



unione italiana disegno

# DIALOGHI **DIALOGUES**

visioni e visualità *visions and visuality*

*Testimoniare Comunicare Sperimentare*  
*Witnessing Communicating Experimenting*

43° CONVEGNO INTERNAZIONALE  
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE DELLA RAPPRESENTAZIONE  
CONGRESSO DELLA UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO  
ATTI 2022

43<sup>rd</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE  
OF REPRESENTATION DISCIPLINES TEACHERS  
CONGRESS OF UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO  
PROCEEDINGS 2022

a cura di/*edited by*  
Carlo Battini, Enrica Bistagnino



FrancoAngeli OPEN  ACCESS

diségno

direttore Francesca Fatta  
director 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.

The Series contains the proceedings volumes of the annual conferences of the UID Scientific Society - *Unione Italiana per il Disegno* and the results of international meetings, researches and symposia organized as part of the activities promoted or sponsored by the UID. The themes concern the Scientific Disciplinary Sector ICAR / 17 *Disegno* including also interdisciplinary research fields. The volumes of the proceedings are drawn up following an open call and with a strong international focus. The texts are in Italian or in the author's mother tongue (English, French, German, Portuguese, Spanish, ) with full translation into English. The International Scientific Committee includes the members of the Scientific Technical Committee of the UID and numerous other foreign teachers who are experts in the field of graphic representation.

The volumes of the series can be published both in print and in open access and all the contributions of the authors are evaluated by a double blind peer review according to the current scientific evaluation criteria.

## Comitato Scientifico / Scientific Committee

Marcello Balzani *Università degli Studi di Ferrara*  
Paolo Belardi *Università degli Studi di Perugia*  
Stefano Bertocci *Università degli Studi di Firenze*  
Carlo Bianchini *Sapienza Università di Roma*  
Massimiliano Ciammaichella *Università IUAV di Venezia*  
Enrico Cicalò *Università degli Studi di Sassari*  
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*  
Andrea Giordano *Università degli Studi di Padova*  
Elena Ippoliti *Sapienza Università di Roma*  
Alessandro Luigini *Libera Università di Bolzano*  
Francesco Maggio *Università degli Studi di Palermo*  
Caterina Palestini *Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara*  
Rossella Salerno *Politecnico di Milano*  
Alberto Sdegno *Università degli Studi di Udine*  
Roberta Spallone *Politecnico di Torino*  
Graziano Mario Valenti *Sapienza Università di Roma*  
Chiara Vernizzi *Università degli Studi di Parma*  
Ornella Zerlenga *Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli"*

## Componenti di strutture straniere / Foreign institution components

Marta Alonso *Universidad de Valladolid - Spagna*  
Atxu Amann y Alcocer *ETSAM Universidad de Madrid (UPM) - Spagna*  
Matthew Butcher *UCL Bartlett School of Architecture - Inghilterra*  
Eduardo Carazo *Universidad de Valladolid - Spagna*  
João Cabeleira *Universidade do Minho Escola de Arquitectura - Portogallo*  
Alexandra Castro *Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto - Portogallo*  
Angela Garcia Codoner *Universidad Politécnica de Valencia - Spagna*  
Pilar Chías *Universidad de Alcalá - Spagna*  
Noelia Galván Desvaux *Universidad de Valladolid - Spagna*  
Pedro Antonio Janeiro *Universidade de Lisboa - Portogallo*  
Gabriele Pierluisi *Ecole nationale supérieure d'architecture de Versailles - Francia*  
Jörg Schröder *Leibniz Universität Hannover - Germania*  
Carlos Montes Serrano *Universidad de Valladolid - Spagna*  
José Antonio Franco Taboada *Universidade da Coruña - Spagna*  
Annalisa Viati Navone *Ecole nationale supérieure d'architecture de Versailles - Francia*

# 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](http://www.francoangeli.it/come_pubblicare/pubblicare_19.asp)

This volume is published in open access, i.e. the entire work file can be freely downloaded from the FrancoAngeli Open Access platform (<http://bit.ly/francoangeli-oa>).

FrancoAngeli Open Access is the platform for publishing articles and monographs, respecting ethical and qualitative standards and the provision of open access content. In addition to guarantee its storage in the major international OA archives and repositories and its integration with the entire catalog of F.A. magazines and series maximizes its visibility and promotes accessibility of search for the user and the possibility of impact for the author.

To know more:

[http://www.francoangeli.it/come\\_pubblicare/pubblicare\\_19.asp](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](http://www.francoangeli.it) e iscriversi nella home page al servizio "Informatemi" per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità.

Readers wishing to find out about the books and magazines we publish can consult our website: [www.francoangeli.it](http://www.francoangeli.it) and register on the home page to the "Newsletter" service to receive news via e-mail.

# DIALOGHI **DIALOGUES**

visioni e visualità *visions and visuality*

## *Testimoniare Comunicare Sperimentare* *Witnessing Communicating Experimenting*

43° CONVEGNO INTERNAZIONALE  
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE DELLA RAPPRESENTAZIONE  
CONGRESSO DELLA UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO  
ATTI 2022

43<sup>rd</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE  
OF REPRESENTATION DISCIPLINES TEACHERS  
CONGRESS OF UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO  
PROCEEDINGS 2022

Genova | 15-16-17 settembre 2022  
Genoa | September 15th-16th-17th 2022

Volume a cura di / **Volume edited by**  
Carlo Battini, Enrica Bistagnino

ORGANIZZAZIONE E GESTIONE ATTI CONVEGNO  
**ORGANIZATION AND MANAGEMENT**  
**OF CONFERENCE PROCEEDINGS**

Programmazione, coordinamento delle attività e  
della redazione conclusiva  
**Planning, coordination of activities and final**  
**editing**  
Enrica Bistagnino

Gestione e controllo dei dati  
**Data management and control**  
Carlo Battini

Istruzione e gestione della piattaforma  
**Platform preparation and management**  
Cristina Candito

Revisione contenuti / **Content Review**  
Maria Linda Falcidieno

Revisione impaginati / **Layouts review**  
Giulia Pellegrini

Revisione e redazione impaginati  
**Layouts review and editing**  
Ruggero Torti

Verifica norme redazionali / **Editorial rules review**  
Angela Zinno (coordinatore/coordinator)  
Martina Castaldi  
Irene De Natale  
Alessandro Meloni

Impaginazione / **Lay out**  
Valeria Piras (coordinatore/coordinator)  
Irene De Natale  
Gaia Leandri  
Crystal Padoan  
Beatrice Portaluri  
Armando Presta

Revisione redazionale / **editorial review**  
Armando Presta

**Comitato Scientifico / Scientific Committee**

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

**Coordinamento Scientifico / Scientific Coordination**

Maria Linda Falcidieno *Università di Genova*  
Carlo Battini *Università di Genova*  
Enrica Bistagnino *Università di Genova*  
Cristina Candito *Università di Genova*  
Massimo Malagugini *Università di Genova*  
Michela Mazzucchelli *Università di Genova*  
Giulia Pellegri *Università di Genova*  
Maria Elisabetta Ruggiero *Università di Genova*  
Michela Scaglione *Università di Genova*  
Ruggero Torti *Università di Genova*

**Comitato Promotore / Promoting Committee**

Carlo Battini *Università di Genova*  
Enrica Bistagnino *Università di Genova*  
Cristina Candito *Università di Genova*  
Maria Linda Falcidieno *Università di Genova*  
Massimo Malagugini *Università di Genova*  
Michela Mazzucchelli *Università di Genova*  
Giulia Pellegri *Università di Genova*  
Maria Elisabetta Ruggiero *Università di Genova*  
Michela Scaglione *Università di Genova*  
Ruggero Torti *Università di Genova*

**Organizzazione e gestione eventi/ Events  
organization and management**

Massimo Malagugini *Università di Genova*  
Giulia Pellegri *Università di Genova*  
Maria Elisabetta Ruggiero *Università di Genova*

**Identità viva convegno/Identità visiva convegno**

Enrica Bistagnino *Università di Genova*  
Maria Linda Falcidieno *Università di Genova*

**Coordinamento Segreteria Convegno /  
Conference secretariat coordination**

Irene De Natale *Università di Genova*

*Si ringrazia il Magnifico Rettore dell'Università di Genova  
prof. Federico Delfino per il fattivo contributo  
alla realizzazione del convegno. /*

*We thank the Magnifico Rettore of the University  
of Genoa prof. Federico Delfino for his active contribution  
to the realization of the congress.*

*Con il patrocinio di / With the patronage of  
Centro interdipartimentale sulla visualità **cIVIS***

ISBN digital version 9788835141938

**Comitato strutture straniere / Foreign institutions  
components**

Marta Alonso *Universidad de Valladolid*  
Atxu Amann y Alcocer *Universidad de Madrid*  
Matthew Butcher *UCL Bartlett School of Architecture*  
Eduardo Carazo *Universidad de Valladolid*  
João Cabeleira *Universidade do Minho*  
Alexandra Castro *Universidade do Porto*  
Angela Garcia Codoner *Universidad Politécnica de Valencia*  
Pilar Chías *Universidad de Alcalá*  
Noelia Galván Desvaux *Universidad de Valladolid*  
Pedro Antonio Janeiro *Universidade de Lisboa*  
Gabriele Pierluisi *Ecole d'architecture de Versailles*  
Jörg Schröder *Leibniz Universität Hannover*  
Carlos Montes Serrano *Universidad de Valladolid*  
José Antonio Franco Taboada *Universidad de Coruña*  
Annalisa Viati Navone *Ecole d'architecture de Versailles*

**Revisori / Peer Reviewers**

Fabrizio Agnello  
María Josefa Agudo Martínez  
Marta Alonso Rodríguez  
Alessio Altadonna  
Giuseppe Amoroso  
Renato Angeloni  
Marinella Arena  
Pasquale Argenziano  
Alessandra Avella  
Leonardo Baglioni  
Vincenzo Bagnolo  
Marcello Balzani  
Laura Baratin  
Cristiana Bartolomei  
Paolo Belardi  
Francesco Bergamo  
Stefano Bertocci  
Marco Giorgio Bevilacqua  
Matteo Bigongari  
Antonio Bixio  
Maurizio Bocconcinio  
Cecilia Maria Bolognesi  
Paolo Borin  
Alessio Bortot  
Stefano Brusaporci  
Giorgio Buratti  
Giovanni Caffio  
Antonio Calandriello  
Marianna Calia  
Daniele Calisi  
Mara Capone  
Eduardo Carazo  
Alessio Cardaci  
Laura Carlevaris  
Marco Carpiceci  
Camilla Casonato  
Valentina Castagnolo  
Gerardo Castro Reyes  
Irene Cazzaro  
Gerardo Maria Cennamo  
Santi Centineo  
Valeria Cera  
Michela Ceracchi  
Stefano Chiarenza  
Pilar Chías  
Emanuela Chiavoni  
Massimiliano Ciammaichella  
Margherita Cicala  
Enrico Cicalò

Federico Cioli  
Alessandra Cirafici  
Vincenzo Cirillo  
Luigi Cocchiarella  
Sara Colaceci  
Daniele Colistra  
Antonio Conte  
Luigi Corniello  
Anastasia Cottini  
Valeria Croce  
Graziana D'Agostino  
Pierpaolo D'Agostino  
Saverio D'Auria  
Salvatore Damiano  
Giuseppe Damone  
Pia Davico  
Raffaella De Marco  
Massimo De Paoli  
Anna Dell'Amico  
Giuseppe Di Gregorio  
Antonella Di Luggo  
Francesco Di Paola  
Jaiver Domingo Ballestin  
Eduardo Dotto  
Alejandra Duarte Montes  
Tommaso Empler  
Elena Eramo  
Jesús Esquinas-Dessy  
Maria Linda Falcidieno  
Eugenio Maria Falcone  
Laura Farroni  
Marco Fasolo  
Francesca Fatta  
Marco Filippucci  
Fausta Fiorillo  
Isabella Friso  
Noelia Galván Desvaux  
Carmine Gambardella  
Amedeo Ganciu  
Martina Gargiulo  
Vincenza Garofalo  
Raissa Garozzo  
Fabrizio Gay  
Gaetano Ginex  
Elisabetta Caterina Giovannini  
Gian Marco Girgenti  
Sara Gonizzi Barsanti  
Fabiana Guerriero  
Rosina laderosa

Maria Pompeiana Iarossi  
Manuela Incerti  
Carlo Inglese  
Alfonso Ippolito  
Emanuela Lanzara  
Giulia Lazzari  
Gennaro Pio Lento  
Massimo Leserri  
Marco Limongiello  
Massimiliano Lo Turco  
Simone Lucchetti  
Alessandro Luigini  
Francesco Maggio  
Francesco Maglioccola  
Federica Maietti  
Christiana Maiorano  
Matteo Flavio Mancini  
Carlos L. Marcos  
Rosario Marrocco  
Tomás Enrique Martínez Chao  
Maria Martone  
Valeria Marzocchella  
Domenico Mediatì  
Marco Medici  
Felipe Corres Melachos  
Giampiero Mele  
Valeria Menchetelli  
Isaac Mendoza  
Alessandro Merlo  
Davide Mezzino  
Giuseppe Moglia  
Sonia Mollica  
Cosimo Monteleone  
Carlos Montes Serrano  
Caterina Morganti  
Anna Osello  
Alessandra Pagliano  
Caterina Palestini  
Alice Palmieri  
Daniela Palomba  
Lia Maria Papa  
Spiros Papadopoulos  
Leonardo Paris  
Anna Maria Parodi  
Roberto Pedone  
Maurizio Perticarini  
Francesca Picchio  
Marta Pileri  
Nicola Pisacane

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

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

Manuela Piscitelli  
Matteo Pontoglio Emili  
Francesca Porfiri  
Giorgia Potestà  
Paola Puma  
Ramona Quattrini  
Marta Quintilla Castán  
Fabiana Raco  
Paola Raffa  
Giovanna Ramaccini  
Leopoldo Repola  
Felice Romano  
Jessica Romor  
Luca Rossato  
Michela Rossi  
Michele Russo  
Marco Sacucci  
Antonella Salucci  
Marta Salvatore  
Cecilia Santacroce  
Marcello Scalzo  
Alessandro Scandiffio  
Simona Scandurra  
Alberto Sdegno  
Roberta Spallone  
Ana Tagliari  
Alessandra Tata  
Andrea Tomalini  
Francesco Trimboli  
María Belén Trivi  
Ilaria Trizio  
Pasquale Tunzi  
Francesca Maria Ugliotti  
Maurizio Unali  
Graziano Mario Valenti  
Rita Valenti  
Michele Valentino  
Starlight Vattano  
Marco Vedoà  
Chiara Vernizzi  
Alessandra Vezzi  
Gianluca Emilio Ennio Vita  
Marco Vitali  
Mariapaola Vozzola  
Antonio Agostino Zappani  
Andrea Zerbi  
Marta Zerbin  
Ornella Zerlenga

11

Francesca Fatta  
Prefazione | Preface

## TESTIMONIARE WITNESSING

17

Maria Josefa Agudo-Martinez  
Tadao Ando: *Minimal art y humanidad*  
Tadao Ando: *Minimal art and humanity*

33

Alessio Altadonna, Adriana Arena  
I disegni della chiesa della SS. Annunziata dei Catalani a Messina.  
Tra rilievo e ricostruzione grafica  
The drawings of the church of SS. Annunziata dei Catalani in Messina. Between survey and graphic reconstruction

55

Marinella Arena, Angeliki Assimakopoulou, Daniele Colistra, Domenico Mediatì, Yannis D. Varalis  
Hermitage of Saints Anargyroi, Kosmas and Damian:  
Survey, Analysis, Enhancement

67

Martina Attenni, Alfonso Ippolito  
Oltre l'apparenza. Comunicazione di un patrimonio sovrascritto  
Beyond appearance. Communication of an overwritten heritage

87

Leonardo Baglioni, Michela Ceracchi, Marta Salvatore  
Immagini della prospettiva: dialoghi tra spazio affine e spazio proiettivo  
Images of perspective: dialogues between affine space and projective space

107

Cristiana Bartolomei, Caterina Morganti, Davide Prati  
Strategie digitali per conoscere e valorizzare i modelli di fortificazioni di Luigi Ferdinando Marsili  
Digital strategies for learning and valorising the models of fortifications by Luigi Ferdinando Marsili

