



unione italiana disegno

# TRANSIZIONI TRANSITIONS

*Attraversare Modulare Procedere*  
*Cross Modulate Develop*

44° CONVEGNO INTERNAZIONALE  
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE DELLA RAPPRESENTAZIONE  
CONGRESSO DELLA UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO  
ATTI 2023  
44<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE  
OF REPRESENTATION DISCIPLINES TEACHERS  
CONGRESS OF UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO  
PROCEEDINGS 2023

a cura di/edited by

Mirco Cannella  
Alessia Garozzo  
Sara Morena

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 Arquitetura 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.

# TRANSIZIONI TRANSITIONS

## Attraversare Modulare Procedere Cross Modulate Develop

44° CONVEGNO INTERNAZIONALE  
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE DELLA RAPPRESENTAZIONE  
CONGRESSO DELLA UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO  
ATTI 2023  
44<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE  
OF REPRESENTATION DISCIPLINES TEACHERS  
CONGRESS OF UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO  
PROCEEDINGS 2023

Palermo | 14-15-16 settembre 2023  
Palermo | September 14th-15th-16th 2023

a cura di / edited by  
Mirco Cannella, Alessia Garozzo, Sara Morena

### 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  
Vincenza Garofalo

Gestione e controllo dei dati  
Data Management and Control  
Vincenza Garofalo, Francesco Maggio

Istruzione e gestione della piattaforma  
Platform Preparation and Management  
Mirco Cannella

Revisione contenuti / Content Review  
Alessia Garozzo, Sara Morena

Revisione e redazione impaginati  
Layouts Review and Editing  
Vincenza Garofalo

Verifica norme redazionali  
Editorial Rules Review  
Vincenza Garofalo  
(coordinatore/coordinator)  
Fabrizio Agnello  
Fabrizio Avella  
Mirco Cannella  
Francesco Di Paola  
Alessia Garozzo  
Gianmarco Girgenti  
Francesco Maggio  
Sara Morena

Impaginazione / Lay Out  
Laura Barrale  
Mirco Cannella  
Salvatore Damiano  
Eleonora Di Mauro



**Università  
degli Studi  
di Palermo**



**DIPARTIMENTO  
DI ARCHITETTURA  
UNIPA**

44° Convegno Internazionale  
dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione  
Congresso della Unione Italiana per il Disegno

44<sup>th</sup> International Conference  
of Representation Disciplines Teachers  
Congress of Unione Italiana per il Disegno

**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"*

**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*  
Juan Francisco Garcia Nofuentes *Universidad de Granada*  
Gabriele Pierluisi *Ecole d'architecture de Versailles*  
Roser Martínez-Ramos e Iruela *Universidad de Granada*  
Jörg Schröder *Leibniz Universität Hannover*  
Carlos Montes Serrano *Universidad de Valladolid*  
José Antonio Franco Taboada *Universidade da Coruña*  
Annalisa Viati Navone *Ecole d'architecture de Versailles*  
Kim Williams *Emeritus Founding Editor Nexus Network Journal*

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

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

**Coordinamento Scientifico / Scientific Coordination**

Francesco Maggio *Università di Palermo*  
Vincenza Garofalo *Università di Palermo*

**Comitato Promotore / Promoting Committee**

Fabrizio Agnello *Università di Palermo*  
Fabrizio Avella *Università di Palermo*  
Mirco Cannella *Università di Palermo*  
Francesco Di Paola *Università di Palermo*  
Vincenza Garofalo *Università di Palermo*  
Alessia Garozzo *Università di Palermo*  
Gianmarco Girgenti *Università di Palermo*  
Laura Inzerillo *Università di Palermo*  
Francesco Maggio *Università di Palermo*  
Manuela Milone *Università di Palermo*  
Sara Morena *Università di Palermo*

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

Fabrizio Agnello *Università di Palermo*  
Francesco Di Paola *Università di Palermo*  
Vincenza Garofalo *Università di Palermo*  
Francesco Maggio *Università di Palermo*  
Manuela Milone *Università di Palermo*

