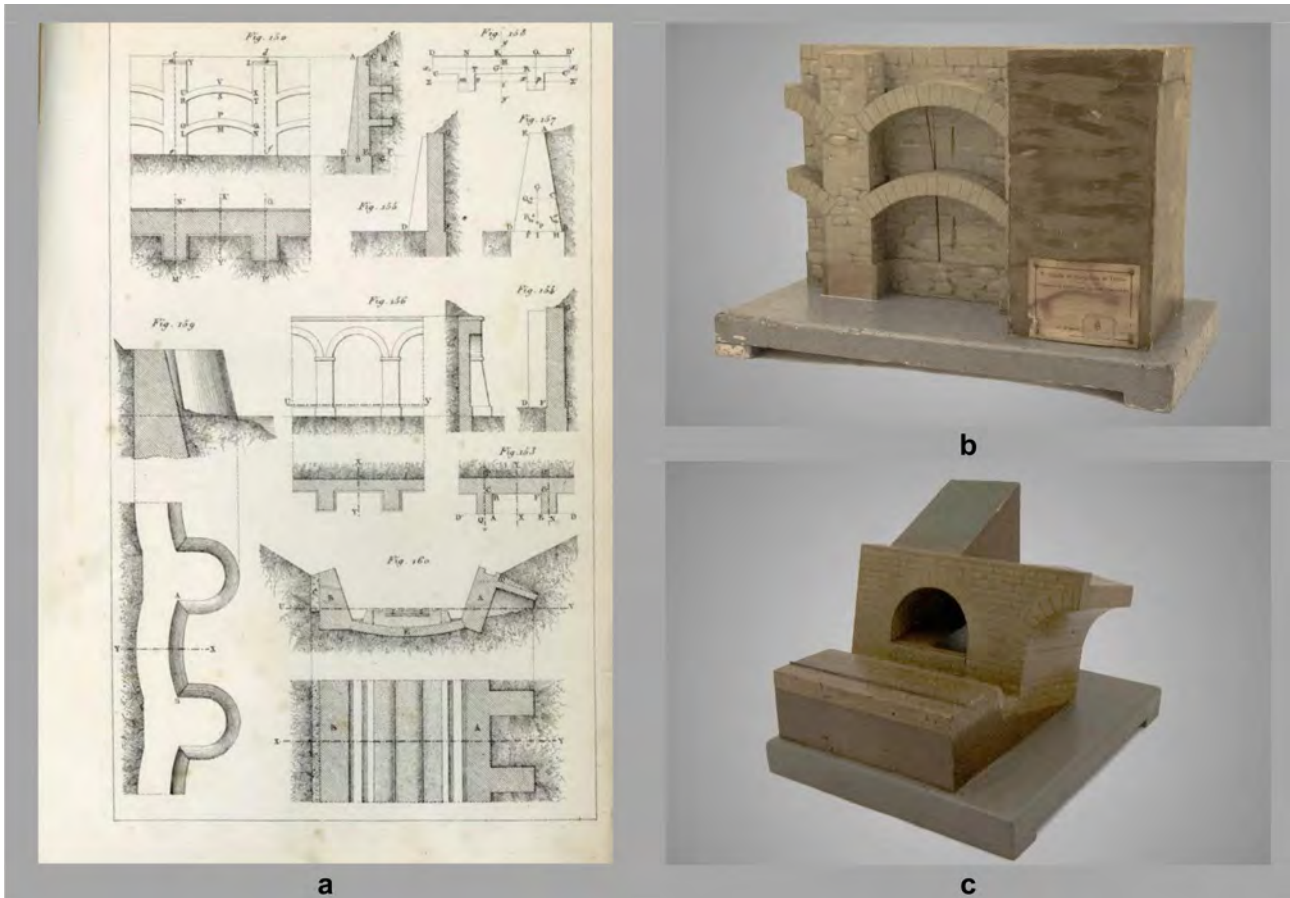


Fig. 3. Fondazione con cassero e palificata. a) Curioni 1873, Tav. XVII, dettaglio figura 189; b) m.23, dim. 495 x 580 x 585 mm; c, d) m.23 smontato; e) dettaglio dell'uso dei materiali metallici (elaborazione grafica di M. Pavignano).

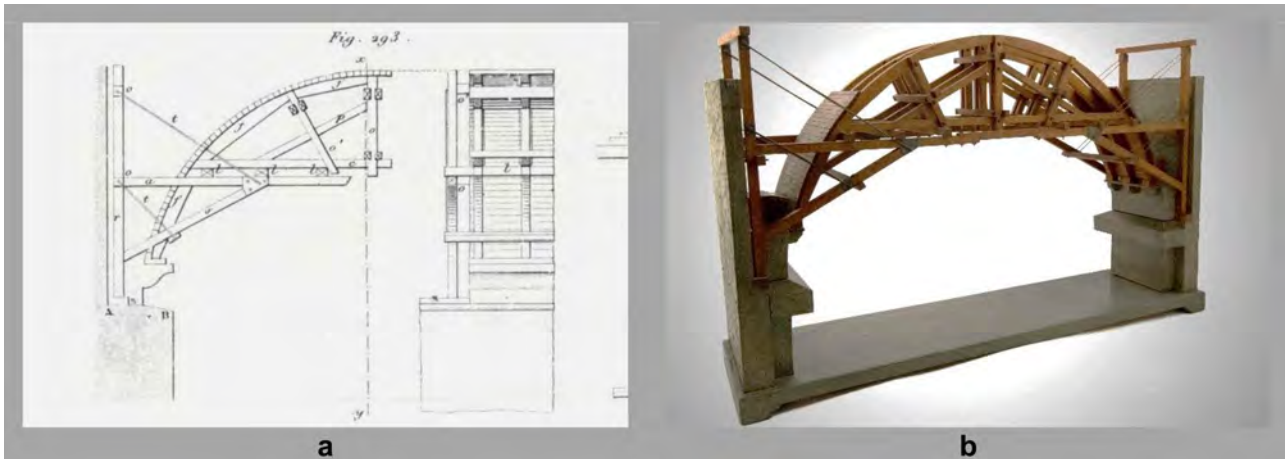


Fig. 4. Armatura completa, detta sospesa con ferramenta. a) Curioni 1873, Tav. XXIV, dettaglio fig. 293; b) m.43, dim. 460 x 760 x 205 mm (elaborazione grafica di M. Pavignano).

La nuova catalogazione, basata quindi sul riconoscimento di valore visuale della rappresentazione tangibile dei caratteri tipologici e/o strutturali degli artefatti modellati, non si propone come strumento dall'impianto rigido, ma è sempre aperta a modifiche e integrazioni in quanto alcuni artefatti potrebbero essere ricompresi in più famiglie. Per esempio, i modelli 58, 59 e 60, descritti nel 1989 come ponti di struttura murale a una sola arcata per via ferrata a un solo binario, sono stati inseriti nella categoria ponti e non in quella delle vie ferrate, in quanto non propongono la rappresentazione delle rispettive vie ferrate, ma solamente delle strutture murarie dei ponti. Ciò non toglie che tali modelli possano effettivamente confluire nella famiglia delle strade ferrate, a seconda del valore comunicativo che si vuole preferire.