123

Paolo Belardi  
Da Perugia a Genova e poi ancora a Perugia: sui "disegni regolatori" di Galeazzo Alessi  
From Perugia to Genoa and then back to Perugia: on the "regulatory drawings" by Galeazzo Alessi

145

Rachele Angela Bernardello, Cosimo Monteleone  
A Bridge Between East and West: Frank Lloyd Wright's Drawing as Synthesis of Two Different Cultures

153

Stefano Bertocci, Matteo Bigongjari, Gianlorenzo Dellabartola  
Interpretazione dei progetti delle fortezze nel Codice Ashb.361 di Francesco di Giorgio Martini  
Interpretation of the fortress projects in the Ashb.361 Code by Francesco di Giorgio Martini

171

Antonio Bixio, Giuseppe D'Angiulli, Letizia Albano  
L'architettura manicomiale dei primi del Novecento a Potenza: da luogo della marginalità a luogo dell'abitare  
Asylum architecture in Potenza in the early 20th century: from a place of marginality to a place for living

189

Alessio Bortot, Antonio Calandriello  
La cupola della Cappella di Anet: indagine sui tracciati tridimensionali  
The dome of Anet Chapel: investigation on geometrical drawing

205

Giovanni Caffio, Maurizio Unali  
Verso una storia dell'Abitare Virtuale. Dal Cyberspace a Second Life fino al Meta-verso di Facebook e oltre  
Toward a history of Virtual Living. From Cyberspace to Second Life to the Facebook Metaverse and beyond

221

Daniele Calisi, Alessandra Centroni, Maria Grazia Cianci  
Il rilievo strumentale per la conoscenza analitica di stratificazioni storiche complesse: San Pietro in Vincoli  
The instrumental survey for the analytical knowledge of complex historical stratifications: San Pietro in Vincoli

241

Eduardo Carazo, Álvaro Moral, Carmen Gimeno  
El plano de Rivera Manescau y las cuatro colegiatas de Valladolid  
Rivera Manescau's plan and the four collegiate churches of Valladolid

261

Alessio Cardaci, Antonella Versaci  
I 'Torresini da Polvere' della Repubblica di Venezia: i depositi in via Beltrami a Bergamo e del forte San Felice a Chioggia  
The *Torresini da Polvere* of the Republic of Venice. The powderhouses in via Beltrami in Bergamo and in the San Felice fort in Chioggia

278

Marco Carpiceci, Daniele Bigi, Antonio Schiavo  
I segni dell'Arco di Gallieno a Roma  
The signs of Arch of Gallienus in Rome

298

Marco Carpiceci, Fabio Colonnese  
Leonardo da Vinci e il padiglione d'acqua nel labirinto  
Leonardo da Vinci and the water pavilion in the labyrinth

321

Camilla Casonato  
Viaggiare attraverso la storia. I disegni giovanili di Viollet-le-Duc  
Travelling through history: the early drawings of Viollet-le-Duc

335

Martina Castaldi  
La qualità spaziale del sistema piazza-palazzo: Palazzi Domenico Grillo e Fieschi-Ravaschieri a Genova  
The spatial quality of the square-palace system: Palaces Domenico Grillo and Fieschi-Ravaschieri in Genoa

351

Irene Cazzaro  
Dialoghi tra diverse discipline (e lingue): una terminologia condivisa per le ricostruzioni digitali 3D ipotetiche e per la classificazione del loro livello di incertezza  
Dialogues between different disciplines (and languages): a shared terminology for hypothetical 3D digital reconstructions and for the classification of their level of uncertainty

373

Mario Centofanti, Andrea Ruggieri, Pamela Maiezza, Alessandra Tata, Stefano Brusaporci  
Dal 'progetto assente' alla 'architettura interrotta'. Il ruolo della modellazione digitale 3D nell'analisi storico-critica. Un caso di studio  
From the 'absent project' to the 'halted architecture'. The role of digital 3D modeling in the historical-critical analysis. A case study

391

Pilar Chías, Tomás Abad, Lucas Fernández-Trapa  
El agua en los paisajes históricos de los Reales Sitios: Aranjuez, El Escorial y La Granja  
Water in the Historic Landscapes of the Spanish Royal Sites: Aranjuez, El Escorial and La Granja

411

Emanuela Chiavoni, Fabiana Carbonari, Fernando Gandolfi, Maria Belén Trivi  
Rappresentazioni dell'architettura e dell'ambiente urbano. L'influenza italiana in Argentina  
Representations of Architecture and Urban Environment. The Italian influence in Argentina

- 427  
Emanuela Chiavoni, Sara Colaceci, Alfonso Ippolito, Vito Rocco Panetta, Federico Rebecchini, Luca Ribichini, Lorenzo Tarquini  
Il rilievo di strada tra conoscenza e valorizzazione urbana: via dei Papareschi a Roma  
Street Survey. Between knowledge and urban development: via dei Papareschi in Rome
- 451  
Massimiliano Ciammaichella, Gabriella Liva  
Visioni in movimento e spazi espositivi di memorie in transito  
Visions in Motion and Exhibition Spaces of Transition Memories
- 469  
Margherita Cicala  
Testimoniare attraverso il rilievo. Segni e storia del Palazzo Conca a Napoli  
Witnessing through survey. Signs and history of Conca Palace in Naples
- 487  
Vincenzo Cirillo, Riccardo Miele  
Copertura 'a bulbo' del campanile. Un di-segno visivo e visuale  
The bulb covering of Neapolitan bell tower. A 'visual' de-sign
- 505  
Paolo Clini, Ramona Quattrini, Romina Nespeca, Renato Angeloni, Mirco D'Alessio  
In dialogo con i musei: innovazione e trasformazione digitale per una nuova visione del patrimonio  
Dialogue with museums: innovation and digital transformation for a new vision of the cultural heritage
- 521  
Valeria Croce  
The Chapel of Sant'Agata in Pisa. 3D surveying, Artificial Intelligence and archival heritage
- 531  
Giuseppe D'Acunto, Isabella Friso  
Narrative codes and expressive styles in the Virtual Museum
- 539  
Salvatore Damiano  
Dialoghi fra storia e disegno: il progetto di Enrico Del Debbio per la Casa del Balilla di Enna  
Dialogues between history and drawing: Enrico Del Debbio's project for the Casa del Balilla in Enna
- 559  
Salvatore Damiano, Eleonora Di Mauro  
Francesco Fichera e il Palazzo delle Poste per Noto: studio grafico su un edificio mai realizzato  
Francesco Fichera and the Palazzo delle Poste for Noto: a graphic study of a never-built project
- 580  
Massimo De Paoli, Luca Ercolin  
Il Duomo di Ravenna: rilievo e modellazione dei sarcofagi di S. Rinaldo e di S. Barbaziano  
The Cathedral of Ravenna: survey and modelling of the sarcophagi of St. Rinaldo and St. Barbatianus
- 596  
Alejandra Duarte Montes, Daniel López Bragado, Victor Lafuente Sánchez  
La Maqueta en el cine. Escala y perspectiva al servicio de la recreación espacial  
The miniature in the cinema. Scale and perspective at the service of space recreation
- 610  
Laura Farroni, Matteo Flavio Mancini  
Sulla bellezza delle immagini per la narrazione del pensiero architettonico. Riflessioni sui disegni di progetto di Francesco Cellini  
On the beauty of images for the narration of architectural thought. Reflections on Francesco Cellini's project drawings
- 628  
Giuseppe Fortunato, Antonio Agostino Zappari  
La colonna del tempio di Hera Lacinia presso Crotone tra vecchie e nuove restituzioni  
The column of the temple of Hera Lacinia near Crotone between old and new restitutions
- 648  
Martina Gargiulo, Davide Carleo, Giovanni Ciampi, Michelangelo Scorpio, Luigi Corniello, Pilar Chias Navarro  
Il Jardines El Capricho a Madrid. Dall'analisi delle fonti d'archivio al rilievo fotogrammetrico  
The Jardines El Capricho in Madrid. From the analysis of archival sources to the photogrammetric survey
- 662  
Raissa Garozzo, Cettina Santagati  
A graphical analysis of a skewed arched-masonry bridge along the Circumetnea railway track
- 672  
Gian Marco Girgenti, Caterina Prinziavalli  
The project for the "Galleria Orete" by Giuseppe Damiani Almeyda and other unbuilt "passages" in Palermo
- 682  
Maria Pompeiana Iarossi, Cecilia Santacroce  
Continuità dell'imprinting boitiano del disegno come educazione al progetto al Politecnico di Milano  
Continuity of the Boitian imprinting of drawing as project education at the Politecnico di Milano
- 700  
Manuela Incerti  
La proiezione centrale come sistema di tracciamento sulle pseudo-cupole del V secolo  
The central projection as a tracing system on the fifth century pseudo-domes
- 720  
Carlo Inglese, Roberto Barni, Marika Griffo, Manuela Gianandrea, Serena Romano Gosetti di Sturmbeck, Guglielmo Villa  
La basilica inferiore di San Crisogono: lettura morfometrica di un'architettura stratificata  
San Crisogono's Basilica: a morphometric reading of layered architecture
- 736  
Carlo Inglese, Simone Lucchetti  
Iconografia e modelli digitali per una lettura critica del mausoleo di Cecilia Metella a Roma  
Iconography and digital models for a critical reading of the mausoleum of Cecilia Metella in Rome
- 754  
Pedro António Janeiro, Fabiana Guerriero  
Representações icônicas entre desenho e objectos  
Ironic representations between drawing and objects
- 770  
Pedro António Janeiro, Dulce Loução, Gisele Melo De Carvalho  
Image and classicism in housing social life spaces in Recife, Brasil
- 776  
Francesco Maggio, Natalia Reginella  
Le grafie e le visioni in Oltremare di Umberto Di Segni  
The graphics and visions in Oltremare by Umberto Di Segni
- 796  
Francesco Maglioccola, Simona Scandurra  
Testimonianze di cultura orientale a Napoli: la pagoda della villa Doria d'Angri  
Examples of oriental culture in Naples: the pagoda of Villa Doria d'Angri
- 816  
Carlos L. Marcos  
Ideation, representation and notation. The process of architectural design as a dialogue between the architect and architecture mediated through drawing
- 825  
Maria Martone, Alessandra Marina Giugliano  
La digitalizzazione di un percorso conoscitivo. Via del Parco Margherita a Napoli  
The digitization of a cognitive path. Via del Parco Margherita in Naples
- 847  
Isaac Mendoza Rodríguez  
Algunos proyectos de los años setenta de J. L. Linazasoro: el uso de la línea para definir el espacio, la forma y la materialidad  
Some projects of the seventies of J. L. Linazasoro: the use of the line to define space, form and materiality
- 863  
Sonia Mollica  
La normalizzazione iconografica della pittura vascolare per l'insegnamento. Il cratere attico del Pittore di Providence  
The iconographic normalization of vase painting for teaching. The Attic crater of the Providence Painter
- 881  
Sandro Parrinello, Anna Dell'Amica, Francesca Galasso  
Arsinoe 3D. La narrazione digitale di uno scavo archeologico  
Arsinoe 3D. A project for the digital narration of an archaeological excavation
- 903  
Roberto Pedone, Rossella Laera  
Le pratiche di design e la rappresentazione del benessere nella dimensione umana dello spazio domestico  
Design practices and the representation of well-being in the human dimension of the domestic space
- 917  
Assunta Pelliccio, Marco Saccucci, Virginia Miele  
The graphic sign for historical narration of architecture. The fortifications of the Liri Valley
- 926  
Valeria Piras  
Rappresentazione dei modelli pedagogici del design, uno strumento di analisi critica  
Representation of design pedagogical models, a tool for critical analysis
- 942  
Manuela Piscitelli  
Le illustrazioni dei bestiari medievali. Simboli e codici iconografici  
The illustrations of medieval bestiaries. Symbols and iconographic codes

962

Matteo Pontoglio Emilii, Stefano Fasolini, Giuseppe Contessa

Il volto settecentesco del territorio bresciano: il barocco classicista della famiglia Marchetti

The eighteenth-century face of the Brescia area: the classicist baroque of the Marchetti family

980

Marta Quintilla Castán, Luis Agustín Hernández

Repositorio gráfico digital de la Iglesia de Santa María de Tobed

Digital graphic repository of the Church of Santa María de Tobed

998

Marta Alonso Rodríguez, Marta García García, Raquel Álvarez Arce, Noelia Galván Desvaux

Mackintosh, Bayer y los Eames: diálogos entre tipografía y arquitectura

Mackintosh, Bayer and the Eames: dialogues between typography and architecture

1012

Luca Rossato, Tejas Chauhan

Indian historic water structures: graphic studies and analyses to understand the significance of transition in a traditional stepwell

1022

Luca Rossato, Federica Maietti, Felipe Corres Melachos, Gabriele Giau

Beyond the glass house icons: graphic documentation of the correlations between Bo Bardi's and Johnson's studios

1033

Adriana Rossi, Umberto Palmieri, Sara Gonizzi Barsanti

Ripresentare il reperto di Hatra

Represent the find of Hatra

1049

Marcello Scalzo

Bernard Villemot: il disegno prima di tutto

Bernard Villemot: drawing first

1067

Simona Scandurra, Valeria Cera

Gli spazi della conservazione del vino: studio e rilievo delle bodegas spagnole

The places of wine conservation: study and survey of Spanish bodegas

1083

Alberto Sdegno, Silvia Masserano, Veronica Riavis

La Città Nuova di Sant'Elia: ricostruzione e simulazione video di due progetti

per la metropoli del futuro

The Città Nuova by Sant'Elia: Advanced Simulation of Two Projects for the Metropolis of Future

1101

Ana Tagliari, Wilson Florio

The representation of the sun in Paulo Mendes da Rocha and Decio Tozzi architectural drawings

1111

Enza Tolla, Giuseppe Damone

Lo studio dell'iconografia urbana nella cartografia regionale lucana tra il XVIII e il XIX secolo: appunti e riflessioni

The study of urban iconography in the regional cartography between the XVIII and the XIX century: notes and reflections

1127

Ilaria Trizio, Adriana Marra, Francesca Savini

Tracce stratificate sulle murature storiche. Tra interpretazioni e ipotesi ricostruttive

Stratified traces on historic masonries. Interpretations and reconstructive hypotheses

1145

Pasquale Tunzi

Pluralità di argomenti e immagini nel "Repository of Arts" (1809-1829)

Plurality of topics and images in the "Repository of Arts" (1809-1829)

1159

Rita Valenti, Simona Gatto, Emanuela Paternò

Il racconto dei luoghi: indagini storico-rappresentative della facciata della chiesa di San Matteo a Scicli

The tale of places: historical-representative investigation of St. Matthew's church façade in Scicli

1179

Starlight Vattano

La città della Duplice Visione. Venezia nelle immagini di Raimund Abraham, 1978

The City of the Dual Vision. Venice in the images of Raimund Abraham, 1978

1195

Chiara Vernizzi, Chiara Finizza

Interpretazioni figurative per leggere e rappresentare le forme urbane di Venezia

Figurative interpretations to read and represent the urban forms of Venice

## COMUNICARE COMMUNICATING

1215

Sabrina Acquaviva, Massimiliano Campi, Antonella Di Luggo, Marika Falcone,

Mario Ferrara, Daniela Palomba

Linguaggi e strumenti per indagare, conoscere e comunicare l'architettura

Languages and tools to investigate, know and communicate architecture

1239

Paola Ardizzola, Caterina Palestini

Disegno come dialogo fra arte e architettura. Forma e geometria nell'opera di Zvi Hecker

Drawing as dialogue between art and architecture. Form and geometry in Zvi Hecker's oeuvre

1261

Marcello Balzani, Federica Maietti, Luca Rossato, Dario Rizzi, Martina Suppa

Scenari di reverse processing nel rilievo architettonico da nuvola di punti

Reverse processing scenarios in architectural survey from point cloud

1279

Laura Baratin, Francesca Gasparetto

Di-segnare i muri del tempo e dello spazio. Intorno alla prassi analitico-compositiva delle opere di Oscar Piattella

Di-segnare the walls of time and space. Around the analytical-compositional praxis of Oscar Piattella's works

1295

Enrica Bistagnino

Pier Paolo Pasolini e Giuseppe Zigaina, testi e immagini per la plaquette "Dov'è la mia Patria"

Pier Paolo Pasolini and Giuseppe Zigaina, texts and images for the plaquette "Dov'è la mia Patria"

