



unione italiana disegno

CONNETTERE CONNECTING un disegno per annodare e tessere *drawing for weaving relationships*

Linguaggi Distanze Tecnologie
Languages Distances Technologies

42° CONVEGNO INTERNAZIONALE
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE DELLA RAPPRESENTAZIONE
CONGRESSO DELLA UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO
ATTI 2021
42th INTERNATIONAL CONFERENCE
OF REPRESENTATION DISCIPLINES TEACHERS
CONGRESS OF UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO
PROCEEDINGS 2021

a cura di/edited by

Adriana Arena
Marinella Arena
Domenico Mediati
Paola Raffa

FrancoAngeli OPEN  ACCESS

diségno

direttore Francesca Fatta

La Collana accoglie i volumi degli atti dei convegni annuali della Società Scientifica UID - Unione Italiana per il Disegno e gli esiti di incontri, ricerche e simposi di carattere internazionale organizzati nell'ambito delle attività promosse o patrocinate dalla UID. I temi riguardano il Settore Scientifico Disciplinare ICAR/17 Disegno con ambiti di ricerca anche interdisciplinari. I volumi degli atti sono redatti a valle di una *call* aperta a tutti e con un forte taglio internazionale.

I testi sono in italiano o nella lingua madre dell'autore (francese, inglese, portoghese, spagnolo, tedesco) con traduzione integrale in lingua inglese. Il Comitato Scientifico internazionale comprende i membri del Comitato Tecnico Scientifico della UID e numerosi altri docenti stranieri esperti nel campo della Rappresentazione.

I volumi della collana possono essere pubblicati sia a stampa che in *open access* e tutti i contributi degli autori sono sottoposti a *double blind peer review* secondo i criteri di valutazione scientifica attualmente normati.

Comitato Scientifico / Scientific Committee

Giuseppe Amoruso *Politecnico di Milano*
Paolo Belardi *Università degli Studi di Perugia*
Stefano Bertocci *Università degli Studi di Firenze*
Mario Centofanti *Università degli Studi dell'Aquila*
Enrico Cicalò *Università degli Studi di Sassari*
Antonio Conte *Università degli Studi della Basilicata*
Mario Docci *Sapienza Università di Roma*
Edoardo Dotto *Università degli Studi di Catania*
Maria Linda Falcidieno *Università degli Studi di Genova*
Francesca Fatta *Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria*
Fabrizio Gay *Università IUAV di Venezia*
Andrea Giordano *Università degli Studi di Padova*
Elena Ippoliti *Sapienza Università di Roma*
Francesco Maggio *Università degli Studi di Palermo*
Anna Osello *Politecnico di Torino*
Caterina Palestini *Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara*
Lia Maria Papa *Università degli Studi di Napoli "Federico II"*
Rossella Salerno *Politecnico di Milano*
Alberto Sdegno *Università degli Studi di Udine*
Chiara Vernizzi *Università degli Studi di Parma*
Ornella Zerlenga *Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli"*

Componenti di strutture straniere

Caroline Astrid Bruzelius *Duke University - USA*
Pilar Chfás *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*
Glaucia Augusto Fonseca *Universidade Federal do Rio de Janeiro - Brasile*
Pedro Antonio Janeiro *Universidade de Lisboa - Portogallo*
Jacques Laubscher *Tshwane University of Technology - Sudafrica*
Cornelie Leopold *Technische Universität Kaiserslautern - Germania*
Juan José Fernández Martín *Universidad de Valladolid - Spagna*
Carlos Montes Serrano *Universidad de Valladolid - Spagna*
César Otero *Universidad de Cantabria - Spagna*
Guillermo Peris Fajarnes *Universitat Politècnica de València - Spagna*
José Antonio Franco Taboada *Universidade da Coruña - Spagna*
Michael John Kirk Walsh *Nanyang Technological University - Singapore*

FrancoAngeli

OPEN ACCESS

Il presente volume è pubblicato in open access, ossia il file dell'intero lavoro è liberamente scaricabile dalla piattaforma FrancoAngeli Open Access (<http://bit.ly/francoangeli-oa>). FrancoAngeli Open Access è la piattaforma per pubblicare articoli e monografie, rispettando gli standard etici e qualitativi e la messa a disposizione dei contenuti ad accesso aperto. Oltre a garantire il deposito nei maggiori archivi e repository internazionali OA, la sua integrazione con tutto il ricco catalogo di riviste e collane FrancoAngeli ne massimizza la visibilità e favorisce la facilità di ricerca per l'utente e la possibilità di impatto per l'autore.

Per saperne di più:

http://www.francoangeli.it/come_pubblicare/pubblicare_19.asp

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: www.francoangeli.it e iscriversi nella home page al servizio "Informatemi" per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità.

CONNETTERE CONNECTING un disegno per annodare e tessere *drawing for weaving relationships*

Linguaggi Distanze Tecnologie
Languages Distances Technologies

42° CONVEGNO INTERNAZIONALE
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE DELLA RAPPRESENTAZIONE
CONGRESSO DELLA UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO
ATTI 2021
42th INTERNATIONAL CONFERENCE
OF REPRESENTATION DISCIPLINES TEACHERS
CONGRESS OF UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO
PROCEEDINGS 2021

Reggio Calabria | Messina 16-17-18 settembre 2021

a cura di/edited by

Adriana Arena
Marinella Arena
Domenico Mediati
Paola Raffa



42° Convegno Internazionale
dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione
Congresso della Unione Italiana per il Disegno
42th International Conference
of Representation Disciplines Teachers
Congress of Unione Italiana per il Disegno

Comitato Scientifico / Scientific Committee

Giuseppe Amoruso Politecnico di Milano
Fabio Basile Università di Messina
Paolo Belardi Università di Perugia
Stefano Bertocci Università di Firenze
Mario Centofanti Università dell'Aquila
Enrico Cicalò Università di Sassari
Daniele Colistra Università Mediterranea di Reggio Calabria
Antonio Conte Università della Basilicata
Gabriel Defranco Universidad Nacional de La Plata
Mario Docci Sapienza Università di Roma
Edoardo Dotto Università di Catania
Maria Linda Falcidieno Università di Genova
Francesca Fatta Università Mediterranea di Reggio Calabria
Àngela García Codoñer Universitat Politècnica de València
Juan Francisco García Nofuentes Universidad de Granada
Fabrizio Gay Università IUAV di Venezia
Gaetano Ginex Università Mediterranea di Reggio Calabria
Andrea Giordano Università di Padova
Massimo Giovannini Università Mediterranea di Reggio Calabria
Marc Hemmerling Technology Arts Science Köln
Mona Hess University of Bamberg
Elena Ippoliti Sapienza Università di Roma
Pedro Antonio Janeiro Universidade de Lisboa
Fakher Kharrat Ecole Nationale d'Architecture de Tunis
Cornelie Leopold Technische Universität Kaiserslautern
Francesco Maggio Università di Palermo
Roser Martínez Ramos Iruela Universidad de Granada
Carlos Montes Serrano Universidad de Valladolid
Pilar Chías Navarro Universidad de Alcalá
Pablo José Navarro Esteve Universitat Politècnica de València
Anna Osello Politecnico di Torino
Spiros Papadopoulos University of Thessaly
Caterina Palestini Università di Chieti-Pescara
Lia Maria Papa Università di Napoli "Federico II"
Rossella Salerno Politecnico di Milano
Alberto Sdegno Università di Udine
José Antonio Franco Taboada Universidad da Coruña
Chiara Vernizzi Università di Parma
Ornella Zerlenga Università della Campania "Luigi Vanvitelli"

Coordinamento Scientifico / Scientific Coordination

Gaetano Ginex Università Mediterranea di Reggio Calabria
Daniele Colistra Università Mediterranea di Reggio Calabria

Coordinamento Editoriale / Editorial Coordination

Paola Raffa Università Mediterranea di Reggio Calabria

Comitato Editoriale / Editorial Committee

Alessio Altadonna Università di Messina
Adriana Arena Università di Messina
Marinella Arena Università Mediterranea di Reggio Calabria
Domenico Mediatì Università Mediterranea di Reggio Calabria
Antonino Nastasi Università di Messina

I testi e le relative traduzioni oltre che tutte le immagini pubblicate sono stati forniti dai singoli autori per la pubblicazione con copyright e responsabilità scientifica e verso terzi. La revisione e redazione è dei curatori del volume.

The texts as well as all published images have been provided by the authors for publication with copyright and scientific responsibility towards third parties. The revision and editing is by the editors of the book.

ISBN digital version 9788835125891

Revisori / Peer Reviewers

Fabrizio Agnello Università di Palermo
Piero Albisinni Sapienza Università di Roma
Luis Agustin Hernandez Universidad de Zaragoza
Giuseppe Amoruso Politecnico di Milano
Adriana Arena Università di Messina
Marinella Arena Università Mediterranea di Reggio Calabria
Pasquale Argenziano Università della Campania "Luigi Vanvitelli"
Barbara Aterini Università di Firenze
Fabrizio Avella Università di Palermo
Alessandra Avella Università della Campania "Luigi Vanvitelli"
Vincenzo Bagnolo Università di Cagliari
Marcello Balzani Università di Firenze
Laura Baratin Università di Urbino "Carlo Bo"
Salvatore Barba Università di Salerno
José Antonio Barrera Vera Universidad de Sevilla
Cristiana Bartolomei Università di Bologna
Carlo Battini Università di Genova
Paolo Belardi Università di Perugia
Stefano Bertocci Università di Firenze
Marco Giorgio Bevilacqua Università di Pisa
Carlo Biagini Università di Firenze
Alessandro Bianchi Politecnico di Milano
Carlo Bianchini Sapienza Università di Roma
Fabio Bianconi Università di Perugia
Enrica Bistagnino Università di Genova
Antonio Bixio Università della Basilicata
Maurizio Marco Bocconcino Politecnico di Torino
Cecilia Bolognesi Politecnico di Milano
Stefano Brusaporci Università dell'Aquila
Massimiliano Campi Università di Napoli "Federico II"
Marco Canciani Università di Roma Tre
Cristina Cándito Università di Genova
Mara Capone Università di Napoli "Federico II"
Laura Carlevaris Sapienza Università di Roma
Laura Carnevali Sapienza Università di Roma
Marco Carpicci Sapienza Università di Roma
Andrea Casale Sapienza Università di Roma
Stefano Chiarenza Università di Napoli "Federico II"
Pilar Chías Universidad de Alcalá
Emanuela Chivoni Sapienza Università di Roma
Massimiliano Ciammaichella Università IUAV di Venezia
Maria Grazia Cianci Università di Roma Tre
Enrico Cicalò Università di Sassari
Giuseppina Cinque Università di Roma "Tor Vergata"
Paolo Clini Università dell'Aquila
Luigi Cocchiarella Politecnico di Milano
Daniele Colistra Università Mediterranea di Reggio Calabria
Antonio Conte Università della Basilicata
Carmela Crescenzi Università di Firenze
Giuseppe D'Acunto Università IUAV di Venezia
Pierpaolo D'Agostino Università di Napoli "Federico II"
Mario Docci Sapienza Università di Roma
Antonella di Luggo Università di Napoli "Federico II"
Edoardo Dotto Università di Catania
Tommaso Empler Sapienza Università di Roma
Maria Linda Falcidieno Università di Genova
Federico Fallavollita Università di Bologna
Marco Fasolo Sapienza Università di Roma
Francesca Fatta Università Mediterranea di Reggio Calabria
Maria Teresa Galizia Università di Catania
Noelia Galvan Universidad de Valladolid
Juan Francisco García Nofuentes Universidad de Granada
Giorgio Garzino Politecnico di Torino
Paolo Giandebaggi Università di Parma
Gaetano Ginex Università Mediterranea di Reggio Calabria
Andrea Giordano Università di Padova

Massimo Giovannini Università Mediterranea di Reggio Calabria
Maria Pompeiana Iarossi Politecnico di Milano
Manuela Incerti Università di Ferrara
Carlo Inglese Sapienza Università di Roma
Pedro Antonio Janeiro Universidade de Lisboa
Sereno Marco Innocenti Università di Brescia
Elena Ippoliti Sapienza Università di Roma
Alfonso Ippolito Sapienza Università di Roma
Fabio Lanfranchi Sapienza Università di Roma
Mariangela Liuzzo Università di Enna "Kore"
Massimiliano Lo Turco Politecnico di Torino
Alessandro Luigini Libera Università di Bolzano
Carlos Marcos Alba Universidad de Alicante
Francesco Maggio Università di Palermo
Federica Maietti Università di Ferrara
Massimo Malagugini Università di Genova
Maria Martone Sapienza Università di Roma
Giovanna A. Massari Università di Trento
Domenico Mediatì Università Mediterranea di Reggio Calabria
Giampiero Mele Università eCampus
Valeria Menchetelli Università di Perugia
Alessandro Merlo Università di Firenze
Barbara Messina Università di Salerno
Giuseppe Moglia Politecnico di Torino
Cosimo Monteleone Università di Padova
Carlos Montes Serrano Universidad de Valladolid
Marco Muscoguri Politecnico di Milano
Anna Osello Politecnico di Torino
Alessandra Pagliano Università di Napoli "Federico II"
Caterina Palestini Università di Chieti-Pescara
Lia Maria Papa Università di Napoli "Federico II"
Leonardo Paris Sapienza Università di Roma
Sandro Parrinello Università di Pavia
Maria Ines Pascariello Università di Napoli "Federico II"
Giulia Pellegri Università di Genova
Nicola Pisacane Università della Campania "Luigi Vanvitelli"
Manuela Piscitelli Università della Campania "Luigi Vanvitelli"
Paolo Piumatti Politecnico di Torino
Paola Puma Università di Firenze
Ramona Quattrini Università dell'Aquila
Paola Raffa Università Mediterranea di Reggio Calabria
Luca Ribichini Sapienza Università di Roma
Andrea Rolando Politecnico di Milano
Adriana Rossi Università della Campania "Luigi Vanvitelli"
Daniele Rossi Università di Camerino
Gabriele Rossi Politecnico di Bari
Michela Rossi Politecnico di Milano
Maria Elisabetta Ruggiero Università di Genova
Michele Russo Sapienza Università di Roma
Rossella Salerno Politecnico di Milano
Antonella Salucci Università di Chieti-Pescara
Cettina Santagati Università di Catania
Salvatore Santuccio Università di Camerino
Nicolò Sardo Università di Camerino
Alberto Sdegno Università di Udine
Giovanna Spadafora Università di Roma Tre
Roberta Spallone Politecnico di Torino
Maurizio Unali Università di Chieti-Pescara
Graziano Mario Valenti Sapienza Università di Roma
Rita Valenti Università di Catania
Victor Hugo Velasquez Universidad Nacional de Colombia
Chiara Vernizzi Università di Parma
Daniele Villa Politecnico di Milano
Marco Vitali Politecnico di Torino
Andrea Zerbi Università di Parma
Ornella Zerlenga Università della Campania "Luigi Vanvitelli"

Copyright © 2021 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

Publicato con licenza Creative Commons Attribuzione-Non Commerciale-Non opere derivate
4.0 Internazionale (CC-BY-NC-ND 4.0)

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

11

Francesca Fatta
Prefazione | Preface

LINGUAGGI LANGUAGES

19

Sabrina Acquaviva
Documentare la memoria storica.
Linguaggi digitali per la gestione del patrimonio archeologico
Documenting Historical Memory. Digital Languages to Manage
the Archaeological Heritage