Da *L'Arte di Fabricare* al Modello

È ora possibile entrare nel merito del valore visuale di questo patrimonio di modelli in quanto declinazioni tangibili degli statuti della rappresentazione [Ugo 2008]. A tal proposito, è fondamentale evidenziare e palesare il rapporto reciproco che intercorre tra i disegni proposti nelle tavole illustrative de *L'arte di Fabricare* e i modelli realizzati dall'artigiano Blotto, dato che la maggior parte degli

artefatti palesa la derivazione concettuale dalle illustrazioni del manuale.

Si parta a tal proposito dalla famiglia dei muri di contenimento. Curioni ne tratta ampiamente nella *Parte seconda, capitolo II*, dedicato alle *Costruzioni stradali*, del volume sui *Lavori generali di architettura civile, stradale ed idraulica*, riferibile all'edizione del 1870 [Curioni 1870, pp. 265-303]. Le figure sono contenute nelle tavole XIII, XIV e XV e quelle da 136 a 144, richiamate da Curioni [1870, p. 266] illustrano possibili sezioni dei muri nelle diverse configurazioni delle facce interne ed esterne. Le figure 145, 146, 147 si riferiscono alle possibili sezioni orizzontali con contrafforti interni, evidentemente non correlando le informazioni dei piani di proiezione, ma richiedendo uno sforzo di immaginazione o una integrazione da condursi su altro supporto, mentre le rimanenti da 148 a 151 illustrano le sezioni di quattro muri tra una coppia di contrafforti. I modelli da 1 a 5 rappresentano i casi di muri con contrafforti interni (fig. 1) [5] e palesano l'unione tra le sezioni verticali e quelle orizzontali del manuale. Gli artefatti, costruiti in legno ricoperto di un materiale con effetto rasante, si caratterizzano per un uso omogeneo delle finiture pittoriche, che richiamano la matericità dei muri formati da blocchi di pietre e dei volumi di terra. Talvolta la testura evoca eventuali elementi tecnologici, come gli scoli per l'acqua definiti ora

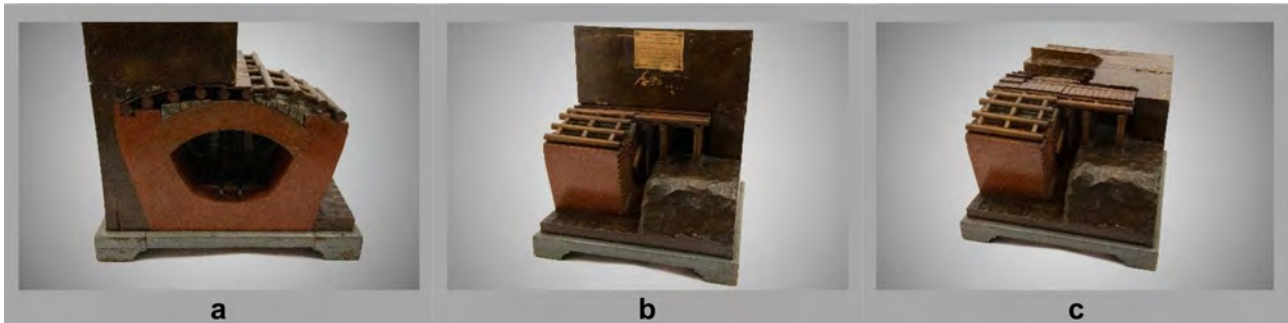


Fig. 5. Armatura per costruzione di galleria (1° fase attacco in cunetta con arco di rinforzo), m. 87, dim. 350 x 320 x 325 mm a-b) modello chiuso; c) modello aperto (elaborazione grafica di M. Pavignano).

sulle facce interna ed esterna (figg. 1a, 1b, 1e) ora in sezione (figg. 1d, 1g).

Analoghi nella matericità ai precedenti, i modelli 11, 12 e 13 di *Muri con archi di scarico* sono evidenziati da Curioni stesso come importanti 'modificazioni' di quei tempi [Curioni 1870, p. 267]. Il modello 13 (fig. 2c) si riferisce a un *muro di controripa con piedritti inclinati ed archi sovrapposti*, indicato da Curioni come struttura atta al sostegno di una «trincea aperta in terreni compressibili e mobili» [Curioni 1870, p. 303]. L'oggetto manca di visualizzare un aspetto importante della descrizione grafico/testuale (e della struttura in generale), ovvero la presenza di un arco rovescio posto sotto la massicciata a collegamento dei due muri opposti. La sezione del modello, infatti, presenta solamente il terreno e la massicciata, oltre a tutti gli elementi grafici che caratterizzano la tessitura muraria della struttura di contenimento, ivi compresi i conci degli archi.

Un approccio analogo a quello del modello 13 si ritrova negli artefatti dedicati alle strutture di fondazione discusse in particolare nell'aggiornamento del volume dedicato ai *Lavori generali di architettura civile, stradale ed idraulica* del 1873. Le tavole XIV, XV, XVI e XVII riportano i disegni illustrativi di quanto descritto nell'Articolo III. *Fondazioni idrauliche* del Capitolo V. Di particolare interesse il modello 23 riferibile alla figura 189 della tavola XVII, *fondazione con cassero e palificata* [Curioni 1873, p. 271] (figg. 3a, 3b). L'artefatto, multimaterico, è smontabile in due pezzi (figg. 3c, 3d) e propone un utilizzo integrato dei materiali: si compone principalmente di elementi lignei dipinti in modi diversi a significare ora gli oggetti in legno, come pali e tavole del cassero, ora il terreno o la massa di calcestruzzo e la base dei pilastri, oltre a presentare l'utilizzo di piccoli bulloni con dadi metallici, a indicare le giunzioni

meccaniche tra le travi del cassero (fig. 3e). Il profilo del terreno di fondazione, i pali e la struttura del cassero seguono il disegno della figura 189, tuttavia il modello presenta due aspetti aggiuntivi: contestualizza la forma planimetrica del cassero, con andamento semicircolare in testata e rappresenta anche la base della pila di un ponte, come specificato nella descrizione testuale [Curioni 1873, p. 271].

Le armature per la costruzione dei ponti sono trattate nel Capitolo VIII. *Articolo III. Centine* [Curioni 1873, pp. 419-424]. Di grande interesse il modello 47 di *armatura completa sospesa con ferramenta*, di cui si trovano due piani di proiezione nella figura 293 della tavola XXIV. L'artefatto completa le rappresentazioni lasciate a metà e ne materializza la tridimensionalità, permettendo una migliore comprensione della complessità spaziale della struttura (fig. 4).