1311

Maurizio Marco Bocconcinio, Ursula Zich, Martino Pavignano

Disegno: letture integrate per l'interpretazione di conoscenze e competenze pre ingresso al PoliTO

Drawing: integrated readings for the interpretation of pre-entry knowledge and competences at PoliTO

1345

Cristina Boido, Pia Davico

Raccontare i caratteri di un luogo. Dialoghi tra rappresentazione, rilievo e restauro

Narrating the features of a place. Discussions on representation, surveying and restoration

1365

Cecilia Bolognesi, Fausta Fiorillo

Virtual reconstruction from scan to VR of architecture and landscape of a monumental park

1374

Alessandro Castellano

Legg[ia]bilità, tra grafica e inclusione

Legi[a]bility, between graphics and inclusion

1386

Ilenio Celoria

Comporre, inquadrare, comunicare: rappresentazione dell'architettura negli scatti di Basilico, Ghirri e Fontana

Composing, framing, communicating: representation of architecture in the shots of Basilico, Ghirri and Fontana

1402

Gerardo Maria Cennamo

Semantica del disegno tra evoluzione digitale e codici archetipali

Drawing semantics between digital evolution and archetypal codes

1414

Stefano Chiarenza

Laboratori virtuali: innovazioni digitali per comunicare a distanza

Virtual labs: digital innovations for distance communication

1432

Anastasia Cottini

La documentazione digitale per la comunicazione del Patrimonio Culturale: il caso dell'Eremo delle Carceri ad Assisi

Digital documentation for the communication of Cultural Heritage: the case of the Eremo delle Carceri in Assisi

1448

Gabriella Curti

Rappresentare il movimento. Grafica bidimensionale e computer graphics tra XX e XXI secolo

Representing motion. From bidimensional to computer graphics in the 20th and 21st century



1464

Irene De Natale

Rappresentare il paesaggio urbano: segni per un'identità dinamica  
Representing the urban landscape: signs for a dynamic identity

1476

Edoardo Dotto

Mentire allo sguardo: il mimetismo tra arte e scienza  
Lying to the eye: the mimicry between art and science

1494

Eugenio Maria Falcone, Juan Saumell Lladó

Le radici del progetto. La rappresentazione dell'architettura.  
Ipotesi di una grammatica per una nuova semiologia applicata  
The roots of the project. The representation of architecture.  
Hypothesis of a grammar for a new applied semiology

1508

Francesca Fatta, Paola Raffa

Raccontare. Arte. Linguaggi creativi per l'infanzia  
Telling Art. Creative Languages for Childhood

1530

Fabrizio Gay

Disegnare atmosfere: rifrazione semiotica di una salienza inglobante  
Drawing atmospheres: semiotic refraction of an encompassing salience

1548

Fabrizio Gay

Il fulmine e la "reazione nera": disegno naturale e artificiale dei pattern tra Golgi e Simondon  
The lightning and the "black reaction": natural and artificial pattern drawing between Golgi and Simondon

1568

Gaetano Ginex, Francesco Stilo, Lorella Pizzonia

Analysis and representation for Digital Humanities: la Mappa Mosaico di Madaba.  
Digitalizzazione, analisi, decostruzione  
Analysis and representation for Digital Humanities: The Madaba Mosaic Map.  
Digitalization, analysis, deconstruction

1590

Silvia La Placa, Francesca Picchio

Strategie per la rappresentazione dei segni e degli iconemi del paesaggio irriguo pavese  
Strategies for the representation of signs and iconemes of the Pavia irrigation landscape

1608

Gaia Leandri

"Di-segno" manuale e "De-sign" digitale, una scelta di comunicazione visiva  
Freehand "Di-segno" and digital "De-sign", a choice of visual communication

1628

Novella Lecci, Alessandra Vezzi

Raccontare i reperti archeologici: un video olografico per la stele di "Auvele Feluske"  
Telling the archaeological finds: a holographic video for the stele of "Auvele Feluske"

1644

Gennaro Pio Lento

Il rilievo SAPR delle residenze reali di vacanza in Albania  
The SAPR survey of royal holiday residences in Albania

1668

Massimo Leserri, Carla Ferreyra, Andrea di Filippo, Caterina Gabriella Guida

Optimising 3D interactive exploration of open virtual environments on web, using mobile devices

1677

Massimo Malagugini

La rappresentazione: un dialogo fra disegno e teatro  
Representation: dialogue between drawing and theatre

1697

Valeria Marzocchella

Il forsennato paesaggio di Napoli. Foto e visioni interiori a confronto  
The frenzied landscape of Naples. Photos and inner visions compared

1713

Davide Mezzino, Riccardo Antonino, Enrico Ferraris

Rappresentare la ricerca: metodi e strategie di comunicazione visiva in ambito museale  
Representing the research: methods and strategies of visual communication in museums

1731

Carlos Montes Serrano, Sara Peña Fernández

Frank Lloyd Wright: Models in Exhibitions (1932-1949)

1737

Laura Mucciolo

Accumulazioni su Casa Palestra: abitare un'atmosfera  
Accumulations on Casa Palestra: Dwelling an Atmosphere

1753

Alice Palmieri

Narrazioni e interpretazioni grafiche: proposte per un progetto di identità visiva del Carnevale di Palma Campania  
Narratives and graphic interpretations: proposals for the visual identity project of the Palma Campania Carnival

1771

Lia Maria Papa

Alberi monumentali e giardini storici: un processo virtuoso di disseminazione e fruizione  
Monumental trees and historical gardens: a virtuous process of dissemination and fruition

1789

Spiros Papadopoulos, Vassilis Bourdakis, Elena Mantzari, Aristides Vagelatos, Apostolia Galani, George Loukakis

Designing VR and AR gamifications for cultural heritage educational escape games

1797

Leonardo Paris

Virtual tour. Anywhere and nowhere

1805

Marta Pileri

Il dialogo tra saperi per la comunicazione del patrimonio culturale  
The dialogue between knowledge for the cultural heritage communication

1821

Giovanna Ramaccini

Well-aging? Way-finding! La comunicazione ambientale per contesti age-friendly  
Well-aging? Way-finding! Design strategies for age-friendly environments

1835

Leopoldo Repola

Cuma. Declinazioni del digitale  
Cuma. Digital declension

1853

Felice Romano

Rappresentazioni vertiginose. Tre esempi: Perec, Lequeu, Douat  
Vertiginous representations. Three examples: Perec, Lequeu, Douat

1873

Jessica Romor

Prospettiva e visualità: il volere della ragione, il valore dell'intenzione  
Perspective and visuality: the volition of reason, the value of intention

1893

Michela Rossi, Giorgio Buratti, Greta Milino

Sinergie di linguaggi - figure e pattern per la retorica del metaverso  
Language synergies - Figures and patterns for the metaverse rhetoric

1909

Maria Elisabetta Ruggiero

Brand Identity e nuovi media. Il caso studio del Platinum Jubilee  
Brand Identity and new media. The Case Study of Platinum Jubilee

1927

Francesca Salvetti

Colour project as redevelopment of school environments. Colour and visual identity

1935

Nicoletta Sorrentino

La comunicazione visiva per il trasporto passeggeri navale: linguaggi, funzioni, criticità  
Visual communication for naval passenger transport: languages, functions, issues

1949

Michele Valentino

Dialoghi tra disegno e testo nelle opere di Rem Koolhaas  
Dialogues between drawing and text in Rem Koolhaas works

1961

Marco Vitali, Giulia Bertola, Francesca Ronco

Applicazioni di Motion graphic per la valorizzazione del patrimonio museale del Museo di Arte Orientale di Torino (MAO)  
Motion graphic applications for the enhancement of the heritage of the Museum of Oriental Art in Turin (MAO)

1980

Angela Zinno

Per una rappresentazione multimodale del testo drammatico: ipotesi e traiettorie di un processo creativo  
For a multimodal representation of the dramatic text: hypotheses and directions of a creative process

## SPERIMENTARE EXPERIMENTING

1996

*Fabrizio Agnello, Mirco Cannella, Marco Rosario Geraci*

Mostrare l'invisibile: il soffitto trecentesco nascosto del convento di Santa Caterina a Palermo

Displaying the invisible: the 14th century hidden ceiling in the convent of Santa Caterina in Palermo

2016

*Giuseppe Amoruso, Polina Mironenko*

L'ipermodello BIM per gli allestimenti museali: programmazione visuale delle librerie parametriche

The BIM hyper model for museum exhibits: visual programming of parametric libraries

2036

*Pasquale Argenziano, Alessandra Avella, Nicola Pisacane*

Il disegno delle gemme sfaccettate. Fonti iconografiche e trattatistica, analisi geometrica, rilevamento, modellazione parametrica

Faceted gemstones drawing. Iconographic and treatise sources, geometric analysis, survey, parametric modelling

2058

*Vincenzo Bagnolo, Andrea Pirinu, Raffaele Argiolas, Simone Cera*

Dal disegno all'edificio e ritorno. Strumenti digitali per comunicare gli archivi di architettura

From drawing to building and back. Digital media to enhance architecture archives heritage

2074

*Sara Gonizzi Barsanti, Santiago Lillo Giner*

Oppido Mamertina in 3D: dalla fotogrammetria alla ricostruzione digitale

Oppido Mamertina in 3D: from photogrammetry to digital reconstruction

2090

*Carlo Battini, Rita Vecchiattini*

Potenzialità e limiti di sistemi mobile per il rilievo 3D

Potential and limitations of mobile systems for 3D surveying

2106

*Fabio Bianconi, Marco Fillippucci*

KID. Il disegno di un nuovo tipo di bicicletta

KID. Drawing of a new type of bicycle

2130

*Maurizio Marco Bocconcino, Mariapaola Vozzola*

Strumenti e procedure per il rilievo metrico speditivo di fronti urbani: informazioni, misure e disegni di massima come ausilio alle abilità artigianali

Tools and procedures for the expeditive metric survey of urban fronts: information, measurements and rough drawings as an aid to craft skills

2149

*Marianna Calia, Antonio Conte*

Visioni per ri-abitare i patrimoni fragili: sperimentare architetture nello spazio pubblico e nel paesaggio

Visions for re-inhabiting fragile heritages: experimenting with architecture in public space and landscape

2165

*Massimiliano Campi, Valeria Cera, Marika Falcone, Mario Ferrara*

La rappresentazione del territorio peri-urbano tra city modelling, rilievo e fotografia

The representation of the peri-urban territory between city modelling, survey and photography

2183

*Cristina Cándito*

Spazialità e orientamento nelle architetture ipogee, tra configurazione e rappresentazione

Spatiality and Orientation in Hypogean Architectures: between configuration and representation

2199

*Mara Capone, Angela Cicala*

Dalle "macchine inutili" alle "macchine utili". Algoritmi generativi per costruire le geometrie della trasformazione

From "useless machines" to "useful machines". Generative algorithms to build transformation geometries

2221

*Matteo Cavaglià, Lorenzo Ceccon, Luigi Cocchiarella, Thomas Guido Comunian, Veronica Fazzina, Giulia Lazzaretto, Alessandro Martinelli, Caterina Morganti, Giulia Piccinin, Simone Porro, Lorenzo Tarquini, Nicolas Turchi*

Digi Skills Bsc – Revising Graphic Literacy in Bsc Architectural Design Education through a Software-Based Pedagogic Approach. A Shared Pilot Experience at the Politecnico di Milano

2230

*Santi Centineo*

"Uno scheletro di teatro". L'esperienza teatrale di Alberto Burri e il Teatro Continuo

"A theatre skeleton". The theatrical experience of Alberto Burri and the Teatro Continuo

2250

*Enrico Cicalò, Valeria Menchetelli*

Psico-grafica. Dialoghi tra le scienze grafiche e le scienze psicologiche

Psycho-graphic. Dialogues between the graphic sciences and the psychological sciences

2272

*Pierpaolo D'Agostino, Giuseppe Antuono, Pedro Vindrola*

Ricostruzione e fruizione digitale di paesaggi perduti. Visioni di Palazzo d'Avalos in Procida

Digital reconstruction and fruition of lost landscapes. Views of Palazzo D'Avalos in Procida

2292

*Saverio D'Auria, Erika Elefante, Maria Ines Pascariello*

Frammenti urbani e nuove visualizzazioni: la piazzetta di San Gennaro all'Olmo a Napoli

Urban fragments and new views: the square of San Gennaro all'Olmo in Naples

2310

*Fabrizio De Cesaris, Francesca Porfiri, Luca J. Senatore*

Il Rilievo per l'emergenza: il caso di Palazzo Pallotta a Caldarola

Emergency survey: the case of Palazzo Pallotta in Caldarola

2324

*Raffaella De Marco*

La Forma strutturale: opportunità di articolazione topologica delle mesh geometriche al processo di conoscenza e simulazione in Architettura

The Structural Form: opportunities for a topological articulation of geometric meshes to the process of knowledge and simulation in Architecture

2344

*Giuseppe Di Gregorio*

Tra reale e virtuale: il medievale castello di Mussomeli

Between real and virtual: the medieval castle of Mussomeli

2364

*Francesco Di Paola, Sara Morena, Sara Antinazzi*

3D digital tools for the archaeological massive artifacts documentation

2374

*Tommaso Empler, Fabio Quici, Adriana Caldaroni, Elena D'Angelo, Alexandra Fusinetti, Maria Laura Rossi*

HBIM e ICT. Il BIM per la valorizzazione della Fortezza Pisana di Marciana

HBIM and ICT. BIM for valorize Pisan Fortress of Marciana

2394

*Elena Eramo*

Sul rapporto semantico tra dati grafici e numerici in un modello di valutazione del Rischio archeologico

The sematic relationship between graphic and numerical data in an archaeological heritage Risk assessment model

2410

*Sara Erliche, Giulia Pellegrini*

Cultural heritage survey and inclusive representation. The case of Villa Ottolenghi

2420

*Jesús Esquinas-Dessy, Isabel Zaragoza*

Diálogos con el lugar. Experimentando nuevas maneras de mirar y re-presentar

Site talks. Experimenting new ways of seeing and re-presenting

2439

*Mariateresa Galizia, Graziana D'Agostino*

Il rilievo e la rappresentazione del Teatro Sangiorgi di Catania, testimonianza e memoria documentale di usi e costumi del Novecento

The survey and representation of the Sangiorgi Theatre in Catania, testimony and documentary memory of 20th-century customs and traditions

2459

*Noelia Galván Desvaux, Pablo Cendón Segovia, Marta Alonso Rodríguez, Raquel Álvarez Arce*

Microorganismos marinos como fuente de inspiración y materia prima de la arquitectura: Richard Neutra y la serie Diatom

Marine microorganisms as a source of inspiration and raw material for architecture: Richard Neutra and the Diatom series