37

Alessio Altadonna, Adriana Arena
I linguaggi della rappresentazione: i disegni della fontana di Orione a Messina
tra il XVI e il XXI secolo
The Languages of the Representation: the Drawings of the Orion Fountain
in Messina between the 16th and the 21st Century

61

Marinella Arena, Daniele Colistra, Domenico Mediatì
Arte e architettura. Teoria e prassi del meme dominante
Art and Architecture. Theory and Practice of the Dominant Meme

85

Pasquale Argenziano
Il disegno della città nelle tavole del De Nola.
Metodi della rappresentazione e della tipografia
City Drawing in De Nola's Tables.
The Representation Methods and Typographic Analysis

103

Greta Attademo
La rappresentazione dello spazio nei videogiochi
The Representation of Space in Videogames

123

Martina Attenni, Alfonso Ippolito, Claudia Palmadessa
Indispensabili Utopie: Jakov Georgievič Černichov
Indispensable Utopias: Jakov Georgievič Černichov

141

Alessandra Avella
Il disegno della città nelle tavole del De Nola.
Analisi geometrico-dimensionale delle iconografie
City Drawing in De Nola's Tables.
Geometric-Dimensional Analysis of the Iconographies

159

Leonardo Baglioni, Marco Fasolo, Matteo Flavio Mancini, Sofia Menconero
I sistemi evolutivisti nella ricerca della forma ideale
Evolutionary Algorithms in the Search for the Ideal Form

179

Leonardo Baglioni, Marta Salvatore
Andrea Pozzo e l'arte dei linguaggi scenici
Andrea Pozzo and the Art of Scenic Languages

197

Piero Barlozzini, Laura Carnevali, Fabio Lanfranchi
Dal rilievo all'analisi grafica della basilica
di Santa Maria in Foro Claudio a Ventaroli
From Surveying to Graphical Analysis of the Basilica
of Santa Maria in Foro Claudio in Ventaroli

215

Cristiana Bartolomei, Cecilia Mazzoli, Caterina Morganti
The Language of Rendering in Architectural Visualisations

225

Rachele Angela Bernardello, Andrea Momolo
Connessioni figurative e informative tra lo spazio costruito
e lo spazio pittorico
Figurative and Informative Relations between the Built Space
and the Pictorial Space

245

Paolo Barin, Devid Campagnolo, Alberto Langhin
Testo, modello, diagramma: continuità e aggiornamento
dei linguaggi per la rappresentazione
Text, Model, Diagram: Representation as a Changing Language

261

Giovanni Caffio
Atlante dei borghi solitari: il disegno per le micro-città d'Abruzzo
Atlas of Lonely Towns: the Drawing for Abruzzo's Micro-Cities

285

Marco Canciani, Giovanna Spadafora, Paola Brunori, Francesca Laganà
Il lessico formale dell'architettura storica:
il caso del centro storico di Sambiasi
The Formal Lexicon of Historic Architecture:
the Case of the Historic Center of Sambiasi

307

Marco Canciani, Francesca Romana Stabile, Valentina Apostoli
Linguaggi architettonici tra presente e passato:
la borgata giardino del Pigneto
Architectural Languages between Past and Present:
the Garden City of Pigneto

329

Davide Carleo, Martina Gargiulo, Luigi Corniello, Michelangelo Scorpio,
Giovanni Ciampi, Pilar Chías Navarro
Il linguaggio dell'architettura funzionale e della memoria
nel Parco del Retiro a Madrid
The Language of Functional Architecture and Memory
in the Retiro Park in Madrid

353

Marco Carpi, Antonio Schiavo
La facciata della Basilica di San Pietro:
connessioni tra Luigi Moretti e Alberto Carpi
The Façade of St. Peter's Basilica:
Connections between Luigi Moretti and Alberto Carpi

371

Matteo Cavaglià, Luigi Cocchiarella, Veronica Fazzina, Simone Porro
Tracking Future Graphics Education through Virtual Dystopian Spaces

378

Gerardo Maria Cennamo
Ermeneutica della rappresentazione:
la preminenza del disegno nel confronto pluridisciplinare
Representation's Hermeneutics:
the Supremacy of the Drawing in the Multidisciplinary Comparison

394

Santi Centineo
Da selezione a elezione: sintesi, antitesi e tesi
nell'ideazione grafica di Buzzi
From Selection to Election: Synthesis, Antithesis and Thesis
in Buzzi's Graphic Ideation

414

Stefano Chiarenza
L'illustrazione di moda tra arte, comunicazione e progetto
Fashion Illustration between Art, Communication and Project

432

Pilar Chías Navarro, Tomás Abad
La construcción de los paisajes del Palacio Real de Madrid,
Siglos XVI-XX
Planned and Built Landscapes Around the Palacio Real in Madrid,
16th to 20th Centuries

- 452
Emanuela Chiavani, Sara Colaceci, Federico Rebecchini
Un disegno più vasto. Linguaggi, distanze & psicologie
A Wider Drawing. Languages, Distances & Psychologies
- 472
Maria Grazia Cianci, Daniele Calisi, Sara Colaceci, Matteo Molinari
Nuove e vecchie immagini della didattica: reale e virtuale
New and Old Images of Teaching: Real and Virtual
- 490
Margherita Cicala
Approcci metodologici finalizzati alla conoscenza geometrica di torri e campanili
Methodological Approaches Aimed at the Geometric Knowledge of Towers and Bell Towers
- 510
Enrico Cicalò, Marta Pileri, Michele Valentino
Connessione tra saperi. Il contributo delle scienze grafiche nella ricerca in ambito medico
Connecting Knowledge. The Contribution of Graphic Sciences to Medical Research
- 528
Paolo Clini, Ramona Quattrini, Romina Nespeca, Renato Angeloni, Mirco D'Alessio
L'Adriatico come accesso alla cultura tangibile e intangibile dei porti: il Virtual Museum di Ancona
Adriatic Sea as an Access to the Tangible and Intangible Culture of Ports: the Ancona Virtual Museum
- 548
Sara Conte, Valentina Marchetti
Progettisti a fumetti: quando la nona arte parla di progetto
Designers in Comics: When the Ninth Art Talks about Design
- 566
Luigi Corniello, Gennaro Pio Lento, Angelo De Cicco
Codici, spazi, processi. I monasteri del Monte Athos
Codex, Spaces, Processes. The Monasteries of Mount Athos
- 590
Domenico Crispino, Luigi Corniello
L'armonia del linguaggio dei Giardini Paesaggistici nell'Europa di fine '700
The Harmony of Language in Landscape Gardens in Late 18th Century Europe
- 608
Valeria Croce, Gabriella Caroti, Livio De Luca, Andrea Piemonte, Philippe Véron, Marco Giorgio Bevilacqua
Tra Intelligenza Artificiale e H-BIM per la descrizione semantica dei beni culturali: la Certosa di Pisa
Artificial Intelligence and H-BIM for the Semantic Description of Cultural Heritage: the Pisa Charterhouse
- 626
Caterina Cumino, Martino Pavignano, Ursula Zich
Proposta di un catalogo visuale di modelli per lo studio della forma architettonica tra Matematica e Disegno
Visual Catalog of Models for the Study of Architectural Shapes between Mathematics and Drawing: a New Proposal
- 646
Gabriella Curti
Sul linguaggio grafico di sintesi: segni e simboli nel mondo reale e virtuale
Innovation in Language: Signs and Symbols in the Real World and Virtual Reality
- 662
Massimo De Paoli, Luca Ercolin
I Colomba e i Reti: la decorazione a stucco nella chiesa delle Grazie in Brescia
The Colomba and the Reti: Plaster Decorations in the Church of Delle Grazie in Brescia
- 680
Tommaso Empler, Adriana Caldarone, Elena D'Angelo
Una Roma in cui giocare: ricostruzioni 3D e serious games dalla pianta del Nolli
A Rome to Play in: 3D Reconstructions and Serious Games from Nolli Plant
- 700
Cristian Farinella, Raissa Garozzo, Lorena Greca, Martino Pavignano, Jessica Romor
Connettere per conoscere e comunicare: sviluppi dell'applicazione UID 3.0
Connecting to Know and Communicate: Development of the UID 3.0 Application
- 722
Cristian Farinella, Lorena Greco
Il linguaggio grafico di Hugh Ferriss tra chiaroscuro e illustrazione 3D
The Graphic Language of Hugh Ferriss between Chiaroscuro and 3D Illustration
- 740
Mariateresa Galizia, Graziana D'Agostino, Andrés Payà Rico, Giuseppe Maria Spera
The Castle of Mussomeli (CL) and its Stables: an Educational and Connecting Space between Local Historical Heritage Sites
- 749
Francesca Gasparetto, Laura Baratin
Open Conservation: tecniche di rappresentazione a supporto dell'iter conservativo
Open Conservation: Representation Techniques to Support the Conservative Process
- 765
Paolo Giordano
Il disegno di restauro
The Restoration Drawing
- 783
Manuela Incerti, Paola Foschi
Pietro Fiorini e la prospettiva su Bologna
Pietro Fiorini and the Perspective on Bologna
- 805
Carlo Inglese, Roberto Barni, Marika Griffò
3D Archeolandscape. Pantalica rupestre
3D Archeolandscape. Rupestrian Pantalica
- 825
Sereno Innocenti
"Abitare con sé stessi". Dalla stanza sull'albero al Casello RAV (Reparto Alta Velocità) di Manerba del Garda (BS)
"Living With Yourself". From the Tree Room to the Toll Booth RAV (High Speed Department) in Manerba del Garda (BS)
- 841
Pedro António Janeiro
A Heurística do Desenho e a sua Aparente Lateralidade à Arquitectura: Meadas, nós e novelos
The Heuristic of Drawing and its Apparent Laterality to Architecture: Hanks, Knots and Balls of Yarn
- 859
Gennaro Pio Lento, Fabiana Guerriero, Luigi Corniello, Pedro António Janeiro
Linguaggi architettonici ed esoterici per la rappresentazione della Quinta da Regaleira a Sintra
Architectural and Esoteric Languages for the Representation of the Quinta da Regaleira in Sintra
- 879
Alessandro Luigini
Riviste scientifiche nel settore ICAR17: analisi quantitativa delle keywords e dei temi di ricerca
Scientific Journals in ICAR17: Quantitative Analysis of Keywords and Research Topics
- 901
Manuela Milone
From Detail to Project: House Caiozzo-Facciola
- 909
Vincenzo Moschetti
Imago Sylvae. Strumenti di attraversamento e rappresentazione dello spazio selvatico
Imago Sylvae. Instruments for Navigating and Representing the Wilderness
- 925
Daniela Palomba, Simona Scandurra
La linea curva che avvolge lo spazio
The Curved Line that Envelops the Space
- 945
Domenico Pastore
Dalla superficie al volume. Un'indagine grafica del progetto Solidi di Cesare Leonardi
From Surface to Solid. A Close Reading about Cesare Leonardi's Project Solids
- 963
Anna Lisa Pecora
Il linguaggio grafico e gli indizi pittorici per una comunicazione inclusiva dello spazio
Graphic Language and Pictorial Clues for an Inclusive Communication of Space
- 979
Javier Peña Gonzalvo, Luis Agustín Hernández
Análisis y composición geométrica del frente norte de la capilla de San Miguel, la seo de Zaragoza
Analysis and Geometric Composition of the North Front of the San Miguel Chapel, the Seo of Zaragoza
- 995
Giulia Pettoello
Quando l'architettura è illustrazione: la comunicazione del progetto
When Architecture is Illustration: Communicating the Project
- 1013
Nicola Pisacane
Il disegno della città nelle tavole del De Nola.
Analisi degli aspetti geografici e cartografici
City Drawing in De Nola's Tables.
Geographical and Cartographical Analysis Features

1029

Manuela Piscitelli

Il linguaggio grafico modernista nelle pagine di *Pencil Points*
The Modernist Graphic Language in the Pages of *Pencil Points*

1047

Fabiana Raco

Le intenzioni di progetto. Disegno, rilievo e documentazione di luoghi della rappresentazione
The Purpose of Design. Drawing, Survey and Documentation of the Places of Performance

1063

Luca Ribichini, Vito Rocco Panetta, Antonio Schiavo, Lorenzo Tarquini, Ivan Valcerca

Exedra: il disegno dello spazio romano tra geometria e percezione
Exedra: Designing Space in Rome. Geometry and Perception

1085

Daniele Rossi

Closer Than We Think: visioni del futuro dell'alimentazione nelle illustrazioni di Arthur Radebaugh
Closer Than We Think: Visions of the Future of Food in the Illustrations of Arthur Radebaugh

1105

Michele Russo

La prospettiva curiosa in acqua: un nuovo linguaggio anamorfico
The Curious Perspective in Water: a New Anamorphic Language

1123

Marcello Scalzo

Riflessioni sul linguaggio grafico nei poster di Savignac
Reflections on the Graphic Language of Savignac's Poster

1143

Alberto Sdegno, Silvia Masserano, Veronica Riavis

Tre chiese a Trieste: per un'analisi grafica comparativa
Three Churches in Trieste: for a Comparative Graphic Analysis

1161

Francesco Stilo, Crystel Mamazza

Architettura sacra lungo le sponde del fiume Eufrate. Dura-Europos, il primo edificio di culto cristiano
Sacred Architecture Along the Banks of the Euphrates River. Dura Europos, the First Building for Christian Worship

1179

Ana Tagliari, Wilson Florio

Le Corbusier's *Maisons Sans Lieu*. Reconstructive Redrawing. Digital and Physical Model of Unbuilt Architecture

1188

Ana Tagliari, Wilson Florio, Luca Rossato

The Representation of Staircases in the Architecture of Lina Bo Bardi

1198

Ilaria Trizio, Adriana Marra, Francesca Savini, Andrea Ruggieri

L'architettura vernacolare e i suoi linguaggi: verso un'ontologia dei centri storici minori
The Vernacular Architecture and its Languages: Towards an Ontology of the Minor Historic Centres

1216

Pasquale Tunzi

La vulgarizzazione del disegno tecnico
The Vulgarisation of Technical Drawing

1228

Francesca Maria Ugliotti, Anna Osello

Il disegno riscopre la sua intrinseca resilienza multidisciplinare
Drawing Rediscovered its Intrinsic Multidisciplinary Resilience

1242

Maurizio Unali

Rappresentare significa innescare ibridazioni culturali: il caso *Light Show '60*
To Represent Means Triggering Cultural Hybridizations: the Case *Light Show '60*

1256

Starlight Vattano

Distanze digitali nella danza disegnata. Schemi sulle coreografie dei *Ballets Russes*
Digital Distances in the Drawn Dance. Schemas on the *Ballets Russes* Performances

1274

Marco Vitali, Concepción López González, Giulia Bertola, Fabrizio Natta

Percorsi cerimoniali e organizzazione distributiva nei palazzi barocchi torinesi. Palazzo Capris di Ciglié
Ceremonial Ways and Distribution in the Baroque Palaces of Turin. Palazzo Capris di Ciglié

1294

Ornella Zerlenga, Vincenzo Cirillo

La tecnologia *Polaroid* fra linguaggi e distanze. Una suggestione videografica per i tempi di Covid-19
Polaroid Technology between Languages and Distances. A Video-Graphic Suggestion for the Covid-19 Times

DISTANZE DISTANCES

1318

Marta Alonso Rodríguez, Noelia Galván Desvaux, Raquel Álvarez Arce

Apprendendo a mirar. La copia come metodologia de enseñanza en las asignaturas de dibujo durante el confinamiento
Learning How to Watch. Copying as Learning Methodology in Drawing Courses During Confinement