Come accennato a proposito del modello 23 (fig. 5), alcuni artefatti sono smontabili o presentano dei cinematismi che permettono di 'aprirli', disvelandone alcuni dettagli interni. Per esempio, nel modello 87 *armatura per costruzione di galleria (1° fase attacco in cunetta con arco di rinforzo)* è possibile muovere la porzione di terreno sorretta dalla centina, esponendo alla vista il tavolato. Anche in questo modello la pittura superficiale caratterizza le tessiture delle sezioni murarie, differenziandole dal terreno e dalle strutture lignee.

In ultimo, di grande interesse sono i modelli lignei delle volte (fig. 6), trattate nel Capitolo VII [Curioni 1873, pp. 325-369] e illustrate nelle tavole da XXII a XXVI. In questo caso, tutte le volte sono descritte da due piani di proiezione e le descrizioni testuali ne forniscono la genesi spaziale in termini di geometria descrittiva applicata alla struttura da progettarsi, come nel caso della *volta a botte con testa di padiglione lunulata*. La

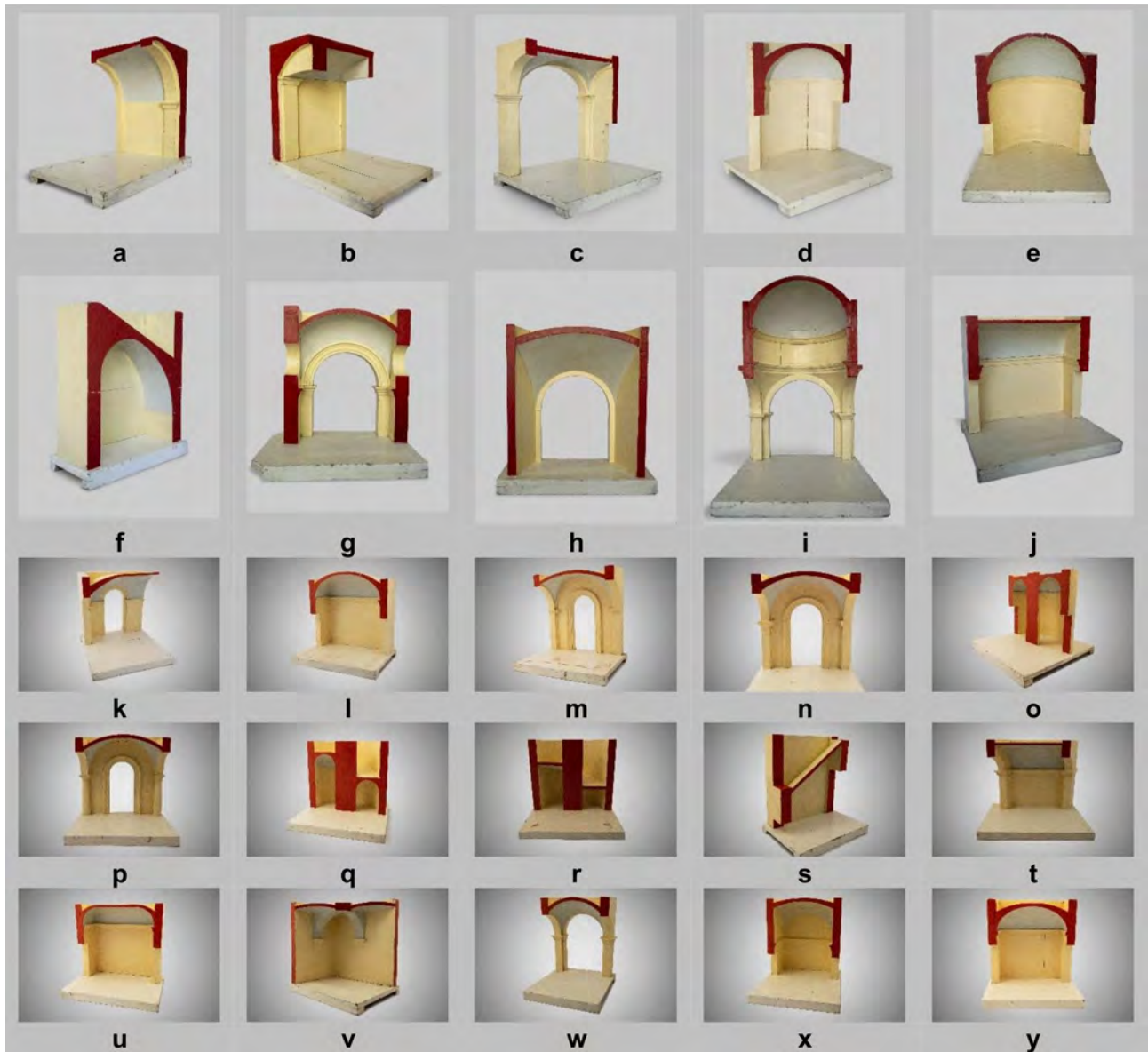


Fig. 6. Modelli di volte, intera famiglia (elaborazione grafica di M. Pavignano).

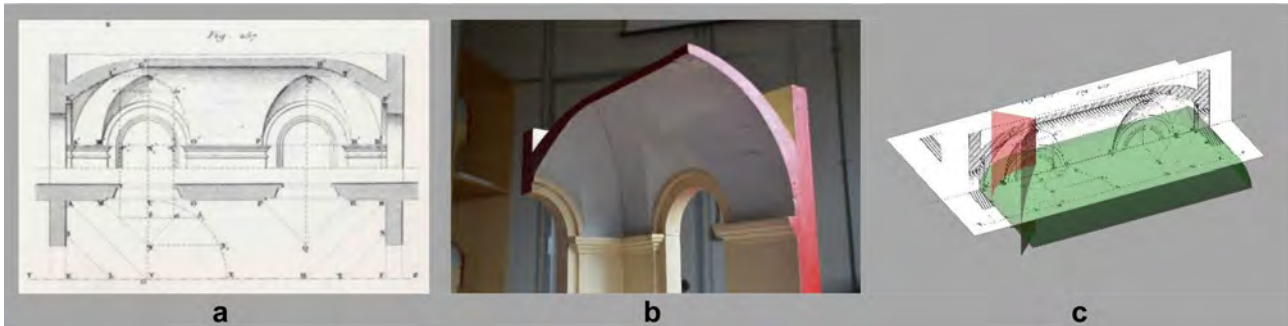


Fig. 7. Volta a botte con testa di padiglione lunulata. a) Curioni 1873, Tav. XXV; b) m.123, dim. 345 x 360 x 300 (disegno ed elaborazione grafica di M. Pavignano).

descrizione geometrica rimanda con costanza ai dati annotati sui disegni, con metodo del tutto analogo a quello usato da Guarini [Spallone 2018, pp. 816, 817] (fig. 7). Tutti i modelli di volte presentano una finitura con colori uniformi, usati per differenziare le strutture di supporto (murature) dalle superfici voltate e per evidenziare le sezioni verticali.