- 2479**  
Amedeo Ganciu, Andrea Sias  
Visualizzare la conoscenza. La rappresentazione delle reti citazionali internazionali nell'ambito delle scienze grafiche  
Visualising the knowledge. The representation of international citation networks in the graphic sciences
- 2503**  
Fabrizio Gay  
Elementare! (Pohlke): osservazioni sul teorema fondamentale dell'assonometria  
Elementary! (Pohlke): observations on the fundamental theorem of axonometry
- 2523**  
Elisabetta Caterina Giovannini, Francesca Ronco  
Dentro il museo: creare esperienze culturali in realtà aumentata  
Inside the museum: creating cultural experiences in augmented reality
- 2539**  
Fabiana Guerriero, Pedro Antonio Janeiro  
Il sogno romantico di Francis Cook  
The romantic dream of Francis Cook
- 2553**  
Domenico Iovane, Sabrina Acquaviva, Rosina Iaderosa  
Immagini digitali per l'elaborazione e l'analisi del costruito. Lo scalone monumentale di San Leucio  
Digital images for the elaboration and analysis of the building. The monumental stairs of San Leucio
- 2573**  
Emanuela Lanzara  
Strumenti VPL per la scomposizione geometrico-semantica di figure piane complesse  
VPL applications for geometric-semantic decomposition of complex planar figures
- 2593**  
Giulia Lazzari  
L'eliminazione delle ombre nelle ortofoto: notazioni teoriche e procedure sperimentali  
Removing shadows from orthophotos: theoretical indications and testing procedures
- 2607**  
Marco Limongiello, Angelo Lorusso, Anna Sanseverino, Barbara Messina  
Conservazione predittiva di edifici storici attraverso un sistema basato sull'IoT  
Predictive preservation of historic buildings through IoT-based system
- 2621**  
Andrea Lumini, Federico Cioli  
La rappresentazione del suono. Rilievo digitale e modellazione 3D per la virtualizzazione multisensoriale di tre grandi teatri europei  
The representation of sound. Digital survey and 3D modeling for the multisensory virtualization of three major European theaters
- 2645**  
Tomás Enrique Martínez Chao  
Processi di segmentazione e classificazione di viabilità urbana tra analisi ed accessibilità  
Segmentation and classification processes of urban roads between analysis and accessibility
- 2661**  
Marco Medici, Federico Ferrari, Andrea Sterpin  
H-BIM semantico come strumento di documentazione inclusiva e accesso al Nuovo Catalogo Digitale dei Beni Culturali: il caso studio di Santa Maria delle Vergini a Macerata  
Semantic H-BIM as a tool for inclusive documentation and access to the New Digital Catalogue of Cultural Heritage: the case study of Santa Maria delle Vergini in Macerata
- 2680**  
Alessandro Meloni  
Architettura e Distruzione. Sperimentazioni sui disegni di Lebbeus Woods  
Architecture and Destruction. Experimentation on drawings by Lebbeus Woods
- 2698**  
Alessandro Merlo, Gaia Lavoratti, Alessandro Manghi  
In media res. Il ruolo del rilievo urbano nel PCRI tra Caletta di Castiglioncello e Lillatro (Rosignano Marittimo)  
In media res. The role of urban relief in the Settlement Redevelopment Complex Programme (PCRI) between Caletta di Castiglioncello and Lillatro (Rosignano Marittimo)
- 2716**  
Anna Osello, Matteo Del Giudice, Daniela De Luca, Francesca Maria Ugliotti  
Digital Twin. Experimenting drawings (di-SEGNI) between science and technology in teaching
- 2724**  
Alessandra Pagliano, Annalisa Pecora  
An immersive experience for the room with agrestic paintings in Carditello (CE)
- 2734**  
Maurizio Peticarini, Alessandro Basso  
Visualità digitale applicata a metodologie di rilievo integrato. Sinergie collaborative tra sperimentazione e tecnologia  
Digital Visualization applied to integrated survey methodologies. Collaborative synergies between experimentation and technology
- 2751**  
Giorgia Potestà, Vincenzo Gelsomino  
Archeologia vista da Drone. Il teatro greco-romano di Locri Epizefiri  
Archeology seen by Drone. The Greco-Roman theater of Locri Epizefiri
- 2771**  
Paola Puma, Lorenzo Cecchi, Chiara Nepi, Giuseppe Nicastro  
Virtual Heritage e musei scientifici: il progetto "Beccari in 3D" per le Collezioni Botaniche del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze  
Virtual Heritage and scientific museums. The project "Beccari in 3D" for the Botanical Collections of the Natural History Museum of the University of Florence
- 2789**  
Fabiana Raco, Marcello Balzani, Fabio Planu, Nicola Tasselli  
Modellazione semantica HBIM per la rappresentazione digitale dell'intervento sul patrimonio esistente  
HBIM semantic modelling for the digital imaging of interventions on existing heritage
- 2805**  
Gerardo Castro Reyes, Jesús Esquinas-Dessy  
Un lenguaje gráfico para comprender y simular la intangibilidad de paisajes verdes urbanos  
A graphic language to understand and simulate the intangibility of urban green landscapes
- 2819**  
Andrea Rolando, Alessandro Scandiffio  
Thematic mapping for the definition of territorial development strategies in the Province of Biella
- 2827**  
Gabriele Rossi, Valentina Castagnolo, Anna Christiana Maiorano  
Dal mare alla terra: un nuovo punto di vista sui fari pugliesi  
From sea to land: a new viewpoint on Apulian lighthouses
- 2845**  
Antonella Salucci, Caterina Santoro, Lida Elisa Vlami  
Mappare la cultura Fab Lab. Processi e principi per il futuro della Città, dell'Architettura e del Design  
Surveying the Fab Lab Culture. Processes and purposes for the future of the City, the Architecture and the Design
- 2861**  
Roberta Spallone, Chiara Teolato, Fabrizio Natta, Valerio Palma  
Ricostruzione virtuale, VR e AR per la visualizzazione dell'aula provvisoria del Parlamento italiano  
Virtual reconstruction, VR and AR to visualise the temporary chamber of the Italian Parliament
- 2881**  
Andrea Tomalini, Jacopo Bono  
Nuove iconografie per la rappresentazione del patrimonio su Instagram  
New iconographies for the representation of Instagram asset
- 2895**  
Ruggero Torti  
Immagine ed emozione  
Image and emotion
- 2907**  
Francesco Trimboli  
Il segno come espressione archetipica dell'innovazione tecnologica  
The sign as an archetypal expression of technological innovation
- 2925**  
Francesca Maria Ugliotti, Farzane Shahriari  
Computational BIM design approach supporting Spatial Analysis: the case of healthcare facilities
- 2937**  
Graziano Mario Valenti, Alessandro Martinelli  
Sulla qualità geometrica del modello di rilievo  
On the geometric quality of the survey model
- 2953**  
Marco Vedoà  
Comparing Top-Down and Bottom-Up Approaches. Maps of Cultural Landscape Digitisation Processes
- 2964**  
Gianluca Emilio Ennio Vita  
Labirinto Software, complessità e contraddizioni nel disegno digitale per l'architettura  
Software labyrinth, complexity and contradictions in digital design for architecture
- 2980**  
Andrea Zerbi, Sandra Mikolajewska  
Tecniche integrate di rilievo fotogrammetrico e TLS per la documentazione di architetture dipinte  
Integrated techniques of photogrammetric survey and TLS for the documentation of frescoed architectures
- 2996**  
Marta Zerbini  
Il convento di San Francesco a Pitigliano: la chiesa che entra nel museo  
The convent of San Francesco in Pitigliano: the church enters into the museum
- 3016**  
Ornella Zerlenga  
Il suono della luce. Nuove narrazioni per il campanile di Santa Chiara a Napoli  
The sound of light. New narrations for the bell tower of Santa Chiara in Naples



# HBIM e ICT. Il BIM per la valorizzazione della Fortezza Pisana di Marciana

Tommaso Empler  
Fabio Quici  
Adriana Caldarone  
Elena D'Angelo  
Alexandra Fusinetti  
Maria Laura Rossi

## *Abstract*

Il contributo si inserisce nell'ambito della modellazione digitale per la rappresentazione, comunicazione e valorizzazione del patrimonio culturale costruito. In particolare, la ricerca pone l'attenzione sulla transversalità dei modelli parametrici informati nell'ambito dell'*Information and Communication Technologies* (ICT). Il processo BIM, nato per il controllo delle procedure edilizie e di gestione dell'intero ciclo di vita dell'edificio (progettazione, realizzazione, manutenzione, dismissione) applicato al campo dell'*Heritage* comprende ulteriori aspetti, non previsti dal processo "tradizionale", legati principalmente alla conoscenza del bene (analisi documentali storiche, rilievo, indagini diagnostiche, etc), alla rappresentazione di uno stato di fatto storicizzato e al suo stato di conservazione, al progetto di manutenzione, recupero, restauro e valorizzazione. La procedura proposta declina il modello matematico HBIM, dedicato agli operatori del settore, nell'ambito della comunicazione e della disseminazione del bene culturale attraverso l'uso di applicativi multimediali (realtà virtuale e realtà aumentata) che sono invece rivolti al fruitore. La metodologia viene sperimentata analizzando come caso di studio una Fortezza Pisana dell'Isola d'Elba.

## *Parole chiave*

HBIM, ICT, modellazione 3D, valorizzazione, conservazione



Copertina (Immagine degli autori).

## Introduzione [1]

Nel contesto della valorizzazione dei beni culturali mediante le tecnologie dell'informazione e della comunicazione, oggi si chiede di dare visibilità alle testimonianze frammentarie del passato conferendo ad esse una nuova integrità che tenga conto della loro consistenza fisica e semantica, risultante dal complesso dei processi di trasformazione e interpretazione che oggi meglio le rappresenta. Si tratta spesso di lavorare su testimonianze fisiche nel territorio per le quali oggi la componente comunicativa ha sostituito quella funzionale nel determinare il loro valore. Tale componente è rappresentata dall'insieme delle testimonianze fisiche, iconografiche e letterarie, sulla base delle quali oggi si lavora sia sul piano della protezione, della conservazione e del restauro, sia su quello della valorizzazione e della diffusione della conoscenza. La digitalizzazione del patrimonio culturale consente di costruire un ecosistema integrato capace, in particolare, di far dialogare dati visuali generati da diverse sorgenti. In questo ecosistema, i disegni, i rilievi, le mappe, le fotografie, i modelli appartenenti a diverse epoche e a diversi percorsi conoscitivi trovano una sintesi che è critica e operativa al tempo stesso, a seconda di come viene istruita prima e interrogata poi. In questo sistema di rappresentazioni multiple, le considerazioni di carattere storico-critico incontrano una prassi tecnico-operativa orientata a favorire sempre più la fruizione interattiva di risorse digitali culturali complesse da parte di un'utenza diversificata. Il modello informativo HBIM combinato con la Virtual Reality (BIM-enabled VR environment) appare in grado di costruire un linguaggio comune tra gli stakeholders coinvolti nel progetto conservativo del bene culturale ed un'utenza che invece può essere interessata ad accedere ai dati storici stratificati in un ambiente dinamico. La valorizzazione passa necessariamente per la trasformazione dei dati in un "segno grafico" di nuova generazione da intendersi come un linguaggio visivo in grado di aumentare l'esperienza degli utenti nei confronti di una realtà fisica che spesso cela le sue implicazioni più profonde.

## Cenni storici [2]

La storia millenaria dell'Elba, con testimonianze risalenti al Paleolitico, ha visto il susseguirsi di numerose popolazioni che, soprattutto a partire dal periodo medievale in poi, hanno alternato la loro presenza sull'Isola, come il dominio delle Repubbliche Marinare di Pisa e Genova, chiamate dalla Chiesa a difendere l'isola dalle incursioni saracene prima e corsare poi. Gli scontri portano alla creazione di fortificazioni a protezione dei territori per resistere agli attacchi, quali la Fortezza Pisana di Marciana, oggetto di questo studio, e le fortificazioni delle chiese romaniche presenti sul territorio.



Fig. 01. Marciana in un disegno schematico di Antonio Sarri (circa 1730). Fonte: Archivio Boncompagni, Archivio Vaticano.

L'isola passa in mano agli spagnoli nel '600, ai francesi nell'800 e nel 1860 viene annessa al Regno d'Italia. La Fortezza Pisana, ubicata a 415 metri s.l.m. e collocata nella parte alta di Marciana, fuori dal centro abitato, domina dalla sua posizione il centro storico e l'ampia vallata. (Fig.01) La struttura originaria presenta la forma di un quadrilatero regolare, ed è presumibilmente realizzata dai pisani nel XII secolo. Viene rinforzata tra il 1450 ed il 1457 dalla famiglia Appiano, signori del Principato di Piombino, quando stabiliscono a Marciana il centro dei loro interessi sull'isola. [Camici 2009]

Le attuali caratteristiche architettoniche della fortezza, sono riconducibili alle architetture fortificate rinascimentali per la presenza di quattro bastioni a "freccia" negli angoli, e la struttura a "scarpa" di quest'ultimi a partire dal "cordone" perimetrale fino alla base (ad eccezione delle parti lineari del quadrilatero). (Fig.02) La datazione viene fatta risalire alle opere di potenziamento e restauro del 1560, come testimoniato dai registri dell'epoca (Archivio Storico di Marciana, 1560).



Fig. 02. Planimetria del Comune di Marciana del Catasto Leopoldino, 1841: facilmente riconoscibile in basso a sinistra la Fortezza Pisana. Fonte: [https://livorno.dpgis.it/catasto\\_leopoldino/pub/index.php](https://livorno.dpgis.it/catasto_leopoldino/pub/index.php)

A causa dell'andamento orografico su cui è adagiata la fortezza, i bastioni posti a nord e ad ovest sono disposti in più in alto rispetto a quelli collocati ad est e sud, generando un andamento inclinato dei lati di collegamento. Il bastione collocato a sud aveva la funzione di deposito di esplosivi e munizioni, mentre nella parte sommitale del bastione ovest è presente una garitta dalla forma cilindrica (Fig.03). Nel lato occidentale della fortezza è collocata una fonte d'acqua, rifornita da una condotta sotterranea proveniente dal vicino Fosso della Giunca, che garantiva un approvvigionamento idrico in caso di assedio.

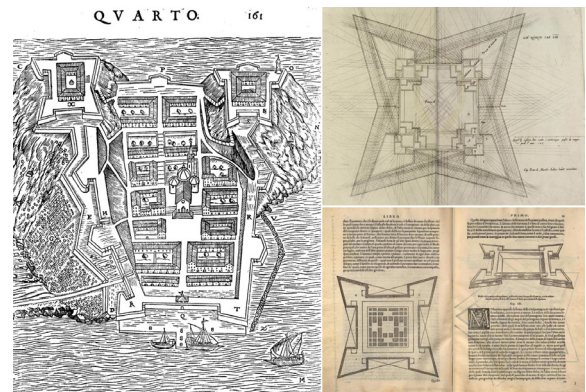
### Ambito culturale e trasformazioni architettoniche [3]

L'impianto della Fortezza così come la conosciamo oggi risale al periodo in cui il Granducato di Toscana costruisce (a partire dall'anno 1548) Cosmopoli, l'attuale Portoferraio [Fiaschi 2019], per volere di Cosimo I de' Medici, il quale mette in atto, a scala territoriale, un vasto sistema di presidi militari dove l'isola, per la sua posizione centrale nel mar Tirreno, riveste un ruolo strategico.

Fig. 03. 1. veduta nord-est della fortezza in cui è possibile notare il dislivello di quota tra i due bastioni e il profilo inclinato del muro di collegamento; 2. vista dall'alto della garitta cilindrica sul bastione ovest; 3. veduta sud-ovest in cui è possibile notare la continuità del cordone con sviluppo a scarpa per il bastione e sviluppo lineare nel muro di collegamento (foto degli autori).



Fig. 04. A sx: Bonaiuto Lorini, *Delle Fortificazioni libri cinque*, Venezia (1597). A pagina 161 viene idealizzata la realizzazione di Cosmopoli; A dx: Francesco De Marchi, "Della architettura militare", (1599) [De Marchi, 1599] e Pietro Cattaneo, "I quattro primi libri di architettura", Venezia (1554): angoli di tiro di una fortezza quadrata con "speroni a freccia" [Cattaneo, 1544].



La restante parte dell'Isola rimane sotto alla famiglia degli Appiano, Signori di Piombino, alleati degli Aragonesi. Il progetto di Cosmoli è di Giovanni Camerini, ma vede la partecipazione dei migliori architetti medicei quali Serbelloni, Buontalenti, Belluzzi, Lorini e Puccini. Gli ultimi tre, oltre alla realizzazione di importanti opere di architettura militare, forniscono un importante contributo sulla realizzazione delle architetture militari con la stesura di alcuni trattati, in particolare: Giovan Battista Belluzzi, con il manoscritto "Tratato dele Fortificazioni di Terra", ca. 1544 [Belluzzi 1544]; Bonaiuto Lorini con *Delle fortificationi, libri cinque*, Venezia 1597 [Lorini 1597]; Bernardo Puccini edita il "Trattato di uno strumento per levare di pianta e misurare le altezze" nel 1570-1571 [Puccini 1720] (Fig.04). La presenza di Puccini e Lorini è importante per indicare il movimento culturale/architettonico che pervade l'Elba nel tempo. Infatti, l'ammodernamento della fortezza di Marciana nel 1560 è coevo alla realizzazione dei Forti Falcone e Stella a Cosmopoli, iniziata un decennio prima. Nell'isola i confini sono più amministrativi che reali ed il movimento delle persone e degli operai tra Cosmopoli e le altre località non presenta veri ostacoli fisici. A Marciana gli Appiano stabiliscono la loro residenza sull'isola, restaurano e potenziano la fortezza pisana (eretta nel XII secolo) con dei "bastioni a saetta" posti agli angoli di un quadrilatero, come viene riportato dai registri dell'epoca: "in tutti i luoghi dove si lavora per le fortezze che si fanno, le donne vadano tutte senza differenza a portare acqua e sassi et tutto quanto si bisogna" (Archivio Storico di Marciana, 1560).