1334

Paolo Belardi, Valeria Menchetelli, Giovanna Ramaccini

diDaD - disegno e Didattica a Distanza. Tre esperienze di rimediamento
diDaD - Drawing and Distance Learning. Three Remediation Experiences

1352

Stefano Bertocci, Anastasia Cottini

Itinerari di Architettura Moderna a São Paulo, Brasile
Modern Architecture Itineraries in São Paulo, Brazil

1370

Alessandra Bianchi

Ecosystems and Green Connections: Representation and Strategy for Cremona Landscape

1381

Rosario Giovanni Brandolino, Paola Raffa

L'ultra-distanza e l'epifenomeno della finitezza, tra distanza e Distanza
Ultra-Distance and the Epiphenomenon of Finitude, between 'distance' and Distance

1397

Stefano Brusaporci, Pamela Maiezza, Alessandra Tata, Mario Centofanti

Ricostruire per riscoprire storie: la chiesa di S. Francesco a Piazza Palazzo all'Aquila
Rebuilding to Rediscover Stories: the Church of S. Francesco in Piazza Palazzo, L'Aquila

1415

Cristina Cándito, Alessandro Meloni

Il contributo della rappresentazione alla percezione dell'architettura. Orientamento, connessioni spaziali e accessibilità
The Contribution of Representation to the Perception of Architecture. Orientation, Spatial Connections and Accessibility

1435

Alessio Cardaci

Il disegno per l'infanzia al tempo della pandemia: l'esperienza del C.I. di Disegno, Arte e Musica di UniBg
Drawing for Children in Pandemic Era: the Experience of the C.I. of Drawing, Art and Music of UniBg

1451

Laura Carnevali, Fabio Colonnese

Insegnare il disegno di architettura tra pandemia e semestralizzazione
Teaching Architecture Drawing between Pandemic and Semi-Annualization

1471

Massimiliano Ciammaichella

Il disegno della danza. Notazione e controllo dello spazio performativo
Drawing of the Dance. Notation and Performative Space Control

1489

Federico Gioli, Roberta Ferretti

L'asse urbano dal Duomo a Ponte Vecchio a Firenze: sistemi di attività affini e commercio su suolo pubblico
The Urban Axis from Duomo to Ponte Vecchio in Florence: Commercial Activities Systems and Street Trading

1507

Alessandra Cirafici, Carlos Campos

L'occhio immobile di *Quad* che ferma il mondo
Quad's Motionless Gaze that Stops the World

1525

Giuseppe D'Acunzio, Antonio Calandriello

Un 'disegno' alternativo: linguaggi, strumenti e metodologie di un'esperienza didattica ai tempi del Covid-19
An Alternative 'Drawing': Languages, Tools and Methodologies of a Teaching Experience at the Time of Covid-19

1545

Saverio D'Auria, Lia Maria Papa

Connessioni (im)materiali per una rigenerazione sostenibile
(IM)Material Connections for a Sustainable Regeneration

1563

Pia Davico

Connessioni tra città e immagini per tessere inediti legami sociali
Connections between Cities and Images to Weave Unprecedented Social Links

1581

Eleonora Di Mauro, Salvatore Damiano

Disegnare il non costruito: la Caserma-Teatro G.I.L. di Luigi Moretti a Piacenza
Drawing the Unbuilt: the Caserma-Teatro G.I.L. by Luigi Moretti in Piacenza

1601

Edoardo Dotto

Fuori luogo. Contatti uditivi tra Ottocento e Novecento
Out of Place. Auditory Contacts between
the Nineteenth and Twentieth Centuries

1615

Maria Linda Falcidieno, Enrica Bistagnino, Alessandro Castellano,

Massimo Malagugini, Ruggero Torti, Maria Elisabetta Ruggiero

Modus in rebus
Modus in Rebus

1633

Isabella Friso, Gabriella Liva

Allentare le distanze: una esperienza didattica di fruizione espositiva virtuale
Loosening Distances: an Educational Experience of Virtual Exhibition Fruition

1649

Raissa Garozzo, Cettina Santagati

Nuove prospettive sulla ferrovia Circumetnea:
un viaggio tra archivi e rappresentazione digitale
Novel Perspectives on the Circumetnea Railway:
a Journey Across Archives and Digital Representation

1669

Gaetano Ginex, Francesco Trimboli, Sonia Mercurio

Il caso della città di Shibam nello Yemen del Sud.
Conoscenza e monitoraggio avanzato del patrimonio culturale
The Case of the City of Shibam in South Yemen.
Knowledge and Advanced Monitoring of Cultural Heritage

1689

Massimiliano Lo Turco, Elisabetta Caterina Giovannini, Andrea Tomalini

Valorizzazione del patrimonio immateriale attraverso le tecnologie
digitali: la Passione di Sordevolo
Enhancing Intangible Heritage through Digital Technologies:
La Passione di Sordevolo

1709

Cecilia Luschi

Il disegno che supera linguaggi e distanze.
La missione archeologica italiana di AskGate
The Design Transcending Languages and Distances.
The Italian Archaeological Mission of AskGate

1725

Federica Maietti, Andrea Zattini

Between Survey and Communication. On Distance Experiences

1734

Rosario Marrocco

I disegni della Luna e di Marte di Galileo e Schiaparelli.
Analisi sui disegni e sulle immagini di un altro mondo
Drawings of the Moon and Mars by Galileo and Schiaparelli.
Analysis on Drawings and Images of Another World

1760

Sofia Menconero

Distanze illusorie: l'uso della prospettiva aerea nelle Carceri piranesiane
Illusory Distances: the Use of Aerial Perspective in Piranesi's Carceri

1780

Daniele Giovanni Papi

La campagna d'Egitto: il contributo essenziale
di Bonaparte e Monge alla moderna egittologia
The Egypt Campaign: the Essential Contribution
of Bonaparte and Monge to Modern Egyptology

1796

Claudio Patanè, Dario Calderone

L'invisibile rivelato. Disamina e progetto per un itinerario
museale diffuso dell'antica Contea di Mascali
The Invisible Revealed. Analysis and Plan for a Widespread
Museum Itinerary of the Ancient County of Mascali

1814

Anna Sanseverino, Victoria Ferraris, Davide Barbato, Barbara Messina

Un approccio collaborativo di tipo BIM per colmare
distanze fisiche, sociali e culturali
A BIM Collaborative Approach to Overcome
Physical, Social and Cultural Distances

1832

Michele Valentini, Enrico Cicalò, Marta Pileri

Dalla didattica epistolare alla didattica digitale. Tradizione e attualità dell'appren-
dimento a distanza del disegno
From Epistolary to Digital Teaching. Tradition and Relevance of Distance
Learning of Drawing

1848

Marta Zerbini

Tempo e Spazio negli itinerari di viaggio: la costa mediterranea di levante
Time and Space in Travel Itinerary: the East Coast of Mediterranean Sea

TECNOLOGIE TECHNOLOGIES

1866

Fabrizio Agnello, Mirco Cannella

Sperimentazione di una procedura per la creazione
di un atlante digitale per la documentazione dei soffitti lignei dipinti di Sicilia
A Workflow for the Creation of a Digital Atlas
for the Documentation of the Painted Wooden Ceilings of Sicily

1884

Laura Aiello

I disegni di viaggio di Étienne Gravier.
Restituzioni prospettiche e ipotesi ricostruttive
Travel Drawings by Étienne Gravier.
Perspective Restitution and Reconstructive Hypotheses

1902

Giuseppe Amoruso, Sara Conte, Polina Mironenko

Rappresentazione dell'intangibile, cultura beduina e tecnologie per connettere
Representation of the Intangible, Bedouin Culture and Technologies to Connect

1922

Sara Antinozzi, Diego Ronchi, Salvatore Barba

3Dino System, come accorciare le distanze nei rilievi di precisione
3Dino System, Shortening Distances in Precision Surveys

1942

Giuseppe Antuono

Sistemi e modelli integrati di conoscenza e visualizzazione.
Il 'Bosco' del Real Sito di Portici
Integrated Systems and Knowledge and Visualisation Models.
The 'Woods' of the Royal Site of Portici

1962

Marco Aprea, Giovanna Cacudi, Gabriele Rossi, Francesca Sisci

Rilievo dell'ex Ospedale dello Spirito Santo a Lecce
per la valutazione e riduzione del rischio sismico
Survey of Ex Ospedale dello Spirito Santo in Lecce
for Seismic Risk Assessment and Reduction

1978

Fabrizio Avella

Il secondo concorso per il Parlamento di Ernesto Basile.
Criteri di modellazione e stampa 3D
The Second Competition for the Parliament Building in Rome
by Ernesto Basile. 3D Modelling and Printing Criteria

1998

Fabrizio Banfi

Modelli dinamici interattivi per il patrimonio costruito
Dynamic Interactive Models for Built Heritage

2014

Carlo Battini, Marcella Mancusi, Mauro Stallone

Rilievo tridimensionale e virtualizzazione di sculture in marmo
del Museo Archeologico Nazionale di Luni
Three-dimensional Survey and Virtualization of Marble Sculptures
from the National Archaeological Museum of Luni

2036

Carlo Bianchini, Alekos Diacodimitri, Marika Griffò

Lost in conversion. Gli archivi fotografici tra analogico e digitale
Lost in Conversion. Photographic Archives between Analogue and Digital

2062

Fabio Bianconi, Marco Filippucci, Lara Anniboletti, Tiziana Caponi

Eredità archeologiche. Linguaggi, distanze,
tecnologie dal rilievo classico ai modelli digitali immersivi
Archaeological Heritage. Languages, Distances,
Technologies from Classic Architectural Survey to Immersive 3D-Modeling

2092

Matteo Bigongiari

Il rilievo digitale di una fabbrica del Quattrocento:
la Sagrestia Vecchia di San Lorenzo
Digital Survey of a Building Site of the Fifteenth Century:
the Sagrestia Vecchia in San Lorenzo

- 2110
Stefano Brusaporci, Alessandra Tata, Pamela Maiezza
The "LoH - Level of History" for an Aware HBIM Process
- 2119
Mara Capone, Emanuela Lanzara
Artefatti cognitivi interattivi web-based:
edutainment per il patrimonio culturale
Web-based Interactive Cognitive Artifacts:
Edutainment for Cultural Heritage
- 2137
Eduardo Carazo, Álvaro Moral, David Mahamud
Restitución de las villas no construidas de Le Corbusier
en India mediante la mirada de Lucien Hervé
Restitution of Le Corbusier's Unbuilt Villas
in India through the Eyes of Lucien Hervé
- 2151
Alessio Cardaci, Francesco Sala
La Pala del Moretto della Chiesa di Sant'Andrea:
una traduzione 3D per la fruizione di soggetti con disabilità visiva
The Pala del Moretto of the Church of Sant'Andrea:
a 3D Translation for People with Visual Disabilities
- 2173
Lorenzo Ceccon, Virginia Vecchi
Weaving Thoughts and Reality through Drawing:
New Technologies and Emerging Cognitive and Epistemological Paradigms
- 2181
Valeria Cera
L'interoperabilità tra software BIM e gaming.
Una sperimentazione aperta per l'architettura storica
Interoperability between BIM and Gaming Software.
An Open Experimentation for Historical Architecture
- 2199
Pierpaolo D'Agostino
La rappresentazione grafico-tecnica al tempo del 4.0.
Una riflessione sulla transizione digitale
Technical Graphic Representation in the 4.0 Era.
A Reflection about the Digital Transition
- 2211
Giuseppe Di Gregorio
Il disegno dei mosaici dell'ambulacro della Grande Caccia
nella villa Philosophiana di Piazza Armerina
The Drawing of the Mosaic Ambulatory of the Great Hunt
in the Philosophiana Villa in Piazza Armerina
- 2231
Alekos Diacodimitri
Virtual Plein Air. Quando il disegno dal vero diventa virtuale:
l'esperienza del Parco del Colle Oppio di Roma
Virtual Plein Air. When Life Drawing Becomes Virtual:
the Experience of Colle Oppio Park in Rome
- 2247
Vincenzo Donato, Carlo Biagini, Alessandro Merlo
H-BIM per il progetto di recupero della Facoltà di Arte Teatrale della Havana
H-BIM for the Faculty of Theatral Art of Havana
- 2265
Tommaso Empler, Alexandra Fusinetti
Dal rilievo strumentale ai pannelli informativi tattili per un'utenza ampliata
From Instrumental Surveys to Tactile Information Panels for Visually Impaired
- 2283
Marika Falcone, Massimiliano Campi
Il Quadriportico della Cattedrale di S. Matteo:
sensori low cost per rilievi di rapid mapping
The Quadriportico of the Cathedral of S. Matteo:
Low-Cost Sensors for Rapid Mapping Surveys
- 2301
Laura Farroni, Giulia Tarei
Lo sguardo connettivo: le macchine per disegnare in prospettiva
tra XVI e XVII secolo
Connective Eyesight: Tools for Perspective Drawings
between XVI e XVII Century
- 2319
Fausta Fiorillo, Marco Limongiello, Cecilia Bolognesi
Integrazione dei dati acquisiti con sistemi image-based e range-based
per una rappresentazione 3D efficiente
Image-Based and Range-Based Dataset Integration
for an Efficient 3D Representation
- 2337
Mara Gallo
Le 'fonti' delle connessioni
The 'Sources' of Connections
- 2353
Sara Gonizzi Barsanti, Adriana Rossi
Scan-to-HBIM e Gis per la documentazione dei beni culturali:
un'utile integrazione
Scan-to-HBIM and Gis Technologies for the Documentation of Cultural Heritage:
a Useful Integration
- 2367
Manuela Incerti, Gianmarco Mei, Anna Castagnoli
Ubaldo Castagnoli e la piscina pensile del Palazzo dei Telefoni di Torino
Ubaldo Castagnoli and the Hanging Swimming Pool of the Palazzo dei Telefoni
in Turin
- 2385
Federico Mario La Russa, Cettina Santagati
Rilievo Urbano e City Information Modelling
per la valutazione della vulnerabilità sismica
Urban Survey and City Information Modelling
for Seismic Vulnerability Assessment
- 2403
Victor-Antonio Lafuente Sánchez, Daniel López Bragado
Videomapping arquitectónico:
la tecnología al servicio de la renovación del espacio
Architectural Videomapping: Technology at the Service of Space Renovation
- 2421
Gaia Lavoratti
Nelle Terre del Ghiberti.
Virtual Installation for Cultural Heritage Valorization
Through the Lands of Ghiberti.
Virtual Installation for Cultural Heritage Valorization
- 2437
Giulia Lazzari, Alessandro Manghi
Modelli interpretativi per la fruizione digitale delle architetture wideninghe
Interpretative Models for the Digital Fruition of Wideninghe Architectures
- 2455
Luca Masiello, Daniela Oreni, Mauro Severi
Un modello HBIM per la catalogazione dei restauri e la gestione degli interventi:
la Rocca estense di San Martino in Rio
A HBIM Model to Catalogue the Restorations and to Manage the Interventions:
the Rocca Estense of San Martino in Rio
- 2471
Marco Medici, Federico Ferrari
Realtà Virtuale e Aumentata per la valorizzazione
dell'Historical Archives Museum di Hydra
Virtual and Augmented Reality Applications
for Enhancement of the Historical Archives Museum of Hydra
- 2493
Alessandro Merlo, Matteo Bartoli
Modelli interpretativi a servizio dell'arte:
la porta del paradiso di Lorenzo Ghiberti
Interpretative Models Employed by Art:
the Gates of Paradise by Lorenzo Ghiberti
- 2513
Caterina Palestini, Alessandro Basso
Rilevamento a distanza: una metonimia per sperimentazioni
tra didattica e ricerca
Remote Sensing: a Metonym for Experimentation
between Teaching and Research
- 2535
Alice Palmieri
Paesaggi urbani tra tradizione e fruizione virtuale:
un viaggio tra sperimentazioni di estetica digitale
Urban Landscapes between Tradition and Virtual Fruition:
a Journey through Experiments in Digital Aesthetics
- 2549
Rosaria Parente
Disegno di rilievo fondativo di una ricerca multidisciplinare
presso il Complesso degli Incurabili
Design of Originating Survey of a Multidisciplinary Research
at the Complex of the Incurables
- 2571
Maurizio Peticarini, Valeria Marzocchella, Giovanni Mataloni
A Cycle Path for the Safeguard of Cultural Heritage:
Augmented Reality and New LiDAR Technologies