Alla luce di quanto fin qui esposto, possiamo asserire che Curioni, in anticipo rispetto a Paul Deschamps (che mezzo secolo dopo fu direttore del *Musée des monuments français*), cercò di perseguire una «più stretta correlazione visiva (e geometrica) tra rappresentazioni» di diversa natura, ovvero tra le descrizioni testuale e – in particolare – le parole disegnate nelle illustrazioni de *L'arte di fabbricare* e i modelli didattici [Gay 2016a, p. 126], sostenendo quindi quella «drammatizzazione immaginativa» di fondamentale importanza per la didattica del fatto architettonico e ingegneristico [Gay 2020, p. 73].

Il percorso di digitalizzazione: dai disegni e dai modelli materici

Il rilievo e la modellazione digitale 3D applicata a modelli appartenenti a collezioni museali o a reperti archeologici, rappresenta un campo di ricerca in continuo sviluppo, che fonda i suoi principi nella comunicazione, condivisione e diffusione della conoscenza di oggetti non sempre accessibili agli utenti. Molteplici esigenze hanno motivato la necessità di digitalizzare i modelli della collezione Curioni, *in primis* la necessità di creare un catalogo digitale di modelli 3D, all'interno del quale sono state depositati tutti i dati e i metadati relativi al manufatto, ma

soprattutto mediante il quale sia possibile analizzare e studiare i modelli senza la necessità di un contatto fisico diretto con gli stessi, eliminando così i rischi legati al danneggiamento dell'artefatto originale. Parallelamente, la possibilità di generare un database di modelli 3D navigabili, misurabili ed interrogabili ha garantito la possibilità di soddisfare le diverse modalità di fruizione e di interazione raggiungendo tutti i target di utenti interessati ai manufatti e personalizzando a seconda dell'utente la tipologia di esperienza.

Il progetto di digitalizzazione è stato sviluppando per fasi successive, i processi di riproduzione digitale dei reperti hanno seguito le raccomandazioni proposte dalle linee guida per l'impiego delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) nel contesto dei Beni Culturali, per le quali risulta fondamentale mantenere un elevato livello di fedeltà morfometrica e visiva all'oggetto reale, preservando al contempo l'integrità scientifica dei dati [Picchio, Pettineo 2023]. La realizzazione dei *digital twins* è stata avviata in quattro filoni di tecniche di rappresentazione e digitalizzazione diverse (fig. 8): la prima basata sulla realizzazione di acquisizioni mediante tecniche *range-based*, che a causa delle peculiarità dei modelli sono state realizzate, in prima battuta, con due strumenti differenti. È evidente, come testimoniato da numerose pubblicazioni scientifiche [Allegra et al. 2017], che la risoluzione della geometria finale acquisita con i diversi strumenti di rilievo e le diverse tecniche di rappresentazione dipenda da diversi fattori [4]. Per gli oggetti più complessi è stato utilizzato il laser scanner a luce strutturata Mantis F6, mentre per i modelli meno complessi è stato utilizzato lo scanner *lidar low cost*, in dotazione all'*Iphone 13 Pro*. Entrambe le procedure ci

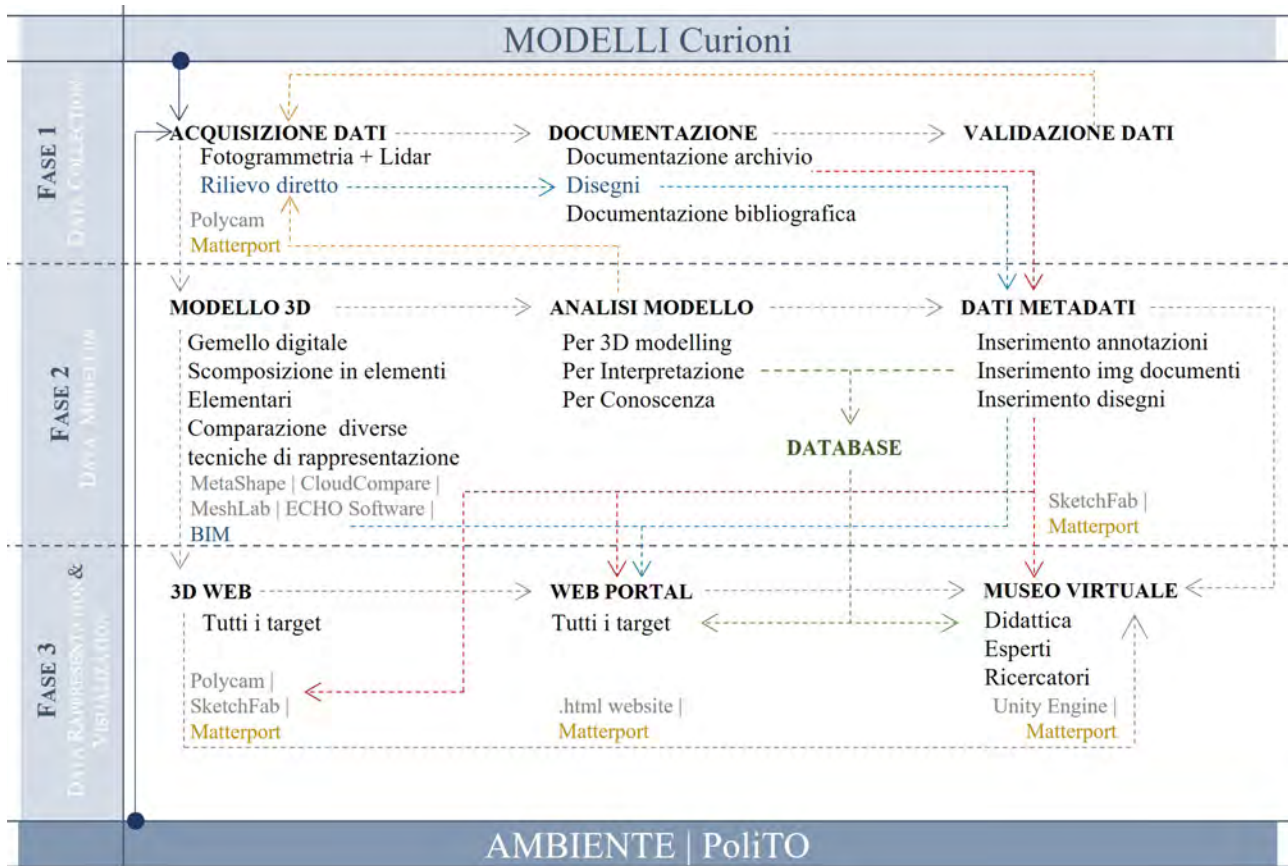


Fig. 8. Workflow metodologico per la digitalizzazione dei modelli e degli ambienti del Politecnico di Torino per la realizzazione del museo virtuale - modelli digitali e ambiente del museo (elaborazione grafica di M. Vozzola).