Considerata la facilità con cui le informazioni e le idee circolavano sull'isola e in mancanza di fonti documentarie certe che possano testimoniare la paternità delle trasformazioni degli edifici esistenti, si può ipotizzare che gli architetti o i capomastri autori delle modifiche e del potenziamento abbiano attinto informazioni direttamente a Cosmopoli, o che le stesse figure professionali si siano spostate all'interno dell'isola operando sia sul lato dei Medici che su quello degli Appiano. Gli speroni della Fortezza (simili a quanto riportato nel trattato del Lupicini, 1582) sembrano essere stati presi a riferimento anche per la realizzazione degli speroni nella chiesa dei Santi Pietro e Paolo (adesso San Niccolò) a San Piero, San Niccolò a Poggio, per la fortificazione di Sant'Ilario (a quel tempo tutti sotto la giurisdizione di Marciana) e la chiesa di San Giacomo e Quirico a Rio.

#### Le operazioni di conoscenza: il rilievo [4]

In un processo volto alla tutela e alla valorizzazione dei beni culturali, il rilievo – inteso come conoscenza geometrica e morfologica, comprensivo delle informazioni relative alle caratteristiche dei materiali e delle tecniche costruttive impiegate – rimane un passaggio essenziale. La Fortezza, sia per dimensioni che per forma, ha richiesto l'utilizzo di molteplici tecniche di acquisizione dati, successivamente elaborati in un unico ambiente digitale per ottenere un modello discreto di elevata qualità metrica e materica.

La campagna di rilievo TLS [5] è stata effettuata a più riprese a causa dell'inaccessibilità di al-

cuni locali: in una prima fase sono stati acquisiti i confini esterni e interni; successivamente sono stati rilevati gli ambienti coperti (bastioni nord e ovest). L'allineamento delle scansioni singole è avvenuto in modalità automatica grazie all'utilizzo di target sferici e a scacchiera; i gruppi delle due giornate sono stati uniti manualmente tramite individuazione di punti omologhi [6] (Fig.05).

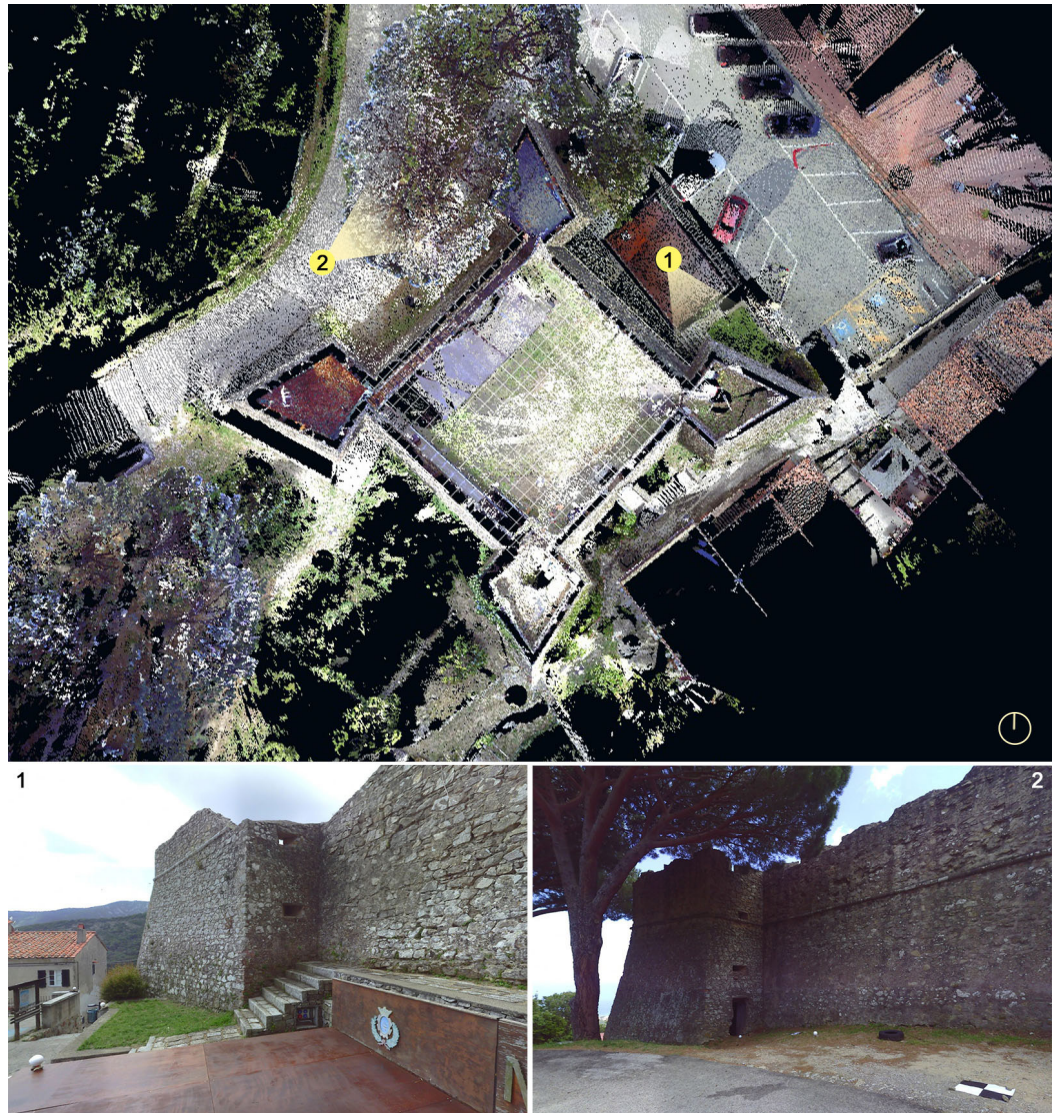


Fig. 05. Vista dell'alto del modello numerico puntiforme da acquisizione laser scanner; 1-2. vedute dai punti di presa in cui è possibile individuare i target sferici e quelli bidimensionali (immagine e foto degli autori).

La fortezza è inserita in un contesto territoriale particolarmente ostico, con tratti non percorribili e caratterizzato da forti pendenze che hanno determinato i grandi salti di quota tra i bastioni nord-ovest e sud-est. Per sopperire alla mancanza di informazioni e ottenere anche la geometria sommitale delle strutture, le acquisizioni terrestri sono state integrate e arricchite con immagini aeree provenienti da sistemi UAV [7], catturate con sensore rivolto sia in direzione nadirale che a 45°. Le coordinate dei target bidimensionali acquisite con TLS sono state fondamentali per scalare il modello fotogrammetrico e permettere una accurata e automatica sovrapposizione tra nuvola di punti strutturata (laser scanner) e quella non strutturata (*image based*) (Fig. 06).

L'integrazione dei dati da scansione laser 3D con i modelli fotogrammetrici ha restituito il calco superficiale del bene, inserito nel suo contesto naturale [Rodriguez Navarro 2012, Bolognesi et al. 2014, Federman et al. 2017]. A partire da questo modello numerico com-



plexivo è stato possibile costruire un modello matematico in ambiente HBIM (vedi paragrafo successivo) che, in qualità di database eterogeneo, ha tenuto conto anche dello stato di conservazione/decadimento e delle informazioni legate all'apparato documentale. Per un modello HBIM, in quanto rappresentazione ideale di uno stato di fatto fortemente storicizzato, la nuvola di punti integrata TLS/UAV è uno strumento fondamentale di verifica del modello stesso e – tramite il calcolo della deviazione – ne dichiara l'accuratezza.

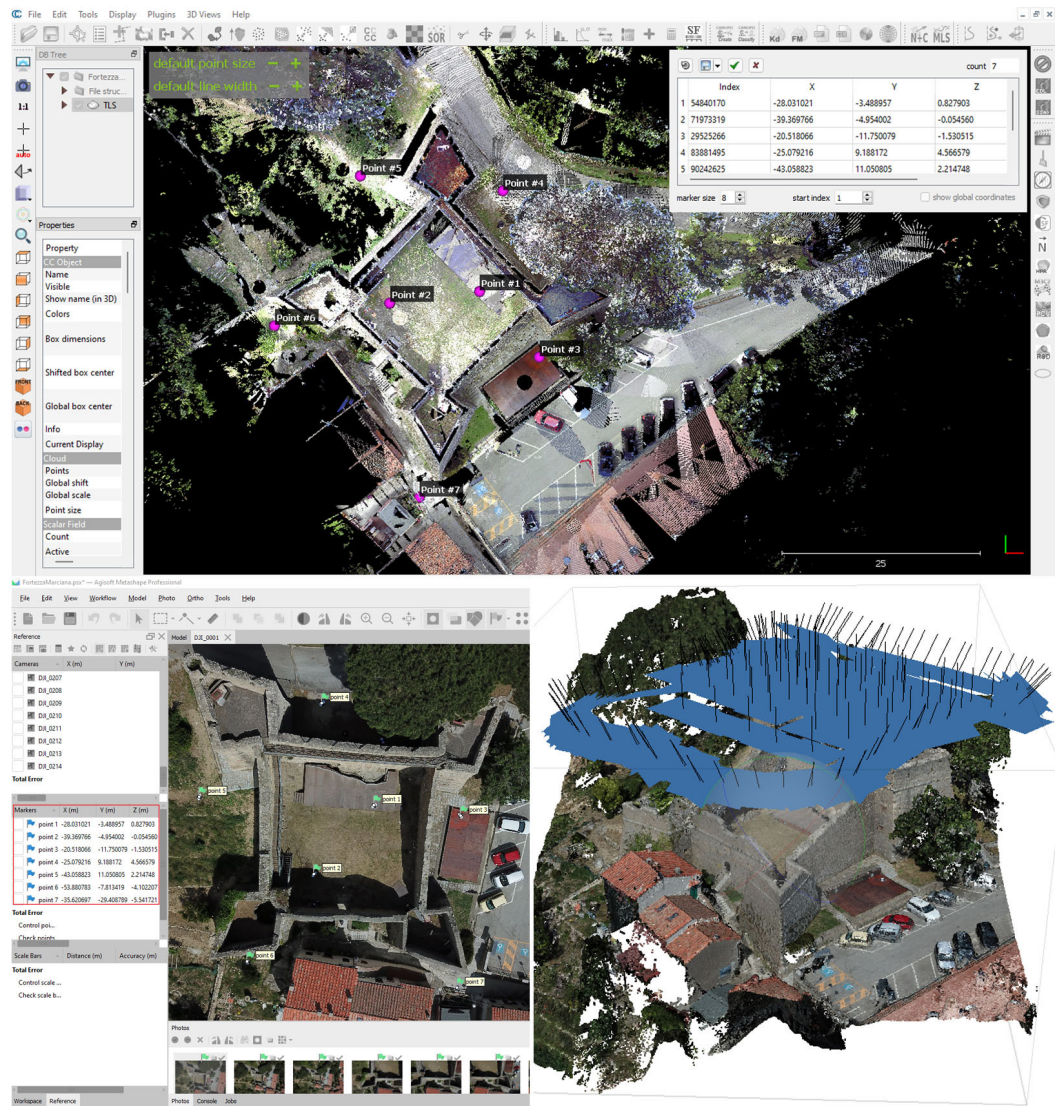


Fig. 06. In alto: estrapolazione delle coordinate dei target bidimensionali (Cloud Compare); in basso, processo di creazione della "dense cloud" da fotogrammetria (Agisoft Metashape Professional) scalata in base alle medesime coordinate (immagini degli autori).

## Workflow per un processo interoperabile [8]

Nonostante, sia nella pratica professionale, sia nel dibattito scientifico, il valore dei processi HBIM sia riconosciuto nei processi di conservazione, rimangono tuttora aperti ambiti di ricerca che ne indagano le capacità comunicative strettamente collegate ai linguaggi visivi ed alle ICT. L'approccio seguito prende in considerazione diverse fasi. Una prima di conoscenza, nella quale si indagano i costrutti geometrici che hanno sotteso alla realizzazione della Fortezza attraverso l'individuazione di assi di simmetria e griglie ed attraverso un'analisi dimensionale, al fine di confermare quanto rivelato dalla ricerca storica e l'evoluzione morfologica del manufatto

(struttura originaria a forma di quadrilatero regolare di 6 x 6 pertiche o canne agrimensorie pisane equivalente a 30 x 30 braccia pisane, ovvero 17,5 x 17,5 metri c.a.).

Una seconda fase di scomposizione e ricomposizione dell'architettura per fasi temporali, nella quale, anche grazie allo studio della trattatistica sopra citata, si individuano tutti gli elementi compositivi comunemente utilizzati nelle fortezze (bastioni, scarpa, cordone, garitta, feritoie) analizzandone altresì la morfologia, al fine di costituire famiglie parametriche con riconoscibilità stilistica e geometrica.

In una terza fase si procede con la creazione di materiali (paramenti murari, malte, etc) attraverso la definizione di unità stratigrafiche murarie coerenti con la campionatura analizzata, con la documentazione attestante la geomorfologia del luogo ed i materiali impiegati negli edifici storici dell'Elba. Si definiscono quindi le informazioni legate all'analisi del degrado, rappresentato tramite componenti geometriche, e le relative necessarie operazioni per la conservazione del bene.

Il modello diviene database eterogeneo e il processo risulta effettivamente interoperabile grazie a rimandi automatici a dati grafici e alfanumerici esterni al BIM modeler, catalogati all'interno di piattaforme digitali che non per forza necessitano di uno spazio tridimensionale di gestione (immagini, risultati di analisi dei materiali, documentazione storica, fogli di calcolo, etc.). Si innesca, grazie a tutta un serie di plug-in in rapido sviluppo, un approccio open BIM che si svincola dal formato unico IFC. Questo rapporto biunivoco tra geometria e informazione facilita gli operatori del settore nella catalogazione e nello scambio di dati ma, soprattutto, apre nuove strade alla disseminazione dei risultati ottenuti (Fig. 07).

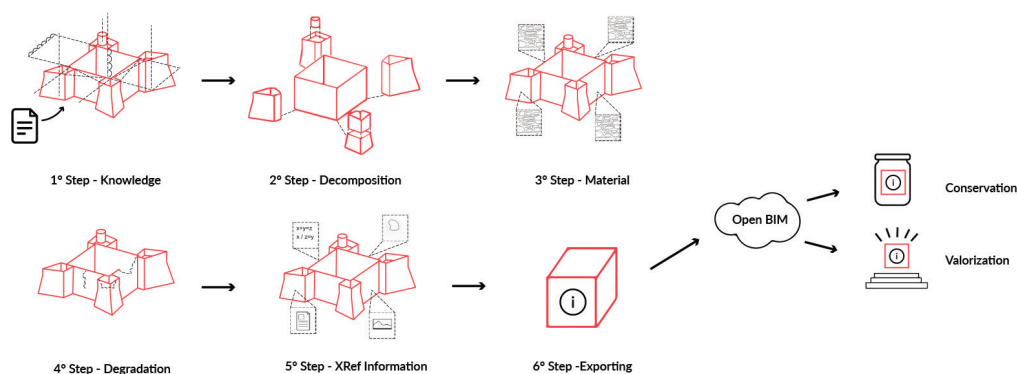


Fig. 07. Workflow della procedura (immagine degli autori).