2580

Barbara Piga, Gabriele Stancato, Nicola Rainisio, Marco Boffi, Giulio Faccenda
Emotions and Places. An Investigation through Virtual Reality

2587

Giorgia Potestà

Modellazione BIM parametrica e Trattati: analogie nella rappresentazione dell'ordine architettonico
Parametric BIM Modeling and Treatises: Analogies in the Representation of the Architectural Order

2607

Marta Quintilla

Desarrollo de un Web-GIS para el patrimonio arquitectónico Mudéjar
Development of a Web-GIS for the Mudéjar Architectural Heritage

2621

Adriana Rossi, Lucas Fabian Olivero, António Bandeira Araújo

Spazi digitali e modelli immersivi: applicazioni di prospettiva cubica
Digital Environments and Immersive Models: Applications of Cubical Perspective

2643

Miguel Sancho Mir, Beatriz Martín Domínguez, Angélica Fernández-Morales
Relaciones entre la muralla y la forma urbana a través de la cartografía: el caso de Teruel
Relations between the Wall and Urban Form through Cartography: the Case of Teruel

2659

Roberta Spallone, Fabrizio Lamberti, Marco Guglielminotti Trivel, Francesca Ronco, Serena Tamantini

AR e VR per la comunicazione e fruizione del patrimonio al Museo d'Arte Orientale di Torino
AR and VR for Heritage Communication and Fruition at the Museo d'Arte Orientale of Turin

2677

Marco Vedoà

Combining Digital and Traditional Representation Techniques to Promote Everyday Cultural Landscapes

2686

Cesare Verdoscia, Antonella Musicco, Michele Buldo, Riccardo Tavalare, Naemi Pepe

La documentazione digitale del patrimonio costruito attraverso l'A-BIM. Il caso studio delle Terme di Diocleziano, Roma
The Digital Documentation of Cultural Heritage through A-BIM. The Case Study of the Baths of Diocletian, Rome

2704

Chiara Vernizzi, Roberto Mazzi

Dal reale al virtuale: quando la tecnologia accorcia le distanze
From Real to Virtual: when Technology Shortens Distances

2722

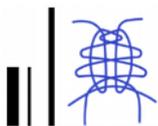
Alessandra Vezzi, Beatrice Stefanini

Strategie di musealizzazione dinamica per nuovi ambiti di memoria: il progetto DHoMus
Dynamic Musealization Strategies for New Areas of Memory: the DHoMus Project

2740

Gianluca Emilio Ennio Vita

Disegno, Paradigma Informatico e Intelligenza Artificiale
Drawing, Computer Science Paradigm and Artificial Intelligence



H-BIM per il progetto di recupero della Facoltà di Arte Teatrale della Havana

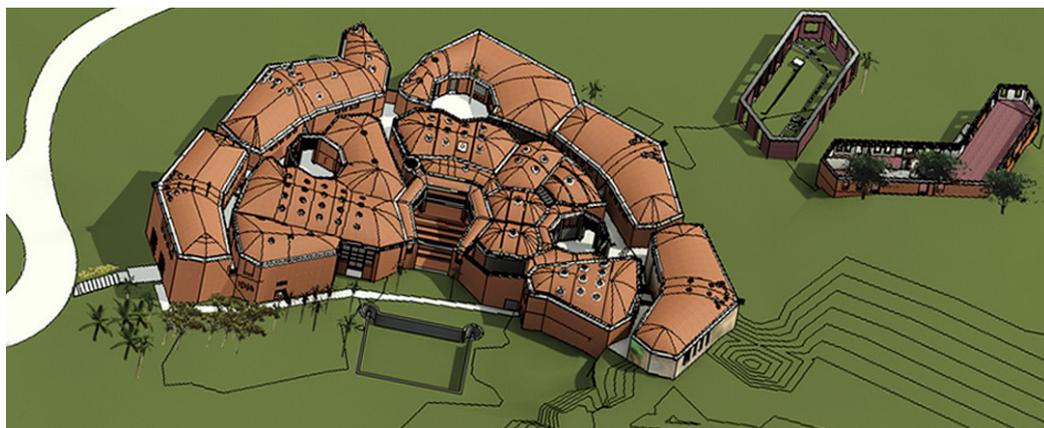
Vincenzo Donato
Carlo Biagini
Alessandro Merlo

Abstract

Il lavoro mostra i primi risultati del progetto di cooperazione interministeriale Italia-Cuba *Que no baje el telón* finanziata dall'Agenzia Italiana per la Cooperazione allo Sviluppo (AICS) e dal Ministero della Cultura di Cuba (MINCULT), che mira alla conservazione e valorizzazione del patrimonio culturale della Universidad de las Artes. La collaborazione tra l'Università Cubana e l'Università di Firenze si traduce nella ricerca congiunta di soluzioni condivise per la riabilitazione dello spazio della Facoltà di Arte Teatrale (FAT). Le attività fin ora effettuate riguardano gli aspetti del rilievo e della diagnostica, che hanno permesso di acquisire le informazioni necessarie per la costituzione di un modello BIM *as-it-is* impiegato come *repository* di informazioni. Le peculiarità dell'edificio rappresentano una sfida in ambito BIM in quanto la complessità geometrica ha portato a sviluppare approcci metodologici di modellazione e di interpretazione e studio non comuni. Le attività di ricerca procederanno nei prossimi anni con l'obiettivo di ottenere un modello BIM *as-built* derivante da tutti i dati raccolti durante le fasi del cantiere di restauro. Il modello così ottenuto sarà impiegato per divenire il modello per la gestione dell'edificio.

Parole chiave

H-BIM, Digital Twin, Cultural Heritage, Universidad de las Artes.



Modello BIM federato
dei vari blocchi.

Introduzione

Il progetto internazionale *Que no baje el Télon* ha lo scopo di individuare soluzioni condivise per la riabilitazione degli spazi destinati alla Facoltà di Arte Teatrale (FAT). Il lavoro condotto fino a oggi ha permesso di sviluppare l'apparato documentale derivante dalle indagini conoscitive, dal rilievo strumentale alla diagnostica non invasiva, dall'analisi dei degradi sino alla diagnostica strutturale. Questo *corpus* documentale è stato poi tradotto in un modello H-BIM raffigurante lo stato attuale dell'edificio. Il modello BIM *as-it-is* riceverà il progetto di restauro e, una volta che saranno terminati i lavori di restauro e consolidamento, il modello accoglierà al suo interno tutte le informazioni di cantiere, divenendone così modello BIM *as-built*. Infine, quest'ultimo modello sarà utilizzato come base per gestire i processi manutentivi dell'edificio sperimentando diverse piattaforme *open source* per il *Facility Management* (FM). Attraverso l'installazione di sensori di diversa natura, sarà possibile collegare il modello BIM ai dati per migliorare il controllo dell'edificio durante il suo ciclo di vita.

La Facoltà di Arte Teatrale

La FAT fu progettata nel 1961 dall'architetto Roberto Gottardi e mai terminata. Rispetto al disegno originale sono stati portati a compimento solo gli edifici del nucleo principale e due fabbricati secondari, mentre il grande teatro centrale non vide mai la luce a causa dell'interruzione forzata dei lavori. Gli edifici si dispongono con andamento concentrico attorno a un'arena gradonata a cielo aperto, una sorta di teatro centrale e fulcro del complesso. Su questo spazio esagonale si sviluppano una prima serie di edifici a due livelli, progettati planimetricamente su disegno fortemente irregolare. Una seconda fascia di fabbricati, separata dalla prima grazie a una serie di corridoi esterni inframezzati da patii ottagonali, chiude il complesso accentuando il profilo semicircolare che rimanda, per certi versi, alle cinte murarie fortificate dei centri storici europei [Loomis, Loomis 1999].

Tutti gli edifici sono realizzati mediante paramenti murari in laterizio a facciavista declinati con diverse geometrie e motivi decorativi. All'interno, i profili dei muri aggettano progressivamente

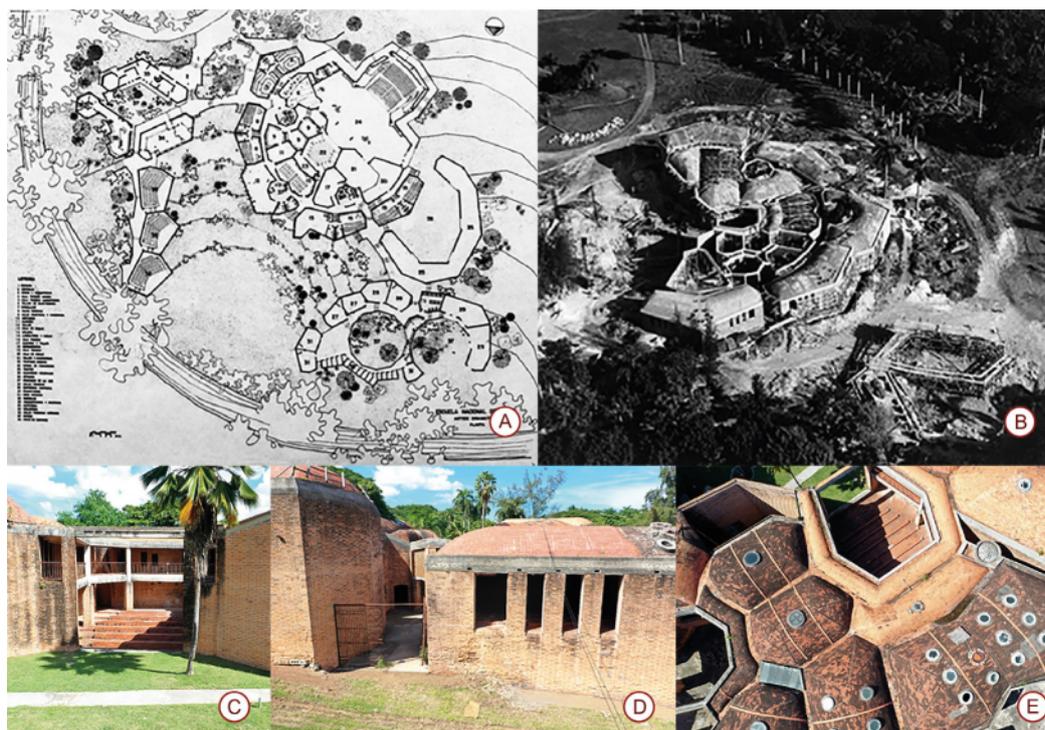


Fig. 1. In ordine da sinistra a destra: planimetria di progetto originale (a); foto di cantiere (b); vista della corte interna dall'accesso principale (c); vista esterna di una porzione del complesso (d); veduta aerea del sistema di copertura con volte tabicadas (e).

al crescere del loro sviluppo verticale, andando così a definire una cornice di coronamento sulla quale si innesta poi un cordolo di testa in calcestruzzo armato. Ad accentuare il disegno organico del complesso contribuisce infine il sistema di coperture voltate secondo la tecnica tradizionale della volta tabicada, con strati alternati di cemento e mattoni disposti in foglio [Paradiso 2014]. Per illuminare gli spazi interni, si aprono sulle volte grandi lucernari circolari. Attualmente l'edificio si presenta in condizioni di avanzato degrado e in ampie porzioni ancora incompleto. A tal proposito è da sottolineare come i due edifici esterni al nucleo principale si trovino a oggi parzialmente invasi dalla vegetazione e privi di copertura (fig. 1).

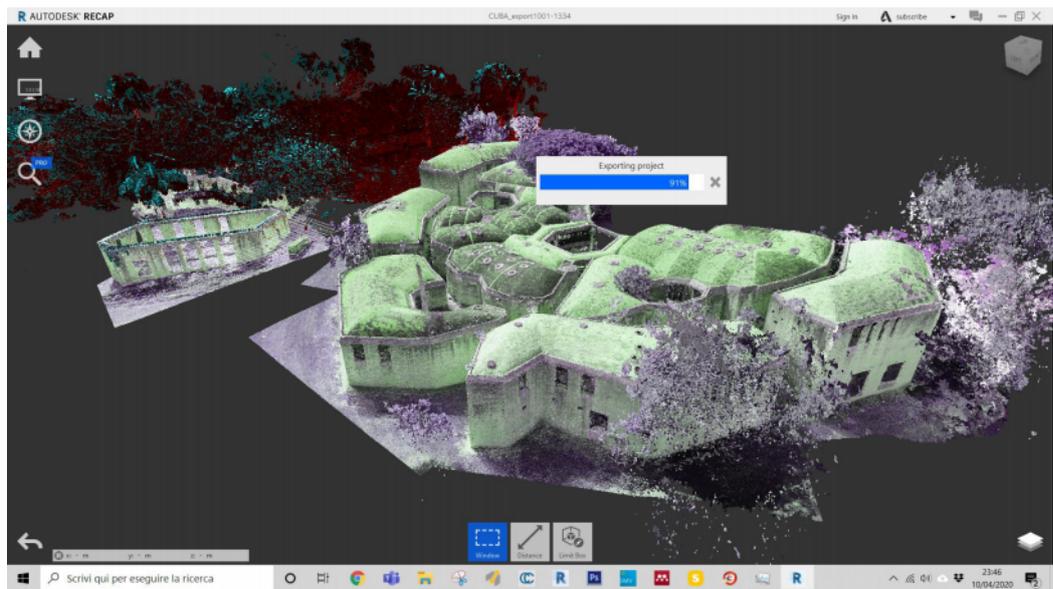


Fig. 2. Visualizzazione della nuvola di punti.

La digitalizzazione come passo fondante per il recupero e la conservazione

Seppur siano passati anni dalle prime sperimentazioni in ambito H-BIM [Antonopoulou, Bryan 2017; Murphy et al. 2009; Volk et al. 2014] e siano state condotte numerose ricerche scientifiche che avvalorano il fatto che il metodo BIM sia divenuto prassi consolidata anche in ambito di Cultural Heritage [Biagini et al. 2016; Quattrini et al. 2016] tutt'ora permangono limiti che spesso sono da attribuirsi al tipo di software impiegato. Dalle esperienze condotte è possibile ricondurre i limiti del metodo a tre aspetti fondamentali: accuratezza geometrica degli oggetti appartenenti al modello BIM; suddivisione semantica degli elementi; gestione delle informazioni tipiche dell'ambito del restauro che ancora oggi sono di difficile implementazione in un processo BIM. Nel primo caso, la ricostruzione del modello avviene ancora attraverso procedure di tipo manuale spesso onerose in termini di tempo. L'uso di *plug-in* dedicati per il riconoscimento automatico degli oggetti, seppur interessanti come approccio, funziona su casistiche comuni ma difficilmente da utilizzarsi in contesti particolari come lo è la FAT. Inoltre, è fondamentale, almeno per i progetti di restauro sugli edifici di valore storico culturale, che il modello BIM e le misure che possono essere ricavabili dal modello siano accurate. Per determinare l'accuratezza geometrica si può far riferimento al USIBD Level of Accuracy (LOA) *Specification Guide* [USIBD 2016]. Il documento definisce i LOA attraverso una scala numerica da 10 a 50 (es. LOA10=5–15cm e LOA50=0–1mm) e introduce il concetto di *Confidence level*, ovvero stabilisce dei livelli di tolleranza che devono essere rispettati omogeneamente nel modello BIM con una frequenza superiore al 95%.