**Organizzazione mostra / Exhibition organisation**

Fabrizio Avella *Università di Palermo*  
Manuela Milone *Università di Palermo*  
con Costanza Giambruno

**Identità visiva convegno e sito web / Visual identity conference and website**

Mirco Cannella *Università di Palermo*  
Vincenza Garofalo *Università di Palermo*

**Coordinamento Segreteria Convegno / Conference secretariat coordination**

Vincenza Garofalo *Università di Palermo*

**Revisori / Peer Reviewers**

Tomas Abad	Daniele Colistra	Daniela Palomba
Giuseppe Amoruso	Antonio Conte	Sandro Parrinello
Fabrizio Agnello	Luigi Corniello	Maria Ines Pascariello
Marinella Arena	Pierpaolo D'Agostino	Giulia Pellegri
Adriana Arena	Massimo De Paoli	Francesca Picchio
Alessandra Avella	Antonella di Luggo	Manuela Piscitelli
Fabrizio Avella	Edoardo Dotto	Ramona Quattrini
Leonardo Baglioni	Tommaso Empler	Fabio Quici
Marcello Balzani	Maria Linda Falcidieno	Paola Venera Raffa
Laura Baratin	Laura Farroni	Veronica Riavis
Salvatore Barba	Marco Fasolo	Andrea Rolando
Cristiana Bartolomei	Francesca Fatta	Jessica Romor
Alessandro Basso	Marco Filippucci	Luca Rossato
Carlo Battini	Fausta Fiorillo	Daniele Rossi
Paolo Belardi	Vincenza Garofalo	Adriana Rossi
Stefano Bertocci	Fabrizio Gay	Michela Rossi
Marco Giorgio Bevilacqua	Andrea Giordano	Rossella Salerno
Carlo Bianchini	Gianmarco Girgenti	Marta Salvatore
Fabio Bianconi	Maria Pompeiana Iarossi	Cettina Santagati
Matteo Bigongiari	Manuela Incerti	Salvatore Santuccio
Maurizio Bocconcinio	Sereno Marco Innocenti	Marcello Scalzo
Alessio Bortot	Laura Inzerillo	Giovanna Spadafora
Stefano Brusaporci	Alfonso Ippolito	Roberta Spallone
Giovanni Caffio	Elena Ippoliti	Ilaria Trizio
Massimiliano Campi	Pedro Antonio Janeiro	Maurizio Unali
Cristina Candito	Mariangela Liuzzo	Graziano Mario Valenti
Mara Capone	Massimiliano Lo Turco	Michele Valentino
Alessio Cardaci	Alessandro Luigini	Starlight Vattano
Anna Laura Carlevaris	Francesco Maggio	Chiara Vernizzi
Valentina Castagnolo	Pamela Maiezza	Daniele Villa
Santi Centineo	Matteo Flavio Mancini	Marco Vitali
Stefano Chiarenza	Domenico Mediatì	Andrea Zerbi
Pilar Chías	Valeria Menchetelli	Ornella Zerlenga
Emanuela Chiavoni	Alessandra Meschini	Ursula Zich
Massimiliano Ciammaichella	Barbara Messina	
Maria Grazia Cianci	Cosimo Monteleone	
Enrico Cicalò	Anna Osello	
Alessandra Cirafici	Alessandra Pagliano	
Vincenzo Cirillo	Caterina Palestini	

*Si ringraziano il Magnifico Rettore dell'Università di Palermo, prof. Massimo Midiri, e il Direttore del Dipartimento di Architettura, prof. Francesco Lo Piccolo, per il fattivo contributo alla realizzazione del convegno / We thank the Magnifico Rettore of the University of Palermo, prof. Massimo Midiri, and the Head of Department of Architecture, prof. Francesco Lo Piccolo, for their active contribution to the realization of the congress.*