## Declinazioni progettuali: conservazione e valorizzazione [9]

Il modello HBIM ottenuto dal processo di modellazione e informazione sopradescritto ha avuto numerosi esiti in diversi ambiti. Uno degli output riportati in questa sede colleziona gli interventi di tutela e conservazione della Fortezza garantendo la compatibilità con i materiali e il rispetto dei valori storici ed architettonici delle strutture. Questo modello è diretta conseguenza progettuale di un corrispettivo modello rappresentativo dello stato in cui verte il bene architettonico. Grazie all'analisi del degrado condotta e alla relativa trasformazione in entità geometrica è stato possibile ottenere, in modalità praticamente automatica, abachi contenenti quantità di paramento murario soggetto a impoverimento o processo degenerativo, e la relativa descrizione. Ad un siffatto modello, riportante lo stato dei luoghi, ha corrisposto, in una fase successiva, un modello simile che associa ad ogni forma di degrado il relativo intervento e prevede, ovviamente, anche tutta una serie di azioni manutentive e di messa a norma (come, ad esempio l'introduzione di sistemi di abbattimento delle barriere architettoniche) che ne garantiscano la fruibilità. (Fig.08)

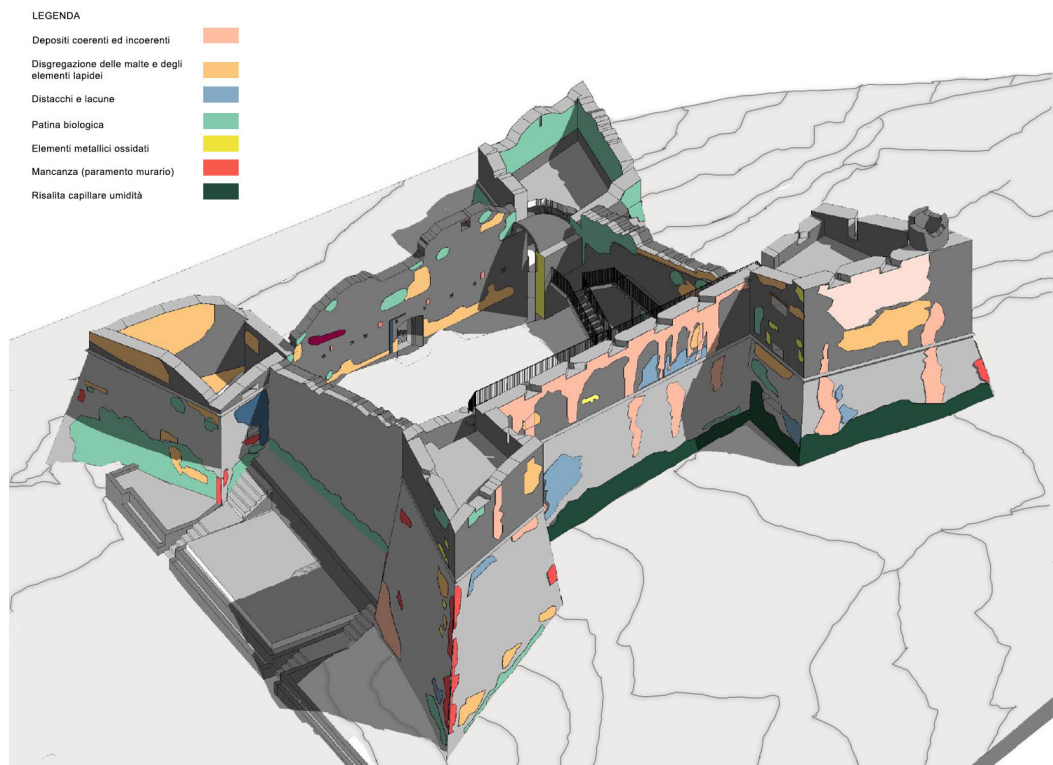


Fig. 08. Interventi di conservazione previsti, visibili all'interno del modello HBIM (immagine di S. D'Ippolito, L. Gianzi, M. Monaco).

Inoltre, un modello concepito per raccogliere informazioni così diverse tra loro, a partire da quelle documentali legate alla storia dell'Isola e alle fasi evolutive della Fortezza, a quelle geometriche e metriche, fino a quelle materiche, consente l'organizzazione di un efficace percorso di disseminazione che sfocia in diverse direzioni, tra cui la Realtà Virtuale (VR) e la Realtà Aumentata (AR). Le geometrie - intendendo sia il modello discreto proveniente da rilievo che il modello matematico - con l'applicazione delle relative texture, possono essere importate all'interno di applicativi *game engine* che ne consentano la visualizzazione in modalità immersiva. Mediante l'utilizzo di un visore *head mount*, il visitatore esplora i diversi periodi storici della Fortezza in prima persona, interagendo con le varie parti ed ottenendo informazioni di diversa natura (Fig. 09). Inoltre, le stesse amministrazioni pubbliche all'interno dei propri siti istituzionali e di promozione del territorio, possono servirsi di siffatti modelli attraverso l'utilizzo di motori grafici (ad es. Unity), che consente di gestire visualizzazioni architettoniche e animazioni 3D in tempo reale.

## Conclusioni

In un processo che comprenda valorizzazione e conservazione del costruito storico risulta di fondamentale importanza la gestione delle informazioni e la collaborazione di figure specialistiche appartenenti a diversi ambiti disciplinari. Tale complessità, che si materializza già nelle fasi preliminari di conoscenza e rilievo del bene, trova spazio in una sistematizzazione delle informazioni attraverso un processo HBIM. Il modello si pone in maniera collaborativa e aperta con altri applicativi sia di modellazione che di catalogazione, attuando un processo virtuoso di semplificazione di condivisione delle informazioni stesse. In questo modo, il modello/database ha la possibilità di declinarsi in vari ambiti e con vari scopi, configurandosi non soltanto come raccoglitore di votato alla documentazione, ma diviene a tutti gli effetti uno strumento a servizio del progetto, mostrando così la sua duplice valenza informativa e comunicativa e diventando la base per una sensibilizzazione di un pubblico non specialistico.

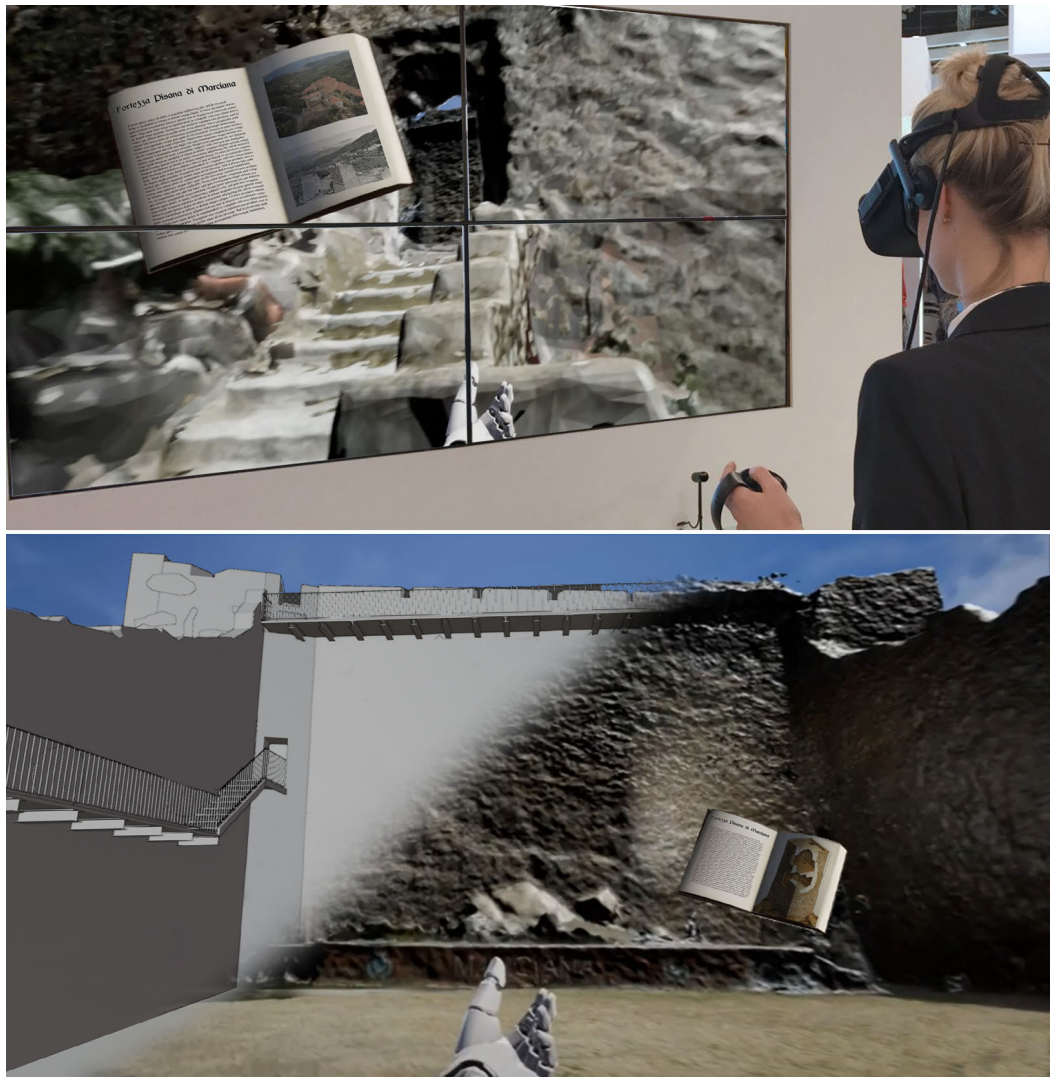


Fig. 09. In alto: esplorazione immersiva in modalità VR (su applicativo Unreal Engine); in basso: esplorazione dei modelli (matematico e discreto) in tempo reale (immagini degli autori).

#### Note

[1] Il presente capitolo è stato scritto da Fabio Quici.

[2] Il presente capitolo è stato scritto da Alexandra Fusinetti

[3] Il presente capitolo è stato scritto da Tommaso Empler.

[4] Il presente capitolo è stato scritto da Maria Laura Rossi.

[5] Terrestrial Laser Scanner FAROXI 30 in dotazione al CRITEVAT - Centro reatino di Ricerche in Ingegneria per la Tutela E la Valorizzazione dell'Ambiente e del Territorio

[6] La registrazione delle scansioni singole con processo automatico e manuale è stata condotta all'interno del software SCENE.

[7] Unmanned Aerial Vehicle, tecnologia comunemente nota come "drone".

[8] Il presente capitolo è stato scritto da Adriana Caldarone

[9] Il presente capitolo è stato scritto da Elena D'Angelo (conservazione) e Tommaso Empler (valorizzazione)

## Riferimenti Bibliografici

- Belluzzi, G. B. (1544). *Tratato dele Fortificationi di Terra*. Firenze: Biblioteca Riccardiana.
- Bolognesi, M., et al. (2014). *Accuracy of cultural Heritage 3D models by RPAS and Terrestrial Photogrammetry*. In *ISPRS – International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XL-5, 2014, pp.113-119.
- Camici, M. (2009). *L'Elba Tra Medioevo E Rinascimento. Viaggio Alla Scoperta di un'isola*. Roma: Ginevra Bentivoglio editorial.
- Cattaneo, P. (1554). *I quattro primi libri di architettura di Pietro Cattaneo senese*. Venezia: In casa de' figliuoli di Aldo. <<https://archive.org/details/iquattroprimilib00cata/page/n3/mode/2up>> (consultato il 12 marzo 2022).
- De Marchi, F. (1599). *Della Architettura militare del capitano Francesco de' Marchi bolognese, gentil'huomo romano, libri tre : nelli quali si descrivono li veri modi, del fortificare, che si usa d' tempi moderni ; con un breve, et utile trattato, nel quale si dimostrano li modi del fabricar l'artiglieria, et la pratica di adoperarla, da quelli che hanno carico di essa. Opera novamente data in luce*. Brescia: appresso Comino Presegni ad istanza di Gasparo dall'Oglio.
- Empler, T. (2018). *ICT per il Cultural Heritage. Rappresentare, Comunicare, Divulgare*. Roma: Dei – Tipografia del Genio Civile.
- Federmann, A., et al. (2017). *UAV photogrammetric workflows: a best practice guideline*. In *ISPRS – International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-2/W5, 2017, pp.237-244.
- Fiaschi, F. (2019). *Isola d'Elba. Un manoscritto del XVIII secolo*. Portoferraio: Persephone Edizioni.
- Lorini, B. (1597). *Delle fortificationi libri cinque. Ne' quali si mostra con le piu facili regole la scienza con la pratica, di fortificare le città, e altri luoghi sopra diversi siti. Con tutti gli avvertimenti, che per intelligenza di tal materia possono occorrere*. Venezia: Francesco Rampazetto.
- Lupicini, A. (ed. 1978). *Sull'attività mantovana di Antonio Lupicini ingegnere militare ed idraulico*. Milano: Vita e Pensiero – Pubblicazioni dell'Università Cattolica del Sacro Cuore.
- Puccini, B. (1720). *Trattato di uno strumento per levare di pianta e misurare le altezze*. Bologna: Per li Rossi e C. sotto le scuole alla rosa.
- Rodriguez Navarro, P. (2012). *Integrated survey techniques for the study and the restoration of cultural heritage: some case studies in Enna (Italy)*. In Gambardella C. (a cura di) *IX International Forum "Le Vie dei Mercanti": S.A.V.E. Heritage Safeguard of Architectural, Visual, Enviromental Heritage*. Napoli: La Scuola di Pitagora, 2011, pp.1-10.
- SIT della provincia di Livorno. Catasto Leopoldino: <[https://livorno.lidpgis.it/catasto\\_leopoldino/pub/index.php](https://livorno.lidpgis.it/catasto_leopoldino/pub/index.php)> (consultato il 6 marzo 2022).

## Autori

Tommaso Empler, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma  
tommaso.empler@uniroma1.it  
Fabio Quici, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma  
fabio.quici@uniroma1.it  
Adriana Caldarone, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma  
adriana.caldarone@uniroma1.it  
Elena D'Angelo, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma  
elena.dangelo@uniroma1.it  
Alexandra Fusinetti, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma  
alexandra.fusinetti@uniroma1.it  
Maria Laura Rossi, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma  
marialaura.rossi@uniroma1.it

Per citare questo capitolo: Empler Tommaso, Quici Fabio, Caldarone Adriana, D'Angelo Elena, Fusinetti Alexandra, Rossi Maria Laura (2022). HBIM e ICT. Il BIM per la valorizzazione della Fortezza Pisana di Marciana/HBIM and ICT. BIM for valorize Pisan Fortress of Marciana. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di), *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2374-2393.



# HBIM and ICT. BIM for valorize Pisan Fortress of Marciana

Tommaso Emler  
Fabio Quici  
Adriana Caldarone  
Elena D'Angelo  
Alexandra Fusinetti  
Maria Laura Rossi

## *Abstract*

This contribution is part of the precinct of digital modeling for the representation, communication, and enhancement of the built cultural heritage. In particular, the research focuses on the informed parametric models transversality in the Information and Communication Technologies (ICT) context. A BIM process, created to control construction procedures and management of the building's entire life cycle (design, construction, maintenance, decommissioning) includes further aspects when applied to the Heritage field, not foreseen by the "traditional" process, which are mainly related to the knowledge of the asset (historical documental analysis, survey, diagnostic investigations, etc.), to the representation of its historicized and conservation state, to the maintenance, recovery, restoration and valorization project. The proposed procedure declines the HBIM mathematical model, dedicated to sector operators, in the context of communication and dissemination of cultural heritage through the use of multimedia applications (virtual reality and augmented reality) which are instead aimed at the user. The methodology is tested by analyzing a Pisan Fortress on the Island of Elba as a case study.

## *Keywords*

HBIM, ICT, 3D modeling, valorization, preservation



Cover (Picture by authors).

## Introduction [1]

In the context of the valorization of cultural heritage through information and communication technologies, today it is asked to give visibility to the fragmentary testimonies of the past, bestowing them a new integrity that takes into account their physical and semantic consistency, resulting from a system of transformation and interpretation processes that best represents them today. It is often a matter of working on physical testimonies in territory for which today the communicative component has replaced the functional one in determining their value. This component is represented by the set of physical, iconographic and literary testimonies, on the basis of which today we work both on the level of protection, conservation and restoration, and on that of the valorization and dissemination of knowledge.

Digitization of cultural heritage makes it possible to build an integrated ecosystem capable, in particular, of creating a dialogue between visual data generated by different sources. In this ecosystem, drawings, reliefs, maps, photographs, models belonging to different eras and different cognitive paths find a synthesis that is critical and operative at the same time, depending on how it is first instructed and then questioned. In this system of multiple representations, historical-critical considerations meet a technical-operational practice aimed at increasingly favoring the interactive use of complex cultural digital resources by diversified users. The HBIM information model combined with Virtual Reality (BIM-enabled VR environment) appears to be able to build a common language between the stakeholders involved in the conservation project of the cultural heritage and a user who, on the other hand, may be interested in accessing historical data stratified in a dynamic environment. Valorization necessarily passes through the transformation of the data into a new generation "graphic sign" to be understood as a visual language capable of increasing the user experience towards a physical reality that often conceals its deepest implications.