Il secondo caso fa riferimento al criterio con cui si pensa di decomporre semanticamente l'edificio nei vari sistemi edilizi e unità tecnologiche. Il processo prende avvio introducendo idealmente delle separazioni fra elementi. In ambito H-BIM queste separazioni fra *Historic Building Object Models* (H-BOM) [Biagini, Donato 2014] non sono di immediata determi-

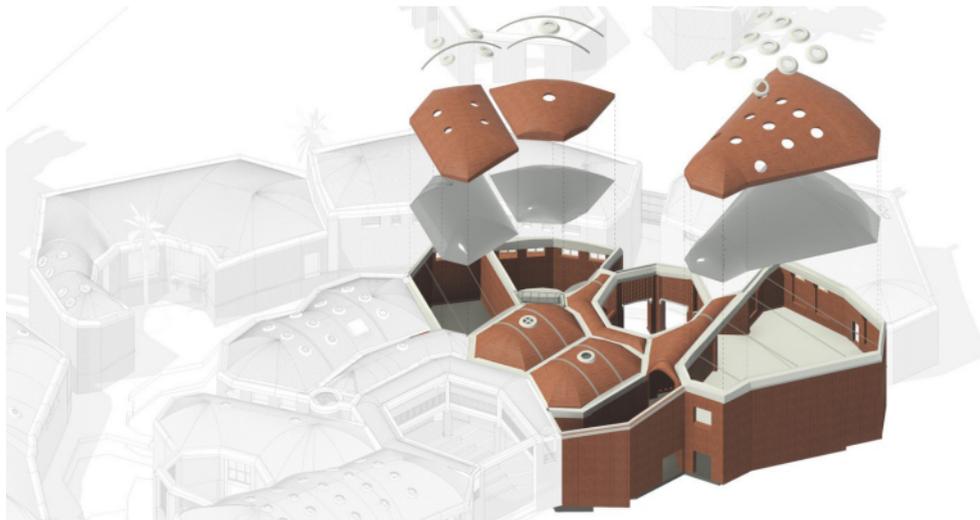


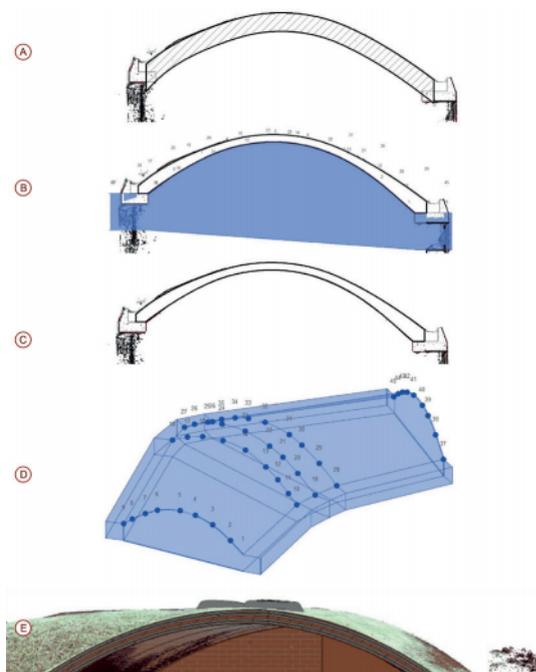
Fig. 3. Modello BIM *as-it-is*.

nazione in quanto spesso non sussiste una separazione fisica riconoscibile e spesso questa viene introdotta arbitrariamente dall'operatore, anche perché non vi sono standard o regole codificate che spieghino come fare (si pensi alla separazione fra le volte e la muratura). Spesso il criterio strutturale e tecnologico potrebbe essere un utile riferimento, ma non sono gli unici due criteri attuabili. Un ulteriore parametro da tenere in conto per scegliere il criterio di decomposizione in elementi è connesso alla scelta dei BIM Uses [Kreider, Messner 2013] in quanto guiderà poi il livello di dettaglio e di approfondimento per la fase di modellazione (ad esempio, se il modello BIM dovrà servire per l'analisi energetica è possibile realizzare muri monostrato ai quali associare le caratteristiche termofisiche, ma se il modello dovrà servire per il computo degli intonaci è probabile che lo strato di intonaco debba essere separato dalla muratura, per poi essere computato separatamente). L'ultimo caso è strettamente collegato al problema della condivisione delle informazioni fra i partecipanti al processo di progetto. In ottica di rendere i file fruibili su differenti piattaforme BIM, è indispensabile che l'*output* finale sia letto in formato IFC in modo che le informazioni possano essere scambiate correttamente. Questo non è un processo scontato in quanto non tutti i software BIM hanno implementato la gestione di superfici complesse (NURBS, SUB-D, MESH, ecc.) e soprattutto permettono di gestire UVMAP e caricare più texture sullo stesso oggetto (quest'ultimo, infatti, non è supportato nel file IFC). Seppur a oggi esistano questi limiti, nel presente lavoro si propongono alcuni metodi per superare queste problematiche.

La realizzazione di un modello BIM *as-it-is*

L'attività di rilievo dell'architettura e quella di modellazione BIM sono state pianificate all'interno di uno specifico BIM *Project Execution Plan* e sviluppate da due differenti gruppi di lavoro [1]. Sono state dedicate 10 giornate per poter acquisire internamente l'edificio attraverso laser scanner. È stata poi realizzata una campagna di acquisizione fotografica sia da terra che mediante drone che è servita poi per la realizzazione dei fotopiani attraverso tecniche *structure from motion*. Per quanto riguarda il rilievo morfometrico e cromatico sono state eseguite 418 scansioni, 49.271 scatti a terra e 2.031 fotografie da drone. Il modello 3D a nuvola di punti è risultato di 2.471.958.597 punti. Le attrezzature impiegate per il rilevamento sono le seguenti: Leica ScanStation P40 (Geocuba), Leica ScanStation C10 (Restauro), Leica BLK360 (DIDA), Z+F imager 5010 (Geocuba). Il materiale è stato condiviso settimanalmente e ha permesso alle varie unità di ricerca di condurre i propri approfondimenti tematici. La nuvola di punti, 101 Gb, è stata condivisa in formato pts e ha necessitato una serie di post-produzioni per poter essere correttamente riconosciute in Recap (fig. 2).

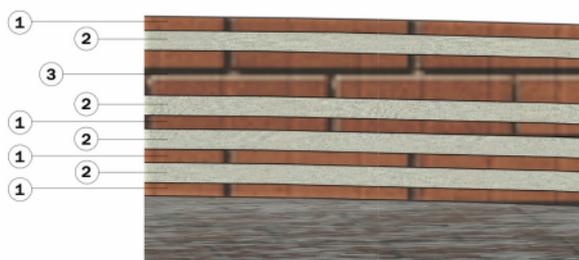
Fig. 4. Processo di modellazione: Modellazione dello strato singolo della copertura ad andamento costante (A); inserimento del solido di sottrazione derivante da modellazione tramite componenti adattivi (B), risultato finale (C); solido di sottrazione (D); sovrapposizione dell'elemento sulla nuvola di punti (E).



Per ragioni di ottimizzazione del lavoro, la nuvola è stata suddivisa in porzioni che hanno rispecchiato la naturale suddivisione dei blocchi interni dell'edificio. Le nuvole di punti così ottenute sono servite come base per poter procedere alla realizzazione dei modelli BIM. I vari modelli rappresentanti i vari blocchi dell'edificio sono stati poi collegati in un file "master" nel quale sono stati collegati i vari blocchi (fig. 3).

Le peculiarità morfologiche dell'edificio hanno richiesto lo sviluppo di procedure di modellazione non comuni per superare i limiti riscontrati nell'uso del software Autodesk Revit e dalla complessità geometrica dell'oggetto stesso. Gli elementi edilizi che hanno visto l'esplorazione di tecniche del tutto inusuali sono stati i seguenti: volte a spessore variabile, murature a spessore variabile e canali di gronda in getto d'opera.

1. Volte tabicadas. Le volte presentano le seguenti caratteristiche: spessore variabile dell'elemento; curvatura elevata della volta; raccordi complessi fra le varie volte. Sono stati adottati due processi di modellazione: il primo ha previsto la modellazione della superficie da nuvola di punti creando una massa, l'altro, invece, è stata la realizzazione di una famiglia adattiva (fig. 4). Per la determinazione degli strati è stato fatto riferimento al lavoro di Paradiso il quale descrive la composizione stratigrafica delle volte che sono costituite da 5 strati di elementi in laterizio simili a pianelle deno-



1. LB-Rasilla: Rasilla in laterizio 15x30x1.5 cm
2. LB-Concrete: Malta cementizia / calce sp. 2-3 cm
3. LB-Tabique: Tabique in laterizio 15x30x4.5 cm



Fig. 5. Carotaggio sulla volta e composizione stratigrafica.

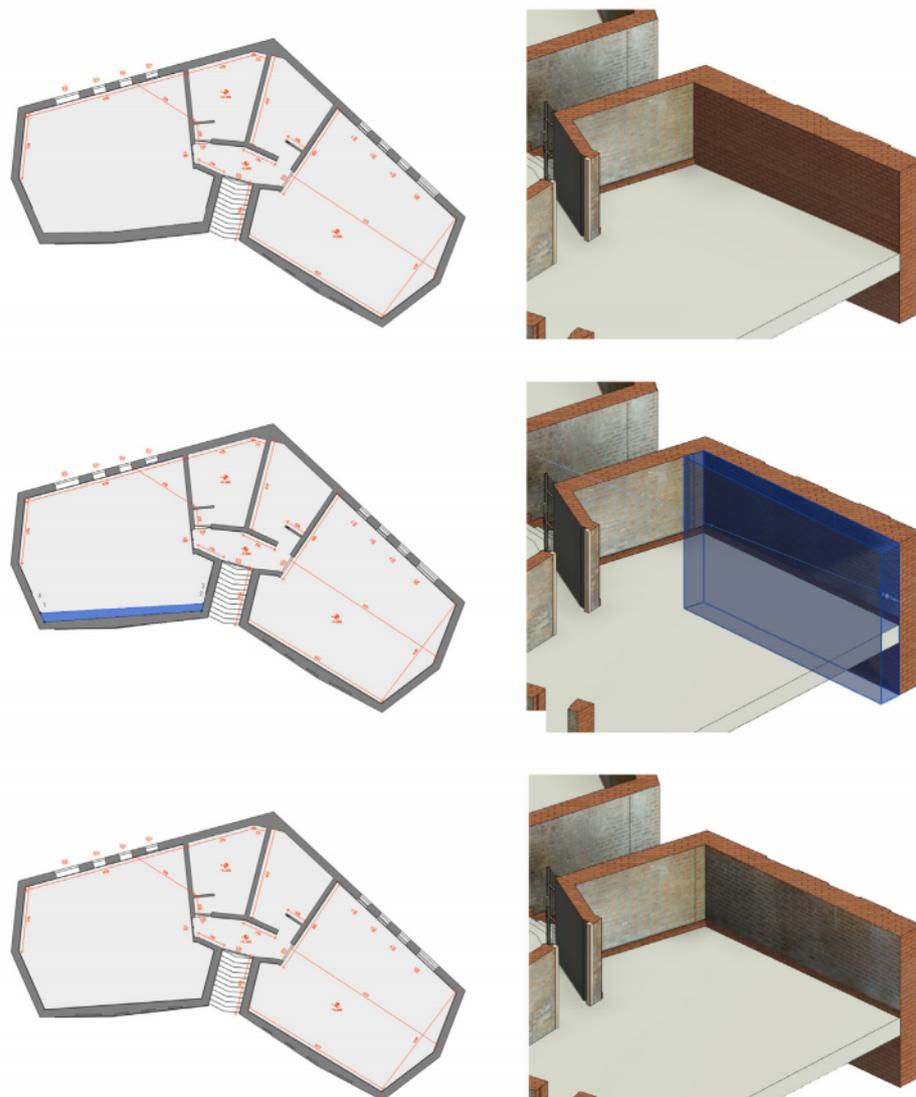


Fig. 6. Processo di modellazione di un muro a spessore variabile.

minate *rasillas* a eccezione del secondo strato, rispetto all'estradosso, costituito invece da mattoni forati con il nome di *tabique*. A ogni strato di *rasillas* si alterna uno strato di malta. A conferma di tale soluzione è stato possibile analizzare una foto scattata durante la campagna di indagini nella quale si evince che lo spessore totale della volta è di circa 20 cm su una luce massima di 8,7 m e lo spessore delle *rasillas* è di circa 1-1,5 cm. Di difficile interpretazione risulta lo spessore del mattone forato. È altresì possibile dedurne i suoi fori che misurano 3 cm l'uno (fig. 5).

2. *Murature a spessore variabile e motivi di aggetto decorativi*. Come spesso accade negli edifici storici, le murature sono caratterizzate da andamenti variabili sia in pianta che in sezione. Pertanto, non tutti i software BIM permettono di gestire le variazioni dello spessore e contemporaneamente gestirne la stratigrafia. Per questa ragione, si è proceduto per 'sottrazione', ovvero sottraendo dal muro base, modellato secondo lo spessore massimo rilevato una famiglia adattiva che 'scava' e permette di adattare la forma alla nuvola di punti (fig. 6). Questo metodo permette di raggiungere ottimi risultati di accuratezza geometrica rinunciando alla possibilità di gestire le stratigrafie. Nel nostro caso però essendo una muratura costituita da un unico strato di mattoni di laterizio, si può considerare la soluzione accettabile sia dal punto di vista metrico che informativo. Un'altra caratteristica dei muri è la presenza di una fascia aggettante rispetto al filo interno della parete. Questo elemento architettonico diventa il sostegno del cordolo di copertura e costituisce al tempo stesso un motivo decorativo ricorrente. In questo caso l'aggetto è stato realizzato come una fascia decorativa associata al muro (fig. 7).

3. *Canali di gronda in getto d'opera*, generati da sezioni irregolari diversificate lungo lo sviluppo del percorso (1) e salti e cambi di pendenza del canale (2). L'elemento strutturale è stato realizzato tramite un modello adattivo. Per il suo posizionamento all'interno del modello si è fatto uso di un sistema di riferimento composto da piani e linee ricavate dalla nuvola di punti. Il canale di gronda invece viene ricavato per sottrazione di un solido adattivo (fig. 8).