Fig. 9. Confronto tecniche di acquisizione e risultati ottenuti (elaborazione grafica di M.Vozzola).

hanno permesso di realizzare un modello virtuale da nuvola di punti, nel primo caso attraverso l'esportazione in ambienti di elaborazione e modellazione idonei, nel secondo caso direttamente all'interno di app dedicate, come ad esempio *Polycam*, che ci hanno permesso o di condividere il modello in ambienti web, come *Sketchfab*, o di esportare nuvole di punti in ambienti di elaborazione idonei [6]. La seconda metodologia di acquisizione si è basata su tecniche tipo *image-based*, utilizzando una fotocamera digitale *Nikon Z5* con obiettivi calibrati da 18-55 mm, al fine di ottenere un dettagliato modello tridimensionale dotato di *texture* ad alta risoluzione. La terza modalità si è basata sul rilievo diretto del modello fisico, ottenuto mediante l'utilizzo di strumenti analogici, dai quali è stato possibile dedurre tutti i dati geometrici degli elementi e realizzare il modello virtuale parametrico elaborato in ambiente BIM. L'ultima modalità di modellazione si è basata sulla lettura diretta dei disegni da manuale dell'ingegnere Curioni, dal quale è stato possibile dedurre le informazioni e i dati geometrici per realizzare, anche in questo caso, il modello virtuale parametrico elaborato in ambiente BIM [Bocconcino et al. 2023]. Focalizzando l'attenzione sulle prime due metodologie di acquisizione utilizzate, sono stati analizzati i processi svolti e i modelli finali ottenuti (fig. 9) per valutare la soluzione

ottimale in termini di strumenti, tenendo in conto alcune variabili tra cui: il rapporto tra i tempi di esecuzione e la conoscenza dell'operatore; la qualità dei dati rilevati, in termini di quantità e qualità dei dati, relazionata con i tempi di acquisizione e l'interoperabilità in fase di input; questa analisi ha consentito di definire la soluzione ottimale, in funzione della qualità finale del modello, dei metadati e dei tempi di elaborazione, ma soprattutto in funzione del livello di interoperabilità e condivisione del modello virtuale finale, velocizzando l'intero flusso di acquisizione e/o modellazione.

Quanto esposto dimostra che per identificare il flusso di lavoro ottimale per l'acquisizione di modelli è necessario comprendere la qualità rappresentativa desiderata del modello virtuale: modelli digitali diversi, ottenuti con tecniche di acquisizione e di modellazione differenti, rispondono a obiettivi narrativi e divulgativi diversi, rivolgendosi ad utenti provenienti da ambiti di conoscenza eterogenei e appartenendo ad ambienti di elaborazione/condivisione diversi. L'obiettivo principale che definisce i limiti della ricerca è quindi quello di realizzare un percorso di digitalizzazione dei modelli, al fine di mettere in comunicazione disegni e modelli [Parrinello et al. 2022] per definire un linguaggio in grado di esplicitare le informazioni e i dati alfanumerici a seconda dell'utente finale.



Fig. 10. Visualizzazione modello di una volta in legno in ambiente di elaborazione e possibili percorsi di conoscenza e di approfondimento realizzati mediante l'inserimento di dati e di metadati (modello ed elaborazione grafica di M. Vozzola).

Il lavoro svolto si è quindi orientato alla digitalizzazione e modellazione tridimensionale dei modelli lignei per il raggiungimento di molteplici scopi, ma soprattutto per raggiungere il maggior numero di utenti possibili: da una parte documentare il sistema geometrico dei volumi, come strumento didattico e di sperimentazione di più discipline presenti all'interno dell'Ateneo; dall'altro per sperimentare nuove tecniche e tecnologie di navigazione interattiva e di esplorazione dinamica attraverso la realizzazione di un museo virtuale di Ateneo, che diventi un contenitore della Cultura Politecnica; infine per una divulgazione diretta, mediante la realizzazione di interi modelli fisici, o parte di essi, in prototipazione rapida, per consentire alle diverse tipologie di utenti interessati, ma soprattutto per un pubblico accademico, una percezione in linea con le direttive fornite dal *design for all*, sostituendo all'imperativo divieto di fruire tattilmente dei modelli nei musei il più inclusivo "vietato non toccare" [Sdegno, Riavis 2022].

In questo contesto, le modalità di conservazione e divulgazione della memoria e di condivisione e di comunicazione della conoscenza, stanno mutando notevolmente: l'interdisciplinarietà nella formazione diventa uno strumento fondamentale per la preparazione dei futuri professionisti. La volontà di mettere a sistema le conoscenze provenienti dall'analisi dei disegni, dei testi e dei modelli della Collezione Curioni, testimonianza di una cultura poliedrica proveniente da più discipline, si concretizza nella realizzazione di un contenitore digitale all'interno del quale è raccolta, sistematizzata e organizzata

tutta la documentazione, integrata e condivisa. In questo modo il patrimonio documentale non resta esclusivo di alcuni campi o circoscritto all'interno di isolati ambiti disciplinari.

Una nuova narrazione per la conoscenza: dai modelli alla collezione

La ricerca presentata mette al centro della comunicazione lo *storytelling* culturale, inteso come il rapporto tra il bene culturale e il fruitore per trasmettere, reinterpretare e tradurre la vocazione comunicativa insita in un artefatto, nonché per mettere in luce i molteplici racconti che quell'artefatto racchiude [Dell'Amico et al. 2023]. Il museo, sia questo popolato di oggetti virtuali o reali, si trasforma da deposito ed esposizione di manufatti del passato in uno spazio aperto e interattivo che coinvolge i visitatori in un dialogo e in un'interazione che attualizza l'uso di risorse museali virtuali nel processo educativo degli utenti che decidono di viverlo nella propria esperienza conoscitiva. La considerazione di partenza della ricerca si basa sulla necessità di rispondere alla nascente esigenza di colmare l'assenza di una struttura museale fissa e sempre accessibile all'esplorazione diretta della collezione Curioni: per realizzare un museo virtuale basato sulla progettazione degli ambienti e dei contenuti sul concetto di *user-centered design*, sono state indagate differenti strade, attraverso la combinazione equilibrata di diversi tipi di rappresentazione, visualizzazioni 360°, modelli virtuali 3D, video arte, descrizioni, ecc., volte a promuovere e sensibilizzare, soprattutto le giovani generazioni, sull'importanza di conservare, proteggere e promuovere il patrimonio culturale, in particolare attraverso la trasformazione digitale e il riutilizzo del patrimonio culturale digitalizzato in 3D [Debuch et al. 2024] (fig. 10).