## Historical background [2]

The millenary history of Elba, with evidence dating back to the Paleolithic, has seen the succession of numerous populations who, especially from the medieval period onwards, have alternated their presence on the island, such as the dominion of the Maritime Republics of Pisa and Genoa, called by the Church to defend the island from Saracen raids first and then to Pirate ones. The clashes lead to the creation of fortifications to protect territories in order to resist attacks, such as the Pisan Fortress of Marciana, subject of this study, and fortifications of the Romanesque churches in the territory.



Fig. 01. Schematic drawing of Marciana by Antonio Sarri (about 1730). Source: Boncompagni Archives, Vatican Archives.

The island passed into Spaniards command in the 1600s, French command in the 1800s and in 1860 it was annexed to the Kingdom of Italy. The Pisan Fortress, located at 415 meters above sea level and located in the upper part of Marciana, outside the town, from its position it dominates the historic center and the wide valley. (Fig.01) The original structure has the shape of a regular quadrilateral, presumably built by the Pisans in the 12th century. It was reinforced between 1450 and 1457 by the Appiano family, lords of the Principality of Piombino, when they established the center of their interests on the island in Marciana [Camici 2009]. The current architectural features of the fortress can be traced back to the fortified Renaissance architecture, both due to the presence of four “arrow” bastions in the corners, and the “shoe” structure of the latter starting from the perimeter “cordon” to the base (except for the linear parts of the quadrilateral). (Fig.02) The dating is traced back to the strengthening and restoration works of 1560, as evidenced by the registers of the time (Marciana Historical Archive, 1560).



Fig. 02. Plan of Marciana city in “Catasto Leopoldino”, 1841: the Pisan Fortress is easily recognizable in lower left corner. Source: [https://livorno.lodgis.it/catasto\\_leopoldino/pub/index.php](https://livorno.lodgis.it/catasto_leopoldino/pub/index.php)

Due to the orographic course on which the fortress lies, the bastions located to the north and west are arranged higher than those located to the east and south, generating an inclined course of the connecting sides. The south bastion has a function of depot for explosives and ammunition, while at the top of the west bastion there is a cylindrical sentry box. (Fig.03) On the western side of the fortress there is a water source, supplied by an underground pipeline coming from the nearby Fosso della Giunca, which guaranteed a water supply in the event of a siege.

### Cultural sphere and architectural transformations [3]

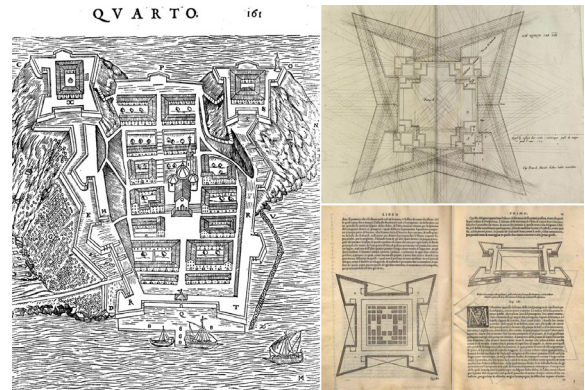
The layout of the Fortress as we know it today dates back to a period in which the Grand Duchy of Tuscany built the city of Cosmopoli (starting from the year 1548), known today as Portoferraio [Fiaschi 2019], at the behest of Cosimo I de 'Medici, who implemented, on a territorial scale, a vast system of military garrisons where the island, due to its central position in the Tyrrhenian Sea, plays a strategic role.



Fig.03. 1. North-east view of the fortress. Notice the difference in height between two bastions and the sloped contour of the connecting that connect them; 2. top view of the watchtower on the west bastion; 3. South-west. south-west view. Notice the scarp shape of cord in the bastion and linear shape in the wall (pictures by the authors).



Fig. 04. Left: Bonaiuto Lorini, *Delle Fortificazioni libri cinque*, Venice (1597). On page 161 the realization of Cosmopoli; Right: Francesco De Marchi, "Della architettura militare", (1599) [De Marchi, 1599] and Pietro Cattaneo, "I quattro primi libri di architettura", Venice (1554); shooting angles of a square fortress with "arrow-shaped spurs" [Cattaneo, 1544].



The remaining part of the island remains under the Appiano family, Lords of Piombino, allies of the Aragonese. The Cosmoli project is by Giovanni Camerini but sees the participation of the best Medici architects such as Serbelloni, Buontalenti, Belluzzi, Lorini and Puccini. The last three, in addition to the carrying out of important works of military architecture, provide an important contribution on the realization of military architecture with the drafting of some treatises, in particular: Giovan Battista Belluzzi, with the manuscript *Trattato dele Fortificazioni di Terra*, 1544 [Belluzzi 1544]; Bonaiuto Lorini with "Of the fortifications, five books", Venice 1597 [Lorini 1597]; Bernardo Puccini edits the "Treatise on an instrument for removing the plant and measuring heights" in 1570-1571 [Puccini 1720] (Fig.04). The presence of Puccini and Lorini is important to indicate the cultural / architectural movement that spreads through Elba over time. In fact, the modernization of the fortress of Marciana in 1560 is contemporary with the construction of Falcone and Stella Forts in Cosmopoli, which began a decade earlier. On the island the borders are more administrative than real and the movement of people and workers between Cosmopoli and other locations does not present real physical obstacles. In Marciana the Appiano settle their residence on the island, restore and strengthen the Pisan fortress (built in the 12th century) with "lightning bolt bastions" placed at the corners of a quadrilateral, as reported by the registers of the time: "in all the places where people work for the fortresses that are built, all women should go all without difference to bring water and stones and everything they need" (Marciana Historical Archive, 1560). Given the ease with which information and ideas circulated on the island and in absence of reliable documentary sources that can testify to the authorship of transformations of existing buildings, it can be assumed that the architects or master builders who carried out the modifications and enhancements drew information directly in Cosmopoli, or that the same professional figures have moved within the island, operating both on the side of the Medici and on that of the Appiano. The spurs of the Fortress (similar to what is reported in the treatise by Lupicini, 1582) seem to have been taken as a reference also for the construction of the spurs in the Church of Saints Peter and Paul (today Church of San Niccolò) in San Piero's village, San Niccolò in the village of Poggio, for the fortification of Sant'Ilario (at that time all under the jurisdiction of Marciana) and the Church of St. Giacomo and Quirico in Rio.

#### Knowledge operations: the survey [4]

In a process aimed at the protection and valorization of cultural heritage, the survey - understood as geometric and morphological knowledge, including information relating to the characteristics of the materials and construction techniques used - remains an essential step. The Fortress, both in terms of size and shape, required the use of multiple data acquisition techniques, subsequently processed in a single digital environment to obtain a discreet model of high metric and material quality. The TLS survey campaign [5] was carried out on several occasions due to the inaccessibility of some premises: in a first phase the external and inter-

nal borders were acquired; subsequently the covered areas (north and west bastions) were surveyed. The alignment of the single scans took place in automatic mode thanks to the use of spherical and checkerboard targets; data-groups of the two surveys days were joined manually by identifying homologous points [6] (Fig. 05).

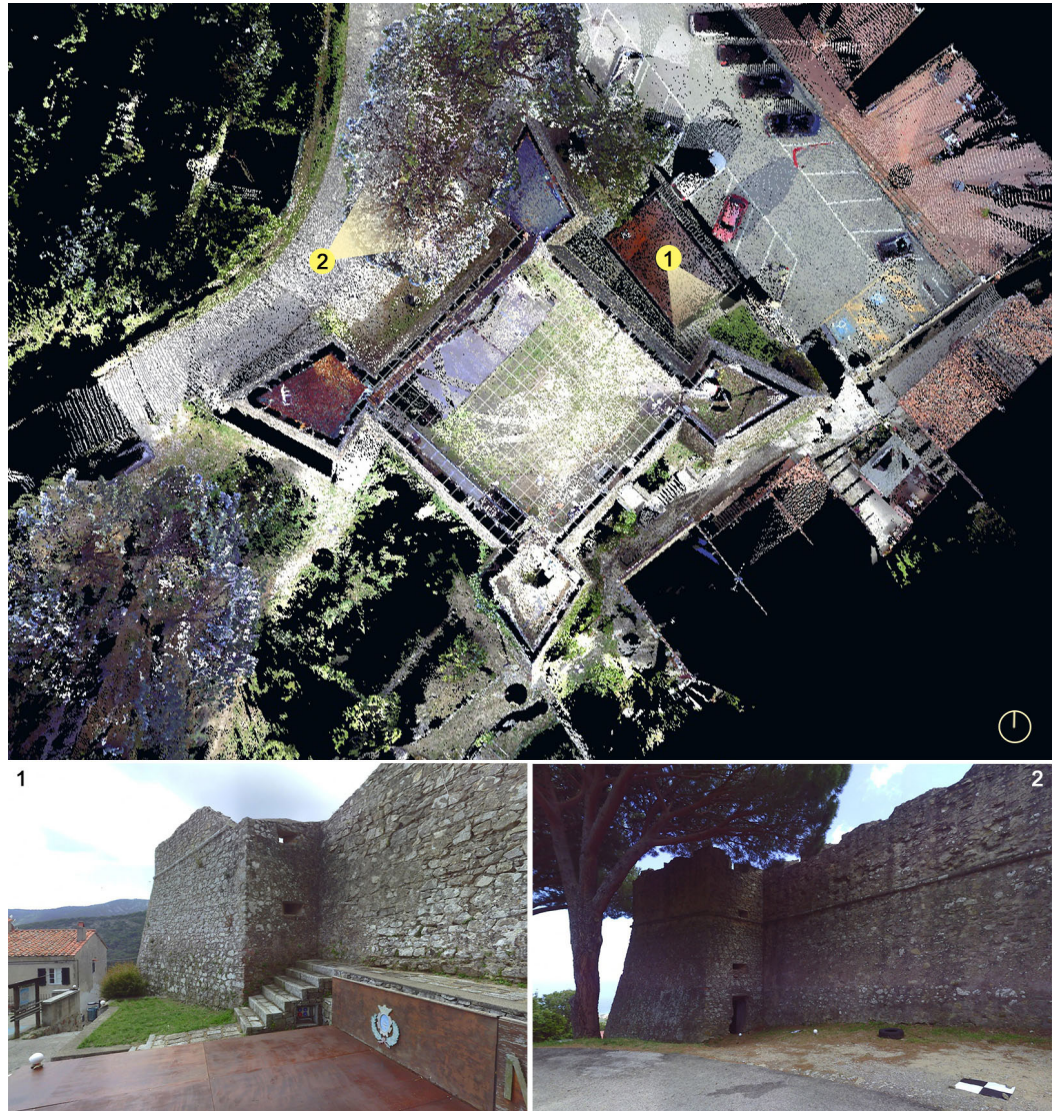


Fig. 05. Top view of point cloud numerical model from laser scanner survey; 1-2. views from the grip points where spherical and two-dimensional targets can be identified (image and pictures by the authors).

The fortress is inserted in a particularly difficult territorial context, with impracticable sections and characterized by steep slopes that have determined the large changes in altitude between the north-west and south-east bastions. To compensate for the lack of information and also to obtain the top geometry of the structures, terrestrial acquisitions were integrated and enriched with aerial images from UAV systems, captured with a sensor facing both nadir and 45° directions. The coordinates of the two-dimensional targets acquired with TLS were fundamental to scale the photogrammetric model and allow an accurate and automatic superimposition between the structured point cloud (laser scanner) and the unstructured one (image based) (Fig. 06). An integration of the 3D laser scanning data with the photogrammetric models has returned the surface cast of the property, inserted in its natural context [Rodriguez Navarro 2012, Bolognesi et al. 2014, Federman et al. 2017]. Starting from this overall numerical model it was possible to build a mathematical model in the HBIM en-

vironment (see next paragraph) which, as a heterogeneous database, also took into account the state of conservation / decay and information related to the documentary apparatus. For an HBIM model, as an ideal representation of a highly historicized actual state, the integrated TLS / UAV point cloud is a fundamental tool for verifying the model itself and - by calculating the deviation - declares its accuracy.

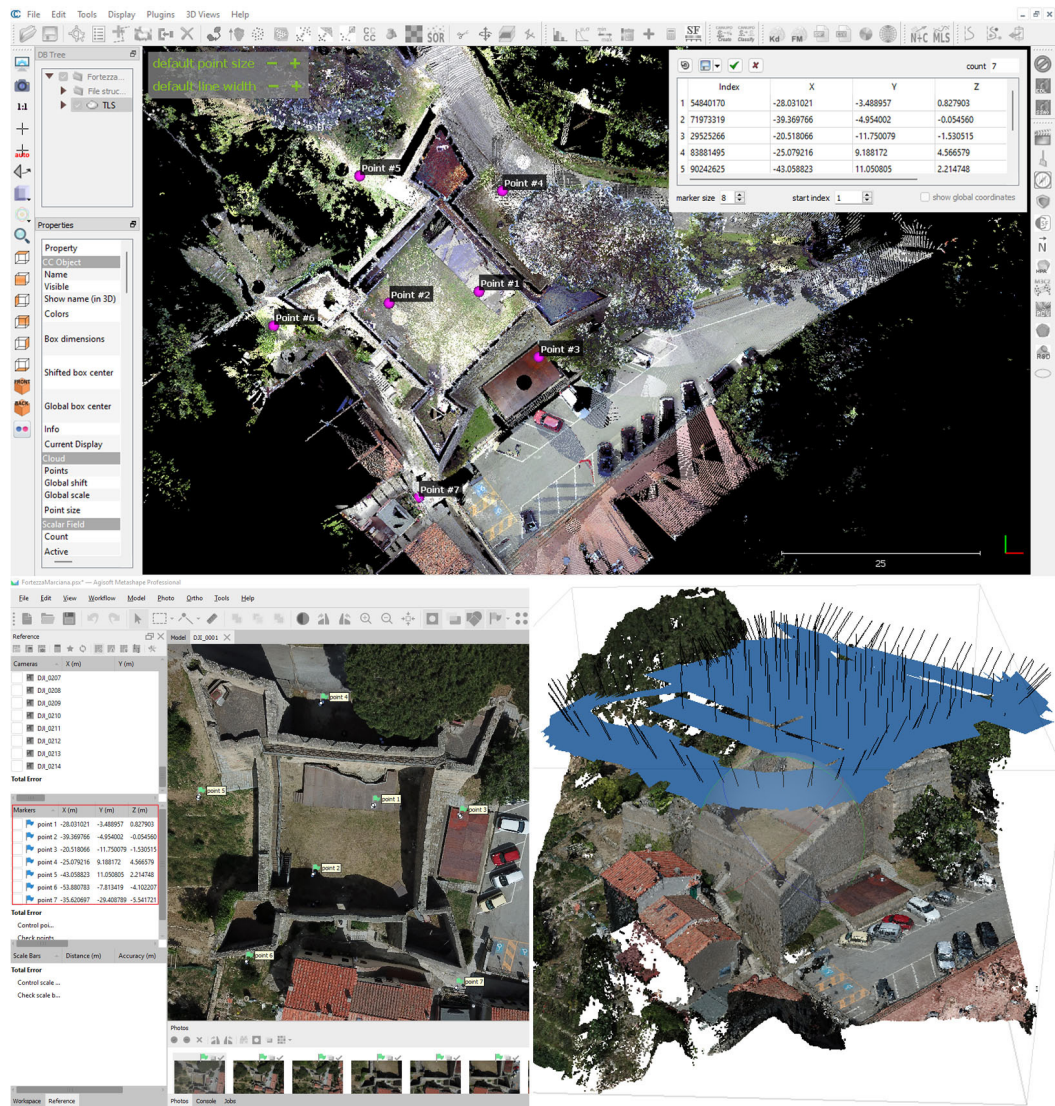


Fig. 06. Above: coordinate extraction of the two-dimensional targets (Cloud Compare); below, process of creating the "dense cloud" from photogrammetry (Agisoft Metashape Professional) scaled according to the same coordinates (images by the authors).