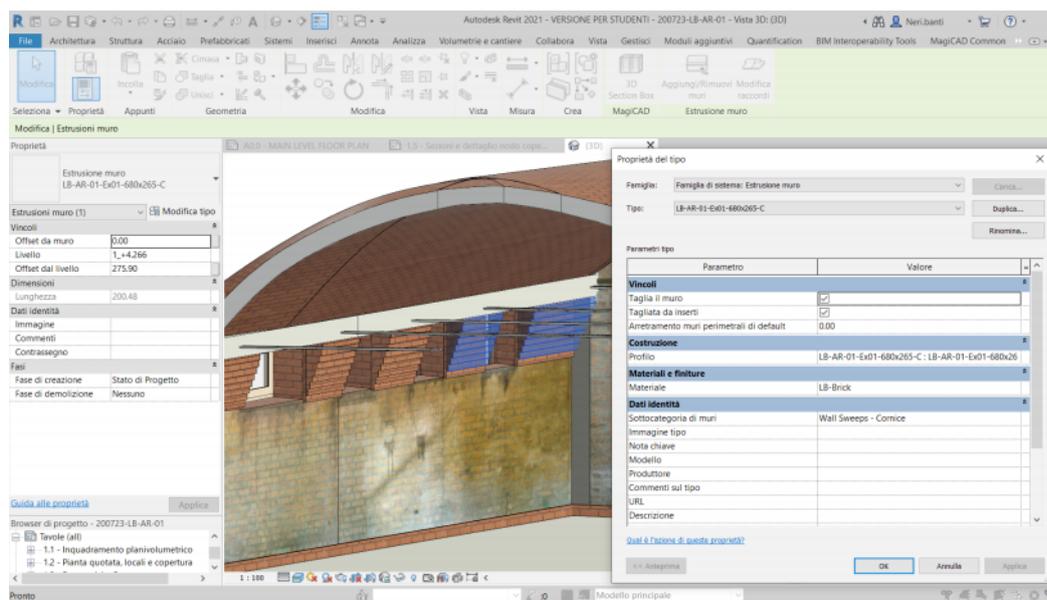


Fig. 7. Aggetto della muratura.

LOA e verifica di accuratezza geometrica

A seguito della fase di modellazione si è proceduto nell'analizzare il modello BIM e calcolare lo scostamento dalla nuvola di punti in modo che il modello sia conforme con quanto scelto e stabilito dalle linee guida USIBD in precedenza citate. L'analisi è stata condotta confrontando il modello BIM con la nuvola di punti attraverso il software *Open Source Cloud Compare*. L'analisi è stata condotta su ciascun blocco ed è emerso che circa il 98% dei punti analizzati, come si evince dall'immagine, ricade nella tolleranza prefissata di ± 3 cm. Ad esempio, lo scostamento medio del blocco 1 è pari a circa 4 mm, mentre la curva si presenta lievemente dispersa, con valore di deviazione dalla media di 1,5 cm. È necessario analizzare anche gli *outliers*, cioè quei valori anomali che si presentano all'interno del grafico. Tali scostamenti, rappresentati nel grafico da picchi di colore rosso, sono da ricondurre principalmente agli elementi che non sono rientrati nella modellazione, come materiali degradati e irriconoscibili, o alla folta vegetazione che copre porzioni dei fabbricati (fig. 9).

A conclusione dell'analisi, i valori ricavati in *CloudCompare* vengono interpretati e riportati secondo la scala numerica indicata dalle linee guida USIBD all'interno del modello BIM attraverso la creazione di un parametro dedicato. In questo modo, ogni utilizzatore del modello avrà un indice che attesta l'affidabilità geometrica dell'elemento selezionato.

Conclusioni e futuri sviluppi

L'esperienza condotta ha permesso di evidenziare come sia stato indispensabile ricorrere a tecniche miste e all'uso integrato di differenti software per il raggiungimento degli obiettivi prefissati sia in termini di accuratezza geometrica sia in termini di gestione dei file IFC. Nello specifico, le procedure proposte aiutano a ottenere file IFC coerenti, garantendo un basso livello medio di

scostamento dalla nuvola di punti. Si osserva tuttavia che i processi di riconoscimento automatizzato di forme e oggetti in rapporto a una specifica semantica, soprattutto in ambito H-BIM, sono ancora lontani dal raggiungimento di una piena maturità, anche se parziali avanzamenti in questa direzione sono stati tentati in alcune recenti applicazioni software. La loro sperimentazione non ha però ancora mostrato alcun chiaro miglioramento nelle procedure di modellazione. I prossimi sviluppi della ricerca interesseranno la fase di popolamento di informazioni del modello BIM, attraverso procedure automatizzate che consentano una acquisizione dei dati diretta sul campo: attraverso tablet per la compilazione di *check list* le informazioni correlate ai vari oggetti BIM potranno essere aggiornate in modo automatico. L'attività di ricerca si concluderà poi con l'implementazione di nuovi metodi e strumenti open source per il facility management.

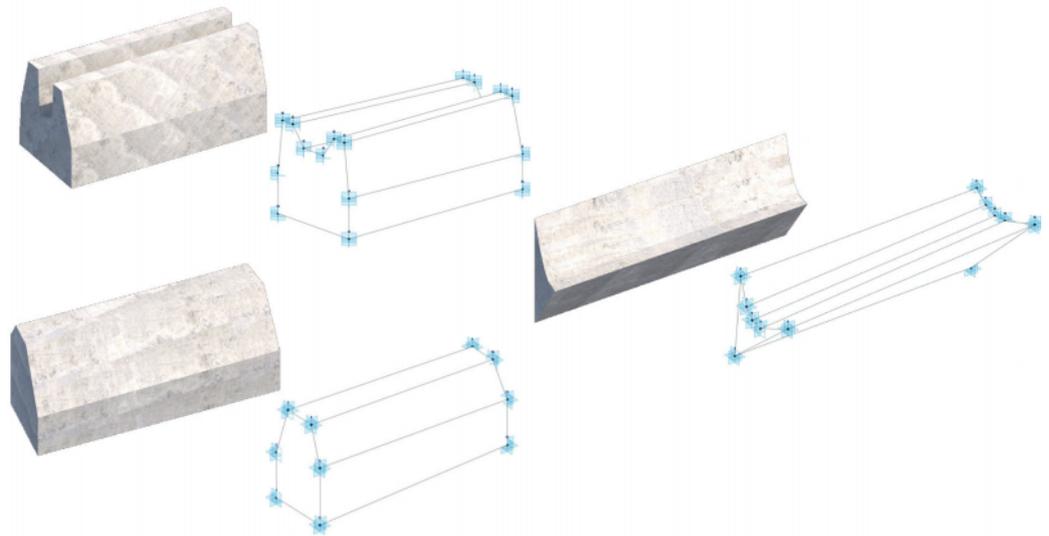


Fig. 8. Canali di gronda in getto d'opera.

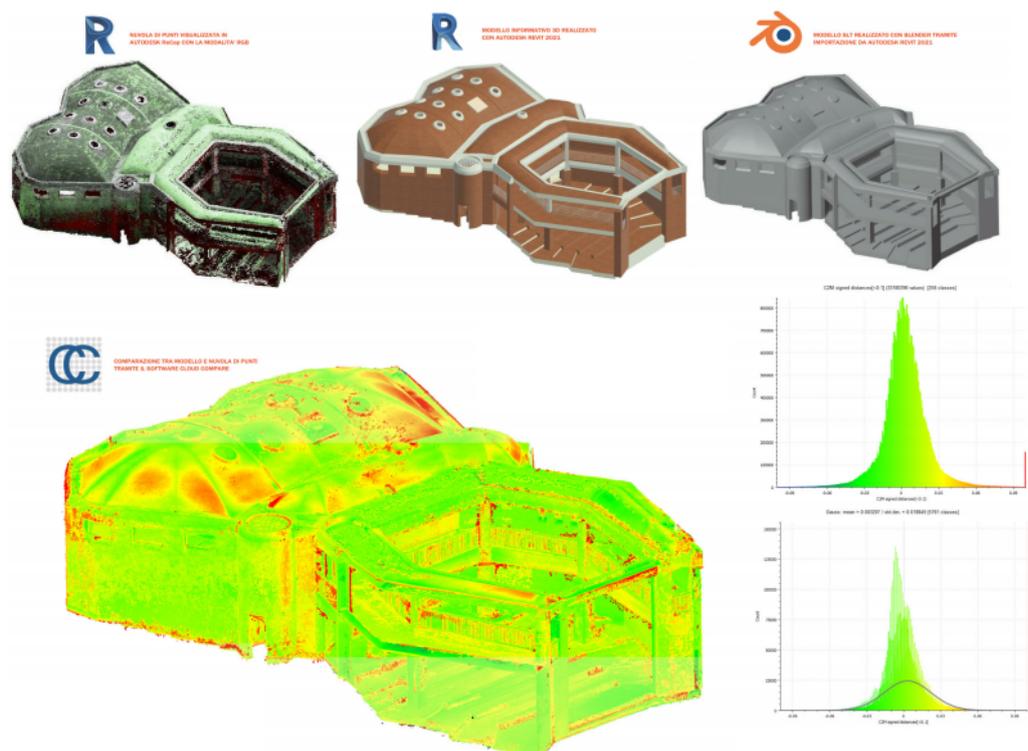


Fig. 9. Processo di validazione geometrica dei modelli.

Note

[1] L'attività di rilievo morfometrico dell'architettura è stata condotta dal gruppo di lavoro coordinato dal prof. Merlo mentre l'attività di modellazione BIM è stata sviluppata dal gruppo di lavoro coordinato dal prof. Biagini.

Riferimenti bibliografici

- Antonopoulou S., Bryan P. (2017). *BIM for Heritage. Historic England*, <<https://historicengland.org.uk/advice/technical-advice/recording-heritage/>, 78> <<https://historicengland.org.uk/images-books/publications/bim-for-heritage/>> (consultato il 10 maggio 2021).
- Biagini C. et al. (2016). Towards the BIM implementation for historical building restoration sites. In *Automation in Construction*, 71, pp. 74-86.
- Biagini C., Donato V. (2014). Building Object Models (BOMs) for the documentation of historical building heritage. In H. C. Lomonaco, S. Barba (Eds.). *EGraFIA 2014: Revisiones del futuro, Previsiones del pasado. V Congreso Internacional de Expresión Gráfica en Ingeniería, Arquitectura y Carreras A nes y XI Congreso Nacional de Profesores de Expresión Gráfica en Ingeniería, Arquitectura y Carreras A.* EGraFIA 2014, Rosario, Argentina, 1, 2, 3 ottobre 2014, pp. 442-449.
- Kreider R. G., Messner J. I. (2013). The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses. In *The Pennsylvania State University (Issue Version 0.9, September)*. <http://bim.psu.edu/Uses/the_uses_of_BIM.pdf> (consultato il 10 maggio 2021).
- Loomis J. A., Loomis J. (1999). Revolution of forms: Cuba's forgotten art schools. In *Choice Reviews Online*.
- Murphy M., McGovern E., Pavia S. (2009). Historic building information modelling (HBIM). In *Structural Survey*, 27(4), pp. 311-327.
- Paradiso M. (2014). Storia recente, uso, degrado e restauro delle scuole nazionali d'arte di Cubanacán (1999-2014). In *Revista M*, vol. 11, Núm. 2 (2014).
- Quattrini R. et al. (2016). Measurement and Historical Information Building : challenges and opportunities in the representation of semantically structured 3D content Misura e Historical Information Building : sfide e opportunità nella rappresentazione di contenuti 3D semanticamente. In *Disegnarecon*, 9(16), pp. 14.1-14.11.
- U.S. Institute of Building Documentation (2016). *USIBD Level of Accuracy (LOA) Specification Guide*. Tustin, California: U.S. Institute of Building Documentation.
- Volk R., Stengel J., Schultmann F. (2014). Building Information Modeling (BIM) for existing buildings. Literature review and future needs. In *Automation in Construction*, 38, pp. 109-127.

Autori

Vincenzo Donato, Università degli Studi di Firenze, vincenzo.donato@unifi.it
Carlo Biagini, Università degli Studi di Firenze, carlo.biagini.unifi.it
Alessandro Merlo, Università degli Studi di Firenze, alessandro.merlo@unifi.it

Per citare questo capitolo: Donato Vincenzo, Biagini Carlo, Merlo Alessandro (2021). H-BIM per il progetto di recupero della Facoltà di Arte Teatrale della Havana/H-BIM for the Faculty of Theatral of Havana. In Arena A., Arena M., Medati D., Raffa P. (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Linguaggi Distanze Tecnologie. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Connecting. Drawing for weaving relationship. Languages Distances Technologies. Proceedings of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2247-2264.



H-BIM for the Faculty of Theatral Art of Havana

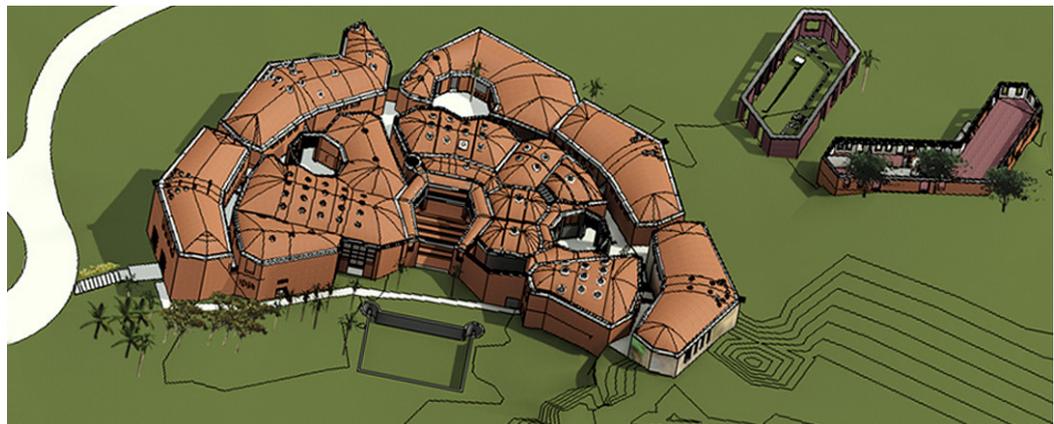
Vincenzo Donato
Carlo Biagini
Alessandro Merlo

Abstract

The paper shows the first results of an international cooperation project named *Que no baje el telòn* funded by the Italian Agency for Development Cooperation (AICS) and the Ministry of Culture of Cuba (MINCULT), which aims at the conservation and enhancement of the cultural heritage of the Universidad de las Artes. The collaboration between the Cuban University and the University of Florence translates into the search of a shared solutions for the rehabilitation of the Faculty of Theatral Arts Faculty (FAT) spaces. The activities carried out so far concern the aspects of the survey and diagnostics, which have allowed to acquire the necessary information for the realization of an "as-it-is" BIM model used as a 'repository' of information. The building morphology represent a challenge in BIM terms and it has request the development of new methodological approaches to overcome the issue related on the modelling of geometric complexity. The research aim for the next year will be the development of an as-built BIM model that will collect the data achieved during the restoration work construction phases. The model thus obtained will be used for Facility Management (FM).

Keywords

H-BIM, Digital Twin, Cultural Heritage, Universidad de las Artes.



Federated model of all the blocks.

Introduction

The international project *Que no baje el T el on* aims to identify shared solutions for the rehabilitation of the Faculty of Theatre Arts (FAT) spaces. The work conducted until now has allowed us to develop the documentary apparatus resulting from the cognitive investigations, from the instrumental survey to the non-invasive diagnostics, from the analysis of degradation to the structural diagnostics. These documents have then been translated into an H-BIM model depicting the current state of the building. The as-it-is BIM model will transpose the restoration project and, once the restoration and consolidation works will be completed, the model will include all the site information, thus becoming an as-built BIM model. Finally, this last model will be used as a base to manage the maintenance processes of the building experimenting different open-source platforms for Facility Management (FM). Through the installation of sensors of different nature, it will be possible to connect the BIM model to the data to improve the control of the building during its life cycle.