A seconda della piattaforma e dell'ambiente di condivisione finale, sono state sviluppate diverse versioni dello stesso oggetto digitale, che rispondo a livelli di comunicazione e di approfondimento differenti: un primo ambiente elaborato in *Unity Engine*, dove è stato configurato un museo didattico, e dove l'utente può interrogare il modello, misurarlo, leggere i metadati associati ed entrare in modalità *gaming* per rispondere a quesiti didattici. Un secondo ambiente virtuale sarà reso disponibile sulla piattaforma *Sketchfab*, per renderlo fruibile al maggior numero di utenti possibili, dove gli utenti potranno visualizzare e interrogare il modello, accedendo a tutti i dati e i metadati associati. Infine, si sta sperimentando la realizzazione delle stanze del museo virtuale mediante l'utilizzo di tecniche di *indoor mapping*, al



Fig. 11. The image shows the laboratory for testing materials in the Sala delle Colonne of the Valentino Castle. The Sala delle Colonne (Castello del Valentino, historical headquarter of the Politecnico di Torino) is currently being surveyed using an INSTA360 ONE RS camera (graphic elaboration by Mariapaola Vozzola).

fine di ricreare i locali dove i modelli Curioni erano stati conservati e per inserirli nuovamente nel contesto in cui in passato erano stati fruiti dagli allievi della Regia Scuola Politecnica (fig. 11). Per la realizzazione del “contenitore” museale è stata utilizzata la tecnologia *Matterport* piattaforma web che consente agli utenti di creare e condividere modelli 3D immersivi di spazi fisici: in particolare è possibile visualizzare spazi fisici in un ambiente virtuale ove è possibile inserire tag con collegamenti a modelli esterni e/o a dati e metadati che descrivono gli artefatti esposti nel museo. La possibilità di creare uno o più ambienti del campus universitario dedicati ai modelli conservati presso il DISEG offre oggi nuove prospettive per l'utilizzo degli ambienti virtuali realizzati per la diffusione delle collezioni museali replicando l'ambiente a cui appartengono, o in cui sono stati conservati per anni, dando la possibilità di applicare un'inedita modalità di fruizione: non più passiva, volta semplicemente all'osservazione diretta dei modelli, ma attiva, interattiva e partecipativa [Giovannini 2023].

Conclusioni e sviluppi futuri

Lo studio mostra ancora una volta che la potenzialità dei modelli fisici risiede anche nella stretta connessione intercorrente tra l'oggetto teorico che si vuole rappresentare e l'artefatto preposto, chiarendo che «nelle tre dimensioni possiamo modellare una forma solida creando un oggetto la cui superficie corrisponde a questa superficie. Possiamo

modellare una superficie bidimensionale creando un oggetto la cui superficie è questa superficie» [Müller 2009, p. 654]. Se calati nel contesto in cui furono realizzati, i modelli di Curioni sembrano evocare quella necessità di «edificazione differita» [Ragazzo 1994, p. 408] che permetteva non solo di supportare il pensiero (poli)tecnico, ma anche di instillare la possibile *libido aedificandi* di albertiana memoria nei pensieri degli studenti della Regia Scuola di Torino. In tal senso, si nota subito una cesura netta nell'estetica dei modelli: le volte riproducono elementi puramente teorici e, come tali, non sono caratterizzate da una vestizione mimetica, rispondente alla volontà di evocare materiali da costruzione specifici, ma si limita alla definizione di artefatti neutri, ove la sola dissonanza cromatica tra il bianco dei volumi murari e il rosso delle sezioni completa di senso la lettura.

Gli aspetti di interesse che sono stati evidenziati risiedono principalmente nella natura dell'analisi tassonomica che si sta svolgendo sui modelli lignei, negli strumenti conoscitivi e operativi impiegati, comparati criticamente, e nelle modalità attraverso le quali si perviene a modelli digitali parametrici che operano all'interno di sistemi informativi e di ambienti di consultazione e navigazione integrati.

Gli elementi che integrano le pratiche attuali in tema di conservazione, riuso e diffusione delle collezioni si collegano fortemente alle discipline dell'analisi visiva e grafica e della rappresentazione. Dovrà essere esplorata e applicata la possibilità di implementare le schede catalografiche definite dai quadri normativo tecnici con aspetti propri

del disegno (scala di rappresentazione, contenuto tematico, funzioni delle singole parti e del complessivo, aspetti materici, modalità di assemblaggio e disassemblaggio per il restauro e la conservazione ecc.) così da consentire filtri di interrogazione di carattere pluridisciplinare.

In ultimo, è importante sottolineare quanto le collezioni politecniche siano vere testimonianze imprescindibili del pensiero politecnico e della sua costituzione, costituendo dei veri e propri «depositi della memoria» dell'istituzione torinese [Pagella 2009]. I modelli di Curioni sono pensati per la didattica approntati per una consultazione dinamica e tattile degli allora Allievi Ingegneri; cristallizzarli in una

esposizione materiale e digitale ne trasforma la funzione primigenia. Tuttavia, l'ambito di consultazione digitale riporta al centro l'esplorazione del modello in ogni sua parte, con rimandi incrociati a informazioni testuali e grafiche complementari che consentono approfondimenti specifici sui temi generali così come anche sulle parti e gli elementi di dettaglio. Questo aspetto può favorire il riuso di alcuni esempi materiali riportando di nuovo nelle aule didattiche i modelli o loro copie, o specifiche parti del modello di interesse per le discipline delle costruzioni, del calcolo strutturale e di quelle della rappresentazione e della comunicazione grafica.

Crediti

Sebbene il contributo sia il prodotto di una ricerca condivisa, M. M. Bocconcino ha scritto il paragrafo *Introduzione*; M. Pavignano ha scritto i paragrafi *Ricognizione critica dei modelli di Curioni* e *Da L'Arte di Fabbricare al Modello*; M. Vozzola ha scritto i paragrafi *Il percorso di digitalizzazione: dai disegni e dai modelli materici* e *Una nuova narrazione per la conoscenza: dai*

modelli alla collezione. Gli autori hanno condiviso la scrittura del paragrafo *Conclusioni e sviluppi futuri*.

Le fotografie mostrate nelle figure 1, 2, 3, 4, 5, 6 sono state gentilmente messe a disposizione dal Politecnico di Torino, Ufficio Gestione del Patrimonio Storico dell'Ateneo (arch. M. Bongiovanni).

Note

[1] Nel 2000 viene sottoscritta da dodici atenei europei la Dichiarazione di Halle che dà vita alla rete *Academic Heritage and Universities*, ovvero al progetto Universeum; un anno dopo l'International Council of Museums (ICOM) fonda il *Committee for University Museums and Collections* (UMAC); nel 2005, sempre a livello europeo, il Comitato dei Ministri del Consiglio d'Europa pubblica la *Recommendation on the Governance and Management of University Heritage*; infine nel 2009 prende avvio un progetto finanziato dalla Commissione Europea che porta nel 2012 alla redazione del Green Paper della Terza Missione delle Università. In questo stesso periodo nel nostro Paese è attiva la Commissione dei Delegati rettorali per i musei universitari presso la Conferenza dei Rettori delle Università Italiane (CRUI).