## Workflow for an interoperable process [7]

Despite the fact that, both in professional practice and in scientific debate, the value of HBIM processes is recognized in conservation processes, there are still open areas of research that investigate their communication skills closely related to visual languages and ICT. The followed approach takes into consideration different phases. A first phase of knowledge, in which the geometric constructs underlying the realization of the Fortress are investigated through the identification of symmetry axes and grids and through a dimensional analysis, in order to confirm what has been revealed by historical research and morphological evolution of the artefact (original structure in the shape of a regular quadrilateral of 6 x 6 Pisan surveying poles or rods equivalent to 30 x 30 Pisan "braccia" ("arms"), or approximately 17.5 x 17.5 meters).

A second phase of decomposition and recomposition of the architecture by temporal phases, in which, also thanks to the study of the aforementioned treatises, all the compositional elements commonly used in the fortresses (bastions, shoe, cordon, sentry box, loopholes) are identified, also analyzing their morphology, in order to build parametric families with stylistic and geometric recognition. In a third phase we proceed with the creation of materials (wall faces, mortars, etc.) through the definition of stratigraphic masonry units consistent with the analyzed sampling, with the documentation certifying the geomorphology of the place and the materials used in the historic buildings of Elba. Information related to the analysis of degradation, represented by geometric components, and the related necessary operations for the conservation of the asset are then defined. The model becomes a heterogeneous database and the process is effectively interoperable thanks to automatic references to graphic and alphanumeric data external to the BIM modeler, cataloged within digital platforms that do not necessarily require a three-dimensional management space (images, analysis results of the materials, historical documentation, spreadsheets, etc.). Thanks to a whole series of rapidly developing plug-ins, an open BIM approach is triggered that frees itself from the single IFC format. This two-way relationship between geometry and information facilitates the operators of the sector in cataloging and exchanging data but, above all, opens up new avenues for the dissemination of the results obtained (fig. 07).

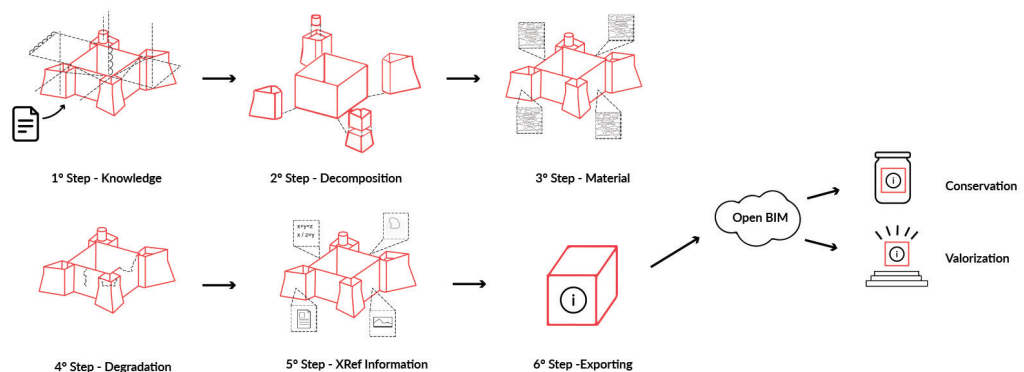


Fig. 07. Process workflow (image by the authors).

### Project variations: conservation and valorization [8]

The HBIM model obtained from the modeling and information process described above has had numerous results in various fields. One of the outputs shown here collects the protection and conservation interventions of the Fortress, guaranteeing compatibility with the materials and respect for the historical and architectural values of the structures. This model is a direct design consequence of a corresponding model representative of the state in which the architectural asset is. Thanks to the degradation analysis conducted and the related transformation into a geometric entity, it was possible to obtain, in a practically automatic mode, abacuses containing quantities of wall facing subject to impoverishment or degenerative process, and the related description. To such model, reporting the current state of places, has corresponded, in a subsequent temporal phase, a similar model that associates the relative intervention to every form of degradation and obviously also provides for a whole series of maintenance and compliance actions (such as the introduction of systems for removing architectural barriers) that guarantee their usability. (Fig.08) Furthermore, a model conceived to collect information so different from each other, starting from the documentary ones linked to the history of the island and to the evolutionary phases of the Fortress, to the geometric and metric ones, up to material informations, allows the organization of an effective path of

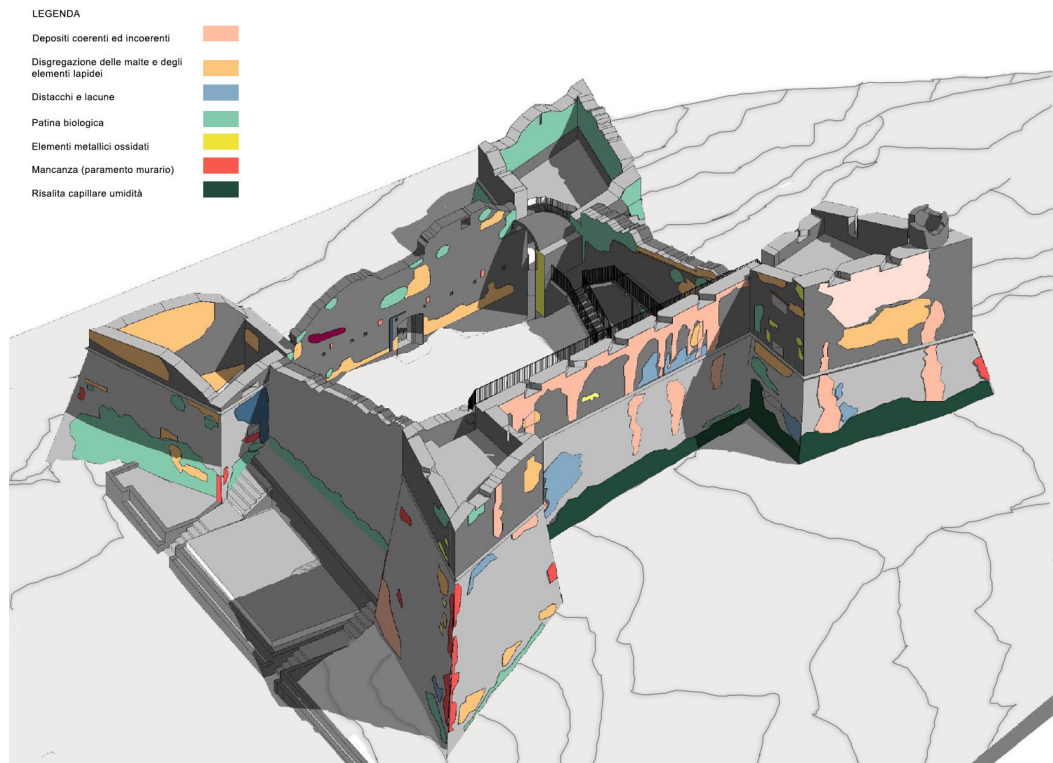


Fig. 08. Conservation interventions in HBIM model. Model was created by Marzia Monaco, Laura Gianzi and Sara D'Ippolito, as part of the 2nd level University Master degree in Heritage Building Information Modeling at Sapienza University of Rome (image by S. D'Ippolito, L. Gianzi, M. Monaco).

dissemination that leads to different directions, including Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR). Geometries - meaning both the discrete model coming from the survey and the mathematical model - with the application of the related textures, can be imported into game engine applications that allow them to be viewed in immersive mode. Using a head mount viewer, the visitor explores the different historical periods of the Fortress in first person, interacting with the various parts and obtaining information of a different nature (Fig. 09). Furthermore, the same public administrations within their own institutional and territorial promotion sites can exploit such models using graphic engines (e.g. Unity), which allows to manage architectural visualizations and 3D animations in real time.

## Conclusions

In a process that includes valorization and conservation of historical buildings, the management of information and the collaboration of specialistic figures belonging to different disciplinary fields are of fundamental importance. This complexity, which already materializes in the preliminary stages of knowledge and survey of the asset, finds space in a systematization of information through an HBIM process. The model works in a collaborative and open way with other modeling and cataloging applications, implementing a virtuous process of simplified sharing of the information itself. In this way, a model / database could be declined in various areas and with various purposes, configuring itself not only as a documentation collector, but becomes in effect a tool at the service of the project, thus showing its dual informative and communicative value and becoming the basis for raising the awareness of a non-specialist public.

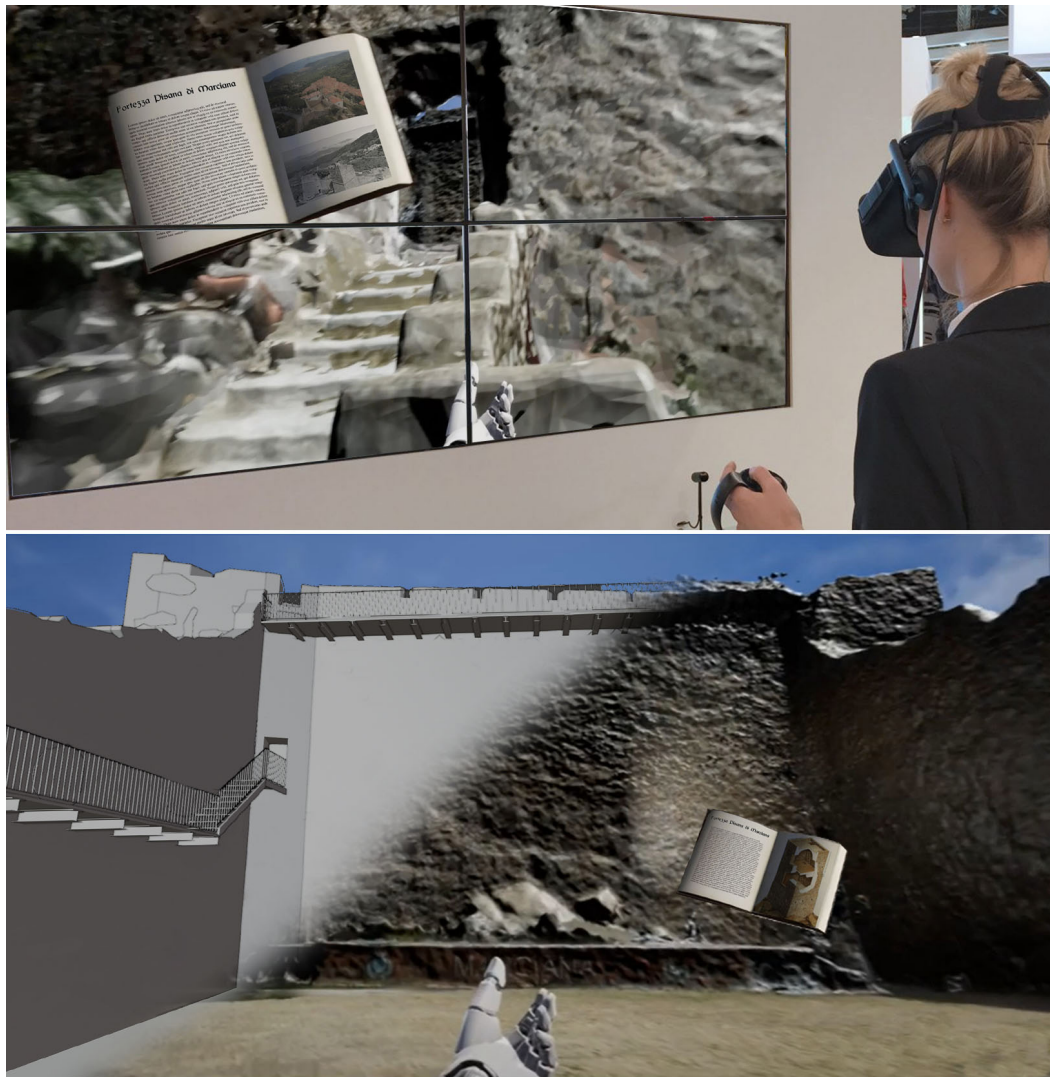


Fig. 09. Above: immersive exploration in Virtual Reality (Unrial Engine application); bottom: model navigation (mathematical and discrete) in real time (image by the authors).

#### Endnotes

[1] This chapter was written by Fabio Quici

[2] This chapter was written by Alexandra Fusinetti

[3] This chapter was written by Tommaso Emler

[4] This chapter was written by Maria Laura Rossi

[5] Terrestrial Laser Scanner FAROXI 30 supplied to CRITEVAT - Rieti Center for Research in Engineering for the Protection and Enhancement of the Environment and Territory

[6] Registration of single scans with automatic and manual process was conducted within the SCENE software.

[7] This chapter was written by Adriana Caldarone

[8] This chapter was written by Elenca D'Angelo (conservation) and Tommaso Emler (valorization)

## Reference

- Belluzzi, G. B. (1544). *Tratato dele Fortificationi di Terra*. Firenze: Biblioteca Riccardiana.
- Bolognesi, M., et al. (2014). Accuracy of cultural Heritage 3D models by RPAS and Terrestrial Photogrammetry. In *ISPRS – International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XL-5, 2014, pp.113-119.
- Camici, M. (2009). *L'Elba Tra Medioevo E Rinascimento. Viaggio Alla Scoperta di un'isola*. Roma: Ginevra Bentivoglio editorial.
- Cattaneo, P. (1554). *I quattro primi libri di architettura di Pietro Cataneo senese*. Venezia: In casa de' figliuoli di Aldo. <<https://archive.org/details/iquattroprimilib00cata/page/n3/mode/2up>> (consultato il 12 marzo 2022).
- De Marchi, F. (1599). *Della Architettura militare del capitano Francesco de' Marchi bolognese, gentil'huomo romano, libri tre : nelli quali si descrivono li veri modi, del fortificare, che si usa d' tempi moderni ; con un breve, et utile trattato, nel quale si dimostrano li modi del fabricar l'artiglieria, et la pratica di adoperarla, da quelli che hanno carico di essa. Opera novamente data in luce*. Brescia: appresso Comino Presegni ad istanza di Gasparo dall'Oglio.
- Empler, T. (2018). *ICT per il Cultural Heritage. Rappresentare, Comunicare, Divulgare*. Roma: Dei – Tipografia del Genio Civile.
- Federmann, A., et al. (2017). UAV photogrammetric workflows: a best practice guideline. In *ISPRS – International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-2/W5, 2017, pp.237-244.
- Fiaschi, F. (2019). *Isola d'Elba. Un manoscritto del XVIII secolo*. Portoferraio: Persephone Edizioni.
- Lorini, B. (1597). *Delle fortificationi libri cinque. Ne' quali si mostra con le piu facili regole la scienza con la pratica, di fortificare le città, e altri luoghi sopra diversi siti. Con tutti gli avvertimenti, che per intelligenza di tal materia possono occorrere*. Venezia: Francesco Rampazetto.
- Lupicini, A. (ed. 1978). *Sull'attività mantovana di Antonio Lupicini ingegnere militare ed idraulico*. Milano: Vita e Pensiero – Pubblicazioni dell'Università Cattolica del Sacro Cuore.
- Puccini, B. (1720). *Trattato di uno strumento per levare di pianta e misurare le altezze*. Bologna: Per li Rossi e C. sotto le scuole alla rosa.
- Rodriguez Navarro, P. (2012). Integrated survey techniques for the study and the restoration of cultural heritage: some case studies in Enna (Italy). In Gambardella C. (a cura di) *IX International Forum "Le Vie dei Mercanti": S.A.V.E. Heritage Safeguard of Architectural, Visual, Environmental Heritage*. Napoli: La Scuola di Pitagora, 2011, pp.1-10.
- SIT della provincia di Livorno. Catasto Leopoldino: <[https://livorno.lidp.gs.it/catasto\\_leopoldino/pub/index.php](https://livorno.lidp.gs.it/catasto_leopoldino/pub/index.php)> (consultato il 6 marzo 2022).

## Authors

Tommaso Empler, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma  
tommaso.empler@uniroma1.it  
Fabio Quici, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma  
fabio.quici@uniroma1.it  
Adriana Caldarone, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma  
adriana.caldarone@uniroma1.it  
Elena D'Angelo, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma  
elena.dangelo@uniroma1.it  
Alexandra Fusinetti, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma  
alexandra.fusinetti@uniroma1.it  
Maria Laura Rossi, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma  
marialaura.rossi@uniroma1.it

To cite this chapter: Empler Tommaso, Quici Fabio, Caldarone Adriana, D'Angelo Elena, Fusinetti Alexandra, Rossi Maria Laura (2022). HBIM e ICT. Il BIM per la valorizzazione della Fortezza Pisana di Marciana/HBIM and ICT. BIM for valorize Pisan Fortress of Marciana. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visibilità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visibility. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2374-2393.