The Faculty of Theatral Arts

The FAT was designed in 1961 by the architect Roberto Gottardi and never finished. Compared to the original design, only the buildings of the main core and two secondary buildings were completed, while the large central theater never live due to a forced interruption of the work. The buildings are arranged in a concentric pattern around a tiered open-air arena, a sort of central theater and fulcrum of the complex. On this hexagonal space are developed a first series of buildings on two levels, planimetrically designed on a highly irregular pattern. A second set of buildings, separated from the first one by a series of external corridors interspersed with octagonal patios, closes the complex accentuating the semicircular profile that recalls, in some ways, the fortified walls of European historical centers [Loomis, Loomis 1999].

All the buildings are made of facing brick walls with different geometries and decorative motifs. Inside, the profiles of the walls jut out progressively as their vertical development

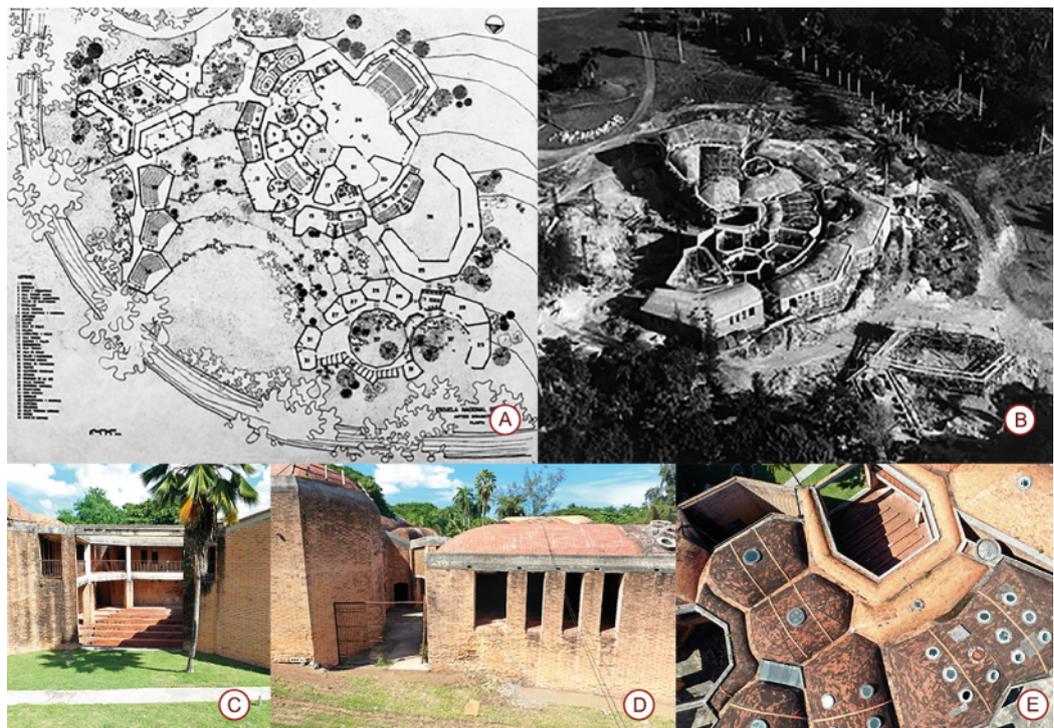


Fig. 1. In order from left to right: original design plan (a), site photos (b), view of the interior courtyard from the main access (c), exterior view of a portion of the complex (d), aerial view of the roof system with tabicadas vaults (e).

increases, thus defining a crowning frame on which a head curb in reinforced concrete is then grafted. To accentuate the organic design of the complex contributes finally the system of vaulted roofs according to the traditional technique of the tabicada vault, with alternating layers of cement and bricks arranged in sheets [Paradiso 2014]. Large circular skylights open on the vaults, were used to illuminate the interior spaces.

Currently the building is in advanced conditions of degradation and in large portions still incomplete. In this regard, it should be noted that the two buildings outside the main nucleus are now partially invaded by vegetation and without coverage (fig.1).

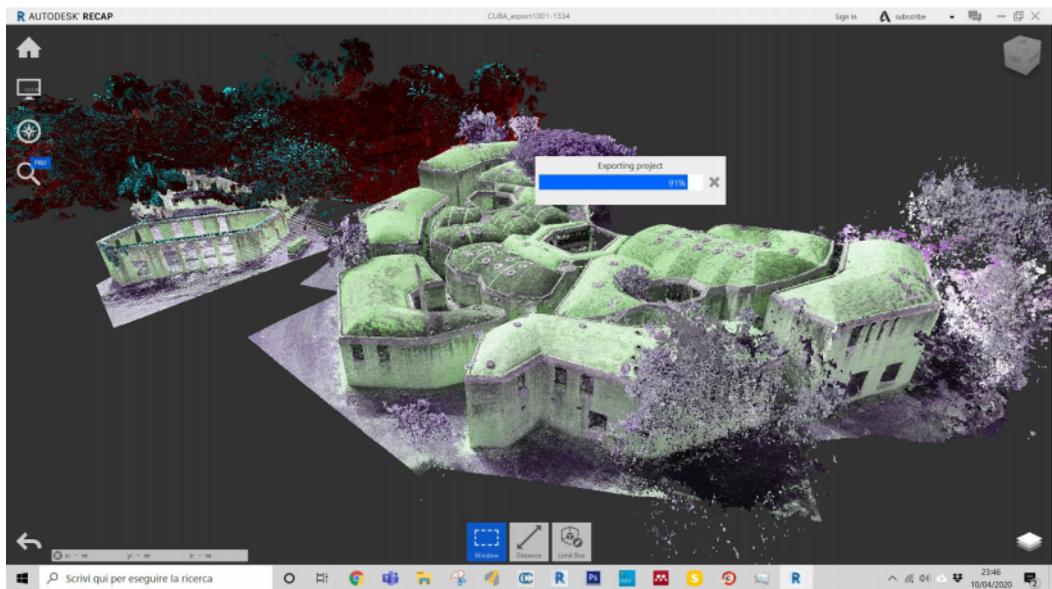


Fig. 2. Point cloud visualization.

Digitization as a Key Step in Recovery and Preservation

Although years have passed since the first experiments in H-BIM [Antonopoulou, Bryan 2017; Murphy et al. 2009; Volk et al. 2014] and numerous scientific researches have been carried out that confirm the fact that the BIM method has become a consolidated practice also in the field of Cultural Heritage [Biagini et al. 2016; Quattrini et al. 2016] there are still limitations that are often due to the type of software used. From the experiments carried out it is possible to trace the method limits to three fundamental aspects: geometric accuracy of the objects belonging to the BIM model; semantic subdivision of the elements; information management for the restoration project that are difficult to implement in a BIM process.

In the first case, the reconstruction of the model is still done through manual procedures that are often time-consuming. The use of dedicated plug-ins for automatic object recognition, although interesting as an approach, works on common cases but is difficult to use in particular contexts such as FAT. Furthermore, it is essential, at least for restoration projects on buildings of historical and cultural value, that the BIM model and the measurements that can be derived from the model are accurate. To determine geometric accuracy, reference can be made to the USIBD Level of Accuracy (LOA) Specification Guide [USIBD 2016]. The document defines LOA through a numerical scale from 10 to 50 (e.g. LOA10=5-15cm and LOA50=0-1mm) and introduces the concept of Confidence level, i.e. it establishes tolerance levels that must be respected homogeneously in the BIM model with a frequency higher than 95%.

The second case refers to the criterion by which we think to semantically decompose the building into the various building systems and technological units. The process starts by ideally introducing separations between elements. In H-BIM these separations between Historic Building Object Models (H-BOM) [Biagini, Donato 2014] are not of immediate determination because often there is no recognizable physical separation and often this is

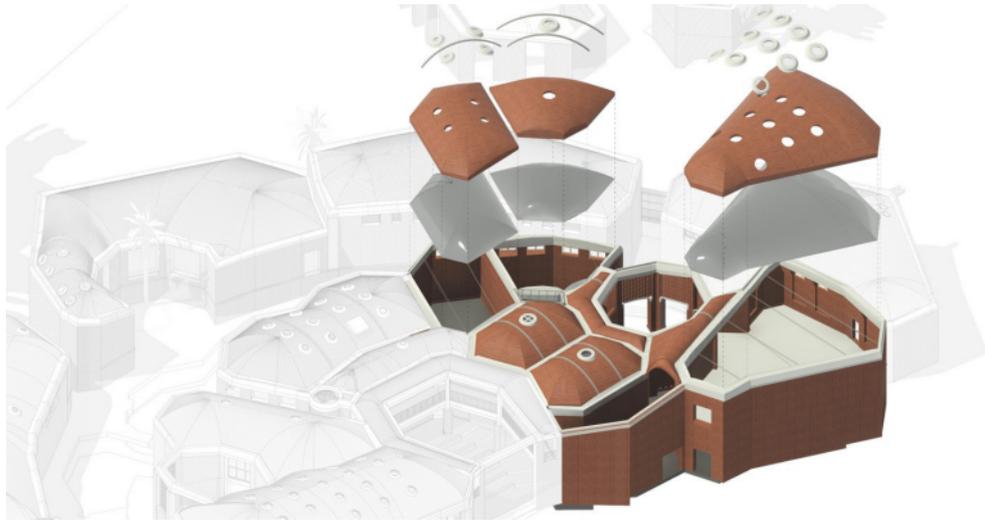


Fig. 3. 'As-it-is' BIM Model.

introduced arbitrarily by the operator, also because there are no standards or codified rules that explain how to do it (think of the separation between the vaults and the masonry). Often the structural and technological criterion could be a useful reference, but they are not the only two feasible criteria. A further parameter to take into account when choosing the criteria for decomposition into elements is related to the choice of BIM Uses [Kreider, Messner 2013] as it will then guide the level of detail and deepening for the modeling phase (for example, if the BIM model is to be used for energy analysis, it is possible to create single layer walls to which to associate the thermophysical characteristics, but if the model is to be used for the calculation of the plaster, it is likely that the layer of plaster must be separated from the masonry, and then be calculated separately).

The last case is closely related to the problem of sharing information between participants in the project process. In order to make the files usable on different BIM platforms, it is essential that the final output is read in IFC format so that the information can be exchanged correctly. This is not an obvious process since not all BIM software have implemented the management of complex surfaces (NURBS, SUB-D, MESH, etc.) and above all they allow to manage UVMAP and load multiple textures on the same object (the latter is not supported in the IFC file).

Although these limitations exist today, in this paper we propose some methods to overcome these problems.

The realization of an 'as-it-is' BIM Model

The architectural survey and the BIM modeling activities have been planned within a specific BIM Project Execution Plan and developed by two different working groups [1]. 10 days were dedicated to acquiring the building internally by laser scanner. It was then realized a photo acquisition campaign both from the ground and by drone which was then used for the realization of the photo plans through structure from motion techniques. As far as the morphometric and chromatic survey is concerned, 418 scans, 49.271 ground shots and 2.031 photographs by drone have been carried out. The 3D point cloud model resulted in 2,471,958,597 points. The following equipment was used for the survey: Leica ScanStation P40 (Geocuba), Leica ScanStation C10 (Restauro), Leica BLK360 (DIDA), Z+F imager 5010 (Geocuba). The material was shared weekly and allowed the various research units to conduct their own thematic insights. The cloud of points, 101 Gb, was shared in .pts format and required a series of post-productions to be correctly recognized in Recap (fig. 2).

For reasons of work optimization, the cloud was divided into portions that reflected the

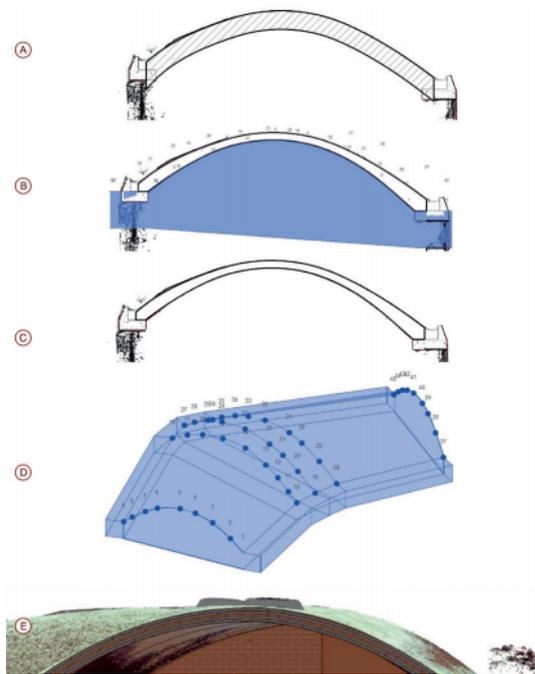


Fig. 4. Modeling process: Modeling of the single layer of the constant course roof (A); insertion of the subtraction solid from modeling using adaptive components (B); final result (C); subtraction solid (D); overlay of the element on the point cloud (E).

natural subdivision of the internal blocks of the building. The point clouds thus obtained served as the basis for the realization of the BIM models. The various models representing the various blocks of the building were then linked into a “master” file in which the various blocks were connected (fig. 3).

The morphological peculiarities of the building required the development of uncommon modeling procedures to overcome the limitations found in the use of Autodesk Revit software and the geometric complexity of the object itself. The building elements that have seen the exploration of very unusual techniques have been the following: vaults with variable thickness, masonry with variable thickness and eaves channels in castings.

1. Tabicadas Vaults. The vaults present the following characteristics: variable thickness of the element (1), high curvature of the vault (2) complex connections between the various vaults (3). Two modeling processes were adopted: the first one involved modeling the surface from point cloud creating a mass, the other one was the realization of an adaptive family (fig. 4). For the determination of the layers, reference was made to the work of Paradiso who describes the stratigraphic composition of the vaults which are made up of 5 layers of



1. LB-Rasilla: Rasilla in laterizio 15x30x1.5 cm
2. LB-Concrete: Malta cementizia / calce sp. 2-3 cm
3. LB-Tabique: Tabique in laterizio 15x30x4.5 cm



Fig. 5. Core drilling on the vault and stratigraphic composition.