[2] In esso confluiscono competenze e discipline specifiche, sotto la responsabilità scientifica di Maurizio Marco Bocconcino e con il coordinamento di Mariapaola Vozzola e Martino Pavignano: nell'ambito della scienza delle costruzioni il professor Mauro Borri Brunetto; per la responsabilità del patrimonio culturale e scientifico dell'Ateneo l'architetta Margherita Bongiovanni; per la tecnica delle costruzioni i professori Paolo Castaldo e Fabio Di Trapani, sulle scienze della rappresentazione e della modellazione informativa gli Autori del contributo; sulle competenze geomatiche e della misura i professori Marco Piras e Paolo Dabove; come supporto alle acquisizioni e alle elaborazioni il tecnico DISEG Pierluigi Guarrera e l'ingegnere civile junior Luca Gioberti.

[3] I principali momenti del lavoro di studio sono stati raccolti nelle seguenti memorie: Bocconcino [2006]; Santagati et al. [2017]; Novello, Bocconcino [2018]; Novello, Bocconcino [2018b]; Novello, Bocconcino [2020]; Bocconcino, Vozzola [2022]; Bocconcino et al. [2023]; Bocconcino et al. [2023b]; Bocconcino, Vozzola, Pavignano [2023c].

[4] In merito alle didascalie delle figure si precisa che: i modelli sono richiamati tramite il numero progressivo della catalogazione Faraggiana-Borri Brunetto e se ne forniscono le dimensioni annotate nella stessa.

[5] In particolare, la qualità dei dati acquisiti varia in funzione della complessità della geometria, del materiale (es. colori dei diversi elementi) e dall'intensità delle luci ambientali in cui si trova l'oggetto durante le fasi di rilievo.

[6] A causa delle peculiarità di alcuni modelli, nonostante la loro dimensione ridotta, è stato necessario incrementare il numero di scansioni. Ad esempio, per l'acquisizione del modello 87, caratterizzato da un cinematismo che ne permette l'apertura per smontare parti del suo modello e visualizzarne l'interno, sono state effettuate scansioni esterne e scansioni interne. Analogamente per i manufatti che presentano particolari dettagli, quale ad esempio il modello 43, dove sono state effettuate scansioni per acquisire il manufatto nella sua totalità, e altre scansioni per acquisire i dettagli costruttivi, come ad esempio i tiranti.

Autori

Maurizio Marco Bocconcino, Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica, Politecnico di Torino, maurizio.bocconcino@polito.it
 Mariapaola Vozzola, Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica, Politecnico di Torino, mariapaola.vozzola@polito.it
 Martino Pavignano, Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino, martino.pavignano@polito.it

Riferimenti bibliografici

- Allegra, D., Gallo, G., Inzerillo, L., Lombardo, M., Millotta, F. L. M., Santagati, C., Stanco, F. (2017). Hand Held 3D scanning for Cultural Heritage: Experimenting Low Cost Structure Sensor Scan. In A. Ippolito (Ed.), *Handbook of Research on Emerging Technologies for Architectural and Archeological Heritage*, pp. 475-499. Pennsylvania (USA): IGI Global.
- Bocconcino, M. M. (2006). Recenti sviluppi del progetto "Biblioteca Mosca" – Disegni, figure e testi in rete, prime sperimentazioni per l'accessibilità. In G. Novello, S. Morando (a cura di). *Libri vivendi - La Biblioteca MOSCA al Politecnico di Torino*, pp. 161-162. Torino: CELID.
- Bocconcino, M. M., Vozzola, M. (2022). Dallo scaffale alla mappa, dalla mappa al modello informativo e ritorno: l'Archivio Porcheddu al Politecnico di Torino. In: *DISEGNO*, No. 10, pp. 107-120. <<https://disegno.unioneitalianadisegno.it/index.php/disegno/article/view/359/681>> (consultato il 15 maggio 2024).
- Bocconcino M. M., Piras M., Vozzola M., Pavignano, M., Gioberti, L. (2023a). Giovanni Curioni's digital museum (1/2): comparative survey techniques for the definition of a 3D data collection procedure with low cost systems. In *International Archives of the Photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences*, vol. XLVIII-M-2-2023, pp. 235-242. <<https://isprs-archives.copernicus.org/articles/XLVIII-M-2-2023/235/2023/>> (consultato il 15 maggio 2024).
- Bocconcino, M. M., Vozzola, M., Pavignano, M., Gioberti, L. (2023b). Giovanni Curioni's digital museum (2/2): possible strategies for a data management plan. In *International Archives of the Photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences*, vol. XLVIII-M-2-2023, pp. 243-250. In: *International Archives Of The Photogrammetry, Remote Sensing And Spatial Information Sciences*, vol. XLVIII-M-2-2023, pp. 243-250. <<https://isprs-archives.copernicus.org/articles/XLVIII-M-2-2023/243/2023/>> (consultato il 15 maggio 2024).
- Bocconcino, M. M., Vozzola, M., Pavignano, M. (2023c). Il Disegno nelle strategie per la valorizzazione e l'accessibilità del patrimonio museale universitario: la collezione Curioni del Politecnico di Torino. In: A. Sdegno, V. Riavis (a cura di). *Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione. Atti del II convegno DAI, Udine 1-2 dicembre 2023*, pp. 200-215. Alghero: Publica. <<https://www.publicapress.it/index.php/book/dai2023/>> (consultato il 15 maggio 2024).
- Borri Brunetto, M., (2017). *Collezione Curioni. Inventario DISEG.*
- Carrión García, A. et al. (2012). *Green Paper. Fostering and Measuring 'Third Mission' in Higher Education Institutions*, Valencia: E3M Project.
- Cumino, C. (2022). Modello e Modellizzazione in Matematica. In C. Cumino, M. Pavignano, M., U. Zich. *Geometrie tangibili. Catalogo visuale di modelli per la comprensione della forma architettonica*, pp. 46-49. Roma: Aracne.
- Curioni, G. (1870). *L'arte di fabbricare ossia corso completo di istituzioni teorico-pratiche per gli ingegneri, per gli architetti, per i periti in costruzione e i periti misuratori. Costruzioni civili, stradali ed idrauliche*. Torino: Augusto Federico Negro.
- Curioni, G. (1873). *L'arte di fabbricare ossia corso completo di istituzioni teorico-pratiche per gli ingegneri, per gli architetti, per i periti in costruzione e i periti misuratori. Lavori generali di architettura civile, stradale ed idraulica e analisi dei loro prezzi*. Torino: Augusto Federico Negro.
- Debuch H. E., Iovino S., Parenti G., Stangis L. (2024). The Virtual Museum: How Technology and Virtual Reality May Help Protect and Promote Cultural Heritage. In G. Mastandrea Bonaviri, M. M. Sadowski (Eds.). *Heritage in War and Peace. Legal and Political Perspectives for Future Protection*, pp. 149-64. Cham: Springer.
- Dell'Amico A., Pettineo A., Porcheddu G., Picchio F. (2023). Una narrazione a più dimensioni. In F. Maltomino, S. Parrinello (a cura di). *Arsinoe 3D. Riscoperta di una città perduta dell'Egitto greco-romano*, pp. 239-250. Firenze: Firenze University Press.
- Dichiarazione di Halle (2000). <<https://www.universeum-network.eu/the-declaration-of-halle/>> (consultato il 12 gennaio 2024)
- Faraggiana, G. (1989). *Catalogazione critica delle collezioni di modelli di costruzioni. Classificazione e schede*. In Politecnico di Torino (a cura di). *Capolavori di minuseria al servizio della scienza delle costruzioni. La Collezione ottocentesca di modelli di costruzioni della R. Scuola di Applicazione per Ingegneri di Torino*, pp. 63-98. Torino: Celid.
- Gay, F. (2000). *Intorno agli omolograf. Strumenti e modelli per la geometria descrittiva*. Venezia: Istituto Universitario di Architettura di Venezia.
- Gay, F. (2016a) Chaillot o dell'Architettura. In M. Bogherini, A. Mengoni (a cura di). *Sul mostrare. Teorie e forme del displaying contemporaneo*, pp. 116-131. Milano: Mimesis.
- Gay, F. (2016b). L'incontenibile concretezza dell'eidos: ideazione ed evoluzione degli artefatti. In P. Belardi, A. di Luggo, E. Dotto, F. Gay, F. Maggio, F. Quici (a cura di). *Visualità. Idee per la rappresentazione 7*. Roma: Artgrafica PLS.
- Gay, F. (2020). *"a ragion veduta": immaginazione progettuale, rappresentazione e morfologia degli artefatti*. Alghero: Publica
- Giovannini, E. C. (2023). Digital ecosystems for the virtual fruition of Porta Aurea in Ravenna. In F. Picchio (Ed.). *Digital & Documentation Vol. 5 - From virtual space to information database*, pp. 128-147. Pavia, Pavia University Press. <<https://www.paviauniversitypress.it/catalogo/digital-e-documentation--vol--5/6707>> (consultato il 15 maggio 2024).
- Müller, R. (2009). The notion of a model: a historical overview. In A. W. M. Meijers (Ed.). *Philosophy of technology and engineering science*, Vol. 9, pp. 637-654. Burlington (MA): North Holland.
- Novello, G., Bocconcino, M. M. (2018a). Archivi vivendi: nuove alleanze tra beni conservati, forme di rappresentazione e metodi di diffusione del patrimonio tecnico. In F. Minutoli (a cura di). *ReUSO 2018. L'intreccio dei saperi per rispettare il passato, interpretare il presente, salvaguardare il futuro. Atti del VI Convegno Internazionale ReUSO sulla documentazione, conservazione e recupero del patrimonio architettonico e sulla tutela paesaggistica*. Messina, 11-13 ottobre 2018, pp. 2603- 2614. Roma: Gangemi editore.
- Novello, G., Bocconcino, M. M. (2018b). New methods for the dissemination of the research on the city: multimedia tools for the sharing of documentary archives / Nuovi metodi per la diffusione delle ricerche sulla città: strumenti multimediali per la condivisione degli archivi documentali. In *DISEGNARE CON*, Vol 11, No 21, pp. 19.1-19.14. <<https://disegnarecon.com>>