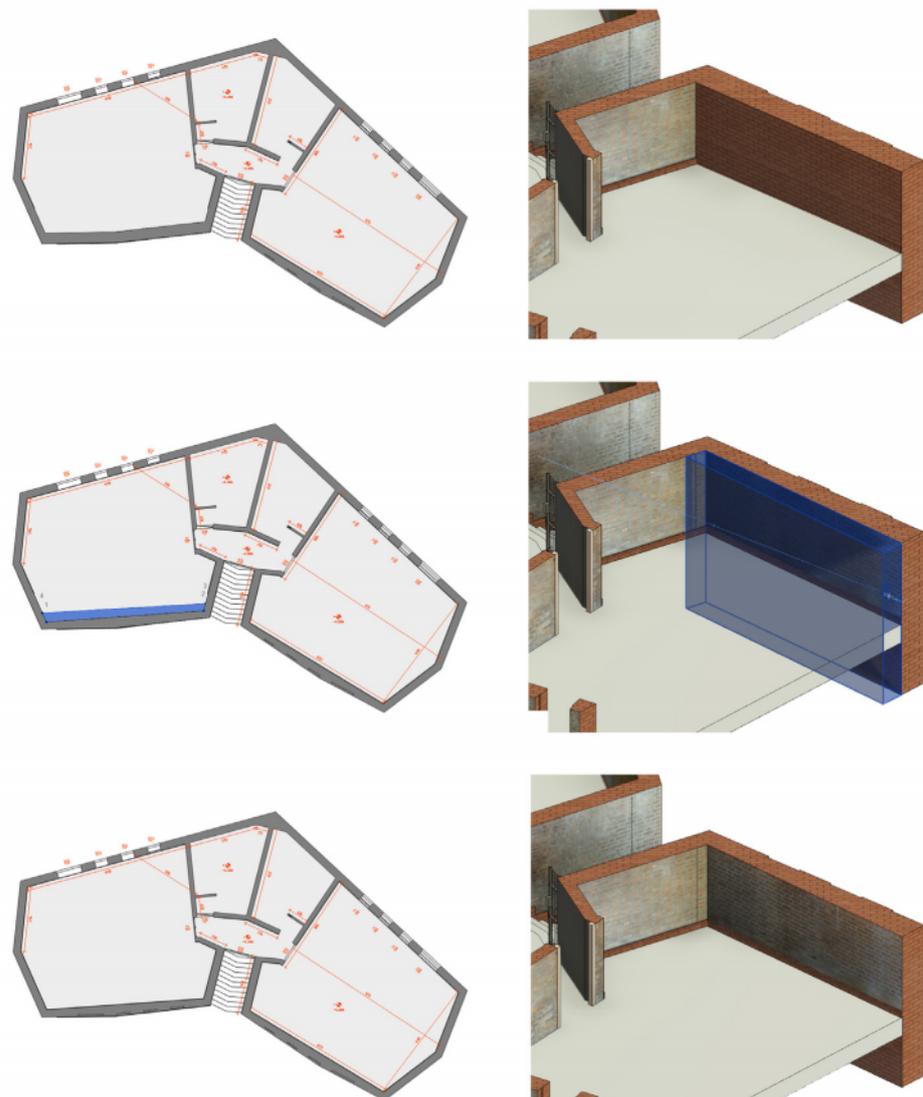


Fig. 6. Modeling process of a variable thickness wall.

brick elements similar to tiles called *rasillas* with the exception of the second layer, with respect to the *extrados*, made up instead of perforated bricks with the name of *tabique*. Each layer of *rasillas* is alternated with a layer of mortar. To confirm this solution, it was possible to analyze a photo taken during the campaign of investigations in which it can be seen that the total thickness of the vault is about 20 cm over a maximum span of 8.7 m and the thickness of the *rasillas* is about 1-1.5 cm. The thickness of the perforated brick is difficult to interpret. It is also possible to deduce its holes, which measure 3 cm each (fig. 5).

2. *Variable thickness masonry and decorative overhang patterns*. As it often happens in historical buildings, masonry is characterized by variable thickness both in plan and in section. Therefore, not all BIM softwares allow to manage thickness variation and stratigraphy at the same time. For this reason, we proceeded by 'subtraction', i.e. subtracting from the base wall, modeled according to the maximum thickness detected, an adaptive family that 'digs' and allows to adapt the shape to the point cloud (fig. 6). This method allows to reach excellent results of geometric accuracy giving up the possibility to manage stratigraphies. In our case, however, being a masonry consisting of a single layer of bricks, it can be considered the acceptable solution both from the metric and informative point of view. Another feature of the walls is the presence of a projecting band with respect to the inner edge of the wall. This architectural element becomes the support of the roof curb and constitutes at the same time a recurring decorative motif. In this case the overhang has been realized as a decorative band associated with the wall (fig. 7).

3. *Cast-in-place eave channels* generated by irregular sections varied along the development of the path (1) and jumps and changes in channel slope (2). The structural element was created using an adaptive model. For its positioning within the model, a reference system composed of planes and lines obtained from the point cloud was used. The eaves channel, on the other hand, is obtained by subtraction of an adaptive solid (fig. 8).

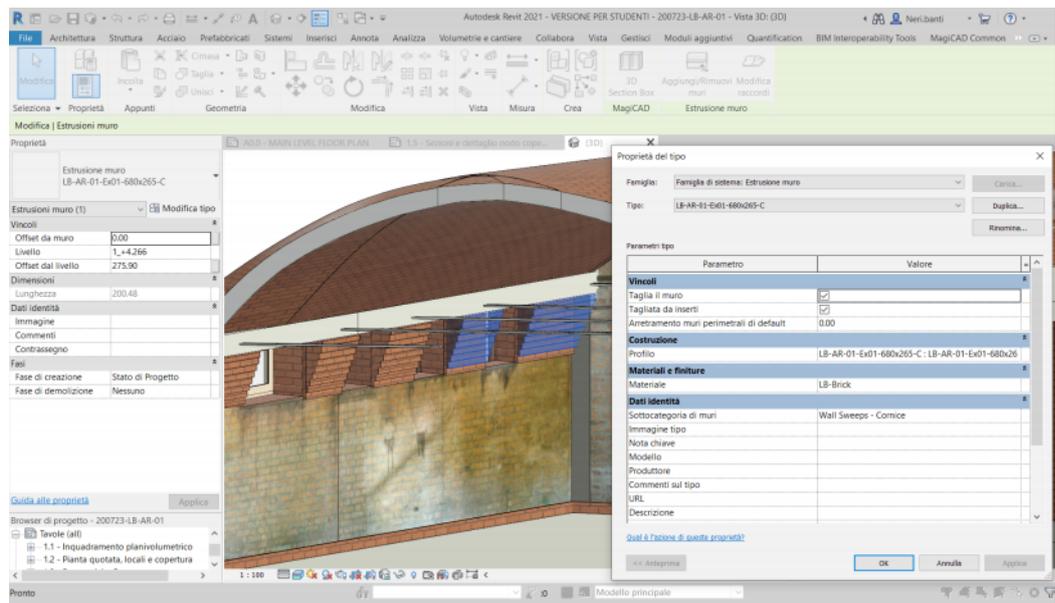


Fig. 7. Masonry design.

LOA and geometrical accuracy

Following the modeling phase, we proceeded in analyzing the BIM model and calculating the deviation from the point cloud so that the model complies with what was chosen and established by the previously mentioned USIBD guidelines. The analysis was conducted by comparing the BIM model to the point cloud through the *Open Source Cloud Compare* software. The analysis was conducted on each block, and it has been detected that approximately the 98% of the analyzed points, as shown in the image, fall within the tolerance of ± 3 cm. For example, the average deviation of block 1 is about 4 mm, while the curve is slightly dispersed, with a deviation value from the average of 1.5 cm. It is also necessary to analyze the outliers, i.e. those anomalous values that occur within the graph. These deviations, represented in the graph by red peaks, are mainly due to elements that have not been included in the modeling, such as degraded and unrecognizable materials, or to the thick vegetation covering portions of the buildings (fig. 9).

At the end of the analysis, the values obtained in *CloudCompare* are interpreted and reported according to the numerical scale indicated by the USIBD guidelines within the BIM model through the creation of a dedicated parameter. In this way, each user that will receive the model will have an index that describe the geometric reliability of the selected element.

Conclusions and further works

The experience made it possible to highlight how it was essential to resort to mixed techniques and the integrated use of different software to achieve the objectives set both in terms of geometric accuracy and in terms of management of IFC files. Specifically, the proposed procedures help to obtain consistent IFC files, ensuring a low average level of deviation from the point cloud. However, it is noted that the processes of automated recognition

of shapes and objects in relation to a specific semantics, especially in the H-BIM environment, are still far from reaching full maturity, although partial advances in this direction have been attempted in some recent software applications. However, their experimentation has not yet shown any clear improvement in modeling procedures.

The next developments of the research will concern the phase of populating information of the BIM model, through automated procedures that allow a direct acquisition of data in the field: through tablets for the compilation of check lists the information related to the various BIM objects can be updated automatically. The research activity will conclude with the implementation of new methods and open-source tools for facility management.

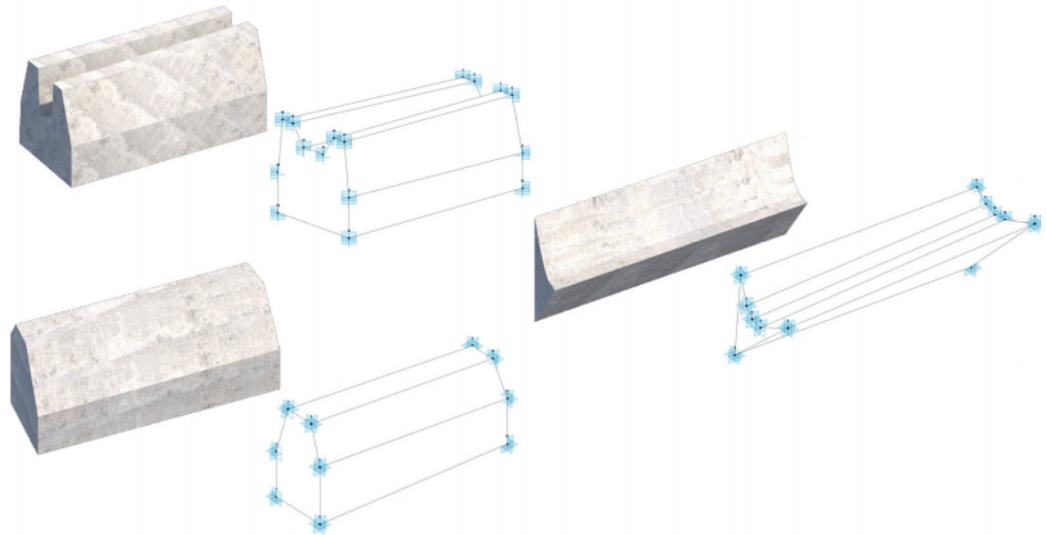


Fig. 8. Cast-in-place eaves channels.

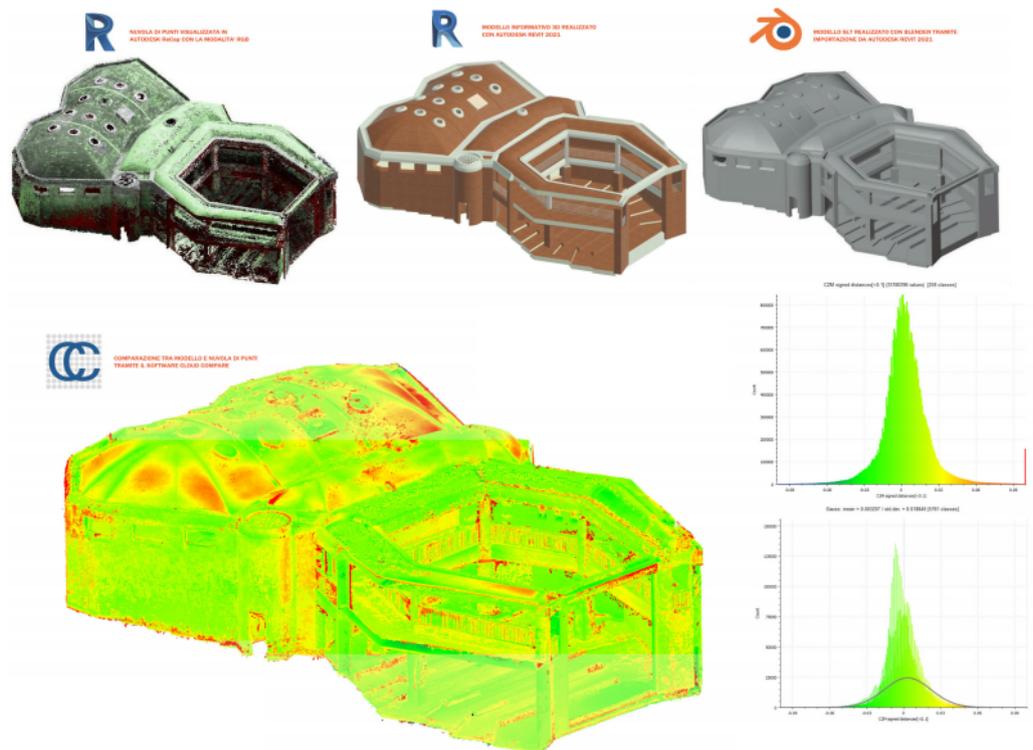


Fig. 9. Geometric model validation process.

Notes

[1] The morphometric survey activity of the architecture was conducted by the working group coordinated by Prof. Merlo while the BIM modeling activity was developed by the working group coordinated by Prof. Biagini.

References

- Antonopoulou S., Bryan P. (2017). *BIM for Heritage. Historic England*, <<https://historicengland.org.uk/advice/technical-advice/recording-heritage/>, 78> <<https://historicengland.org.uk/images-books/publications/bim-for-heritage/>> (accessed 2021, May 10).
- Biagini C. et al. (2016). Towards the BIM implementation for historical building restoration sites. In *Automation in Construction*, 71, pp. 74-86.
- Biagini C., Donato V. (2014). Building Object Models (BOMs) for the documentation of historical building heritage. In H. C. Lomonaco, S. Barba (Eds.). *EGraFIA 2014: Revisiones del futuro, Previsiones del pasado. V Congreso Internacional de Expresión Gráfica en Ingeniería, Arquitectura y Carreras A nes y XI Congreso Nacional de Profesores de Expresión Gráfica en Ingeniería, Arquitectura y Carreras A. EGraFIA 2014, Rosario, Argentina, 1, 2, 3 ottobre 2014*, pp. 442-449.
- Kreider R. G., Messner J. I. (2013). The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses. In *The Pennsylvania State University (Issue Version 0.9, September)*. <http://bim.psu.edu/Uses/the_uses_of_BIM.pdf> (accessed 2021, May 10).
- Loomis J. A., Loomis J. (1999). Revolution of forms: Cuba's forgotten art schools. In *Choice Reviews Online*.
- Murphy M., McGovern E., Pavia S. (2009). Historic building information modelling (HBIM). In *Structural Survey*, 27(4), pp. 311-327.
- Paradiso M. (2014). Storia recente, uso, degrado e restauro delle scuole nazionali d'arte di Cubanacán (1999-2014). In *Revista M*, vol. 11, Núm. 2 (2014).
- Quattrini R. et al. (2016). Measurement and Historical Information Building : challenges and opportunities in the representation of semantically structured 3D content Misura e Historical Information Building : sfide e opportunità nella rappresentazione di contenuti 3D semanticamente. In *Disegnarecon*, 9(16), pp. 14.1-14.11.
- U.S. Institute of Building Documentation (2016). *USIBD Level of Accuracy (LOA) Specification Guide*. Tustin, California: U.S. Institute of Building Documentation.
- Volk R., Stengel J., Schultmann F. (2014). Building Information Modeling (BIM) for existing buildings. Literature review and future needs. In *Automation in Construction*, 38, pp. 109-127.

Authors

Vincenzo Donato, Università degli Studi di Firenze, vincenzo.donato@unifi.it
Carlo Biagini, Università degli Studi di Firenze, carlo.biagini.unifi.it
Alessandro Merlo, Università degli Studi di Firenze, alessandro.merlo@unifi.it

To cite this chapter: Donato Vincenzo, Biagini Carlo, Merlo Alessandro (2021). H-BIM per il progetto di recupero della Facoltà di Arte Teatrale della Havana/H-BIM for the Faculty of Theatral Art of Havana. In Arena A., Arena M., Medati D., Raffa P. (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Linguaggi Distanze Tecnologie. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Connecting. Drawing for weaving relationship. Languages Distances Technologies. Proceedings of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2247-2264.