univaq.it/ojs/index.php/disegnarecon/article/view/487> (consultato il 15 maggio 2024).

Novello, G., Bocconcino, M. M. (2020). Itinerari digitali tra carte e disegni del patrimonio dell'archivio Porcheddu. Le pratiche delle opere torinesi nel periodo 1894-1927. In S. D'Agostino, F. R. d'Ambrosio Alfano (a cura di). *History of Engineering / Storia dell'Ingegneria Proceedings of the 4th International Conference / Atti dell'8° Convegno Nazionale di Storia dell'Ingegneria*. Napoli, 11 dicembre 2020, vol. I, pp. 633-646. Napoli: Cuzzolin. <https://www.aising.eu/wp-content/uploads/2017/01/Atti_VIII_Convegno_2020.pdf> (consultato il 15 maggio 2024).

Pagella, E. (2009). Le collezioni d'arte del regio Museo Industriale Italiano di Torino. Prime ricognizioni per un patrimonio perduto. In V. Marchis (a cura di). *Disegnare, progettare, costruire. 150 anni di arte e scienza nelle collezioni del Politecnico di Torino*, pp. 115-127. Torino: Editris Duemila.

Parrinello, S., Dell'Amico, A., Galasso, F. (2022). Arsinoe 3D. La narrazione digitale di uno scavo archeologico/Arsinoe 3D. A project for the digital narration of an archaeological excavation. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visibilità*. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visibility. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers. Genova, 15-17 settembre 2022, pp. 881-902. Milano: FrancoAngeli.

Picchio F., Pettineo A. (2023). Documentazione e ricostruzione dei reperti archeologici. In F. Maltomino, S. Parrinello (a cura di). *Arsinoe 3D. Riscoperta di una città perduta dell'Egitto greco-romano*, pp. 213-228. Firenze: Firenze University Press.

Ragazzo, F. (1994). I modelli lignei delle opere di Leon Battista Alberti alla mostra di Palazzo Te. In J. Rykwert, A. Engel (a cura di). *Leon Battista Alberti*, pp. 408-411. Milano: Olivetti-Electa.

Sdegno A., Riavis V. (2022). Per un archivio digitale di modelli interattivi di Marcello D'Olivio. In *DISEGNO*, n. 10, pp. 51-64. <<https://disegno.unioneitalianadisegno.it/index.php/diseagno/article/download/370/677/3507>> (consultato il 15 maggio 2024).

Santagati, C., Lo Turco, M. Bocconcino, M. M., Donato, V., Galizia, M. (2017). 3D models for all: low-cost acquisition through mobile devices in comparison with image based techniques. potentialities and weaknesses in cultural heritage domain. In *International Archives of the Photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences*, vol. XLII-2/W8, pp. 221-228. <<https://isprs-archives.copernicus.org/articles/XLII-2-W8/221/2017/>> (consultato il 15 maggio 2024).

Spallone, R. (2018). La misura delle volte. Modelli di superficie per lo studio delle lunette nel Modo di misurare le fabbriche di Guarini | Measuring the vaults. Surface models aiming to study the lunettes in the Modo di misurare le fabbriche by Guarini. In R. Salerno (a cura di). *Rappresentazione/Materiale/Immateriale. Atti del 40° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/ Drawing as (in)tangible representation. Proceedings of the 40th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano, 13-15 settembre 2018, pp. 813-818. Roma: Gangemi.

Tamagno, E. (2009). Gli archivi della creatività. In V. Marchis (a cura di). *Disegnare progettare costruire. 150 anni di arte e scienza nelle collezioni del Politecnico di Torino*, pp. 133-146. Torino: Fondazione Cassa di Risparmio di Torino.

Ugo, V. (2008). *Mimesis. Sulla critica della rappresentazione dell'architettura*. Sant'Arcangelo di Romagna: Maggioli.

Zich, U. (2022). *Cataloghi di Modelli di Superfici Matematiche*. In Cumino, C., Pavignano, M., Zich, U. *Geometrie tangibili. Catalogo visuale di modelli per la comprensione della forma architettonica*, pp. 52-82. Roma: Aracne.