ISBN digital version 9788835155119

Copyright © 2023 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

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

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

12

*Francesca Fatta*

**Prefazione I Preface**

18

*Francesco Maggio*

**Note sulla transizione I Notes on Transition**

34

*Riccardo Migliari Keynote Speaker*

**La prospettiva solida come strumento di analisi delle transizioni tra lo spazio euclideo e lo spazio della rappresentazione I Solid Perspective as a Tool for Analysing Transitions between Euclidean Space and Representation Space**

## ATTRAVERSARE CROSS

60

*Mirco Cannella, Vincenza Garofalo, Alessia Garozzo*

**Attraversare**

**Cross**

70

*Adriana Arena*

**I disegni di Francesco Paolo Labisi per il convento dei padri Crociferi a Noto  
Francesco Paolo Labisi's drawings for the convent of the Crociferi Fathers in Noto**

90

*Cristiana Bartolomei, Caterina Morganti*

**The Historical Transition of Human Body in Architecture**

97

*Francesco Bergamo*

**Drawing beyond Language and Images: Steps to Olfactory Representations**

106

*Alessio Bortot*

**La carpenteria del legno. Alcune riflessioni sul rapporto tra modello e disegno  
Wood Carpentry. Some Considerations on the Relationship between Model and Drawing**

122

*Giorgio Buratti*

**Disegno in transizione e transizione nel disegno. Passato e futuro degli esercizi di  
Parquet Deformations  
The Drawing Transition and Transition in the Drawing. Past and Future of Parquet  
Deformations Exercises**

139

*Eduardo Carazo, Álvaro Moral, Javier Bravo*

**Las ciudades y el tiempo: Transiciones en torno a la Catedral de Burgos  
Cities and Time: Transitions around the Burgos Cathedral**

157

*Laura Carlevaris*

**Transitabile/in-transitabile. Il Canale della Manica tra storia e rappresentazione  
Transitable/Intransitable. The English Channel between History and Representation**

177

*Camilla Casonato*

**Archaeology and Natural Sciences. Giovanni Antonio Antolini's Unpublished Texts and Drawings**

186

*Camilla Casonato*

**Art du Trait. Considerations on Double Orthogonal Projection in Medieval Stereotomy**

193

*Santi Centineo*

**"Mi parve pinta de la nostra effige". Alcune note critiche sulla creatività artificiale  
"Mi parve pinta de la nostra effige". Some Critical Notes on Artificial Creativity**

209

*Stefano Chiarenza*

**Spazio a due dimensioni. Grafica assonometrica e ambiguità visiva nell'opera di  
El Lissitzky  
Two-Dimensional Space. Axonometric Graphics and Visual Ambiguity in the Work  
of El Lissitzky**

227

*Pilar Chías, Tomás Abad, Lucas Fernández-Trapa*

**Origen de la cartografía científica de los puertos de la Sierra de Guadarrama  
entre los Sitios Reales  
The Origin of the Scientific Cartography of the Guadarrama Mountain Passes  
between the Royal Sites**

247

*Emanuela Chiavoni, Gaia Lisa Tacchi*

**Transizioni espressive nell'archivio dei disegni di architettura della scuola romana  
Expressive Transitions in the Archive of Architectural Drawings by the Roman  
School**

269

*Francesco Cotana*

**Il disegno della transizione. Proposta di una tassonomia della rappresentazione  
del movimento dell'architettura  
Drawing of the Transition. Proposal for a Taxonomy of Representation of  
Architecture in Motion**

283

*Salvatore Damiano*

**Transizioni virtuali: studio su un edificio non realizzato di Alberto Legnani a Ca-  
stelfranco Emilia  
Virtual Transitions: a Study on an Unbuilt Architecture by Alberto Legnani  
in Castelfranco Emilia**

309

*Raffaella De Marco*

**La rappresentazione info-grafica a supporto dei 'programmi di sviluppo' sul terri-  
torio per le agenzie umanitarie  
Info-graphic Representation to Support 'Development Programmes' on the Ter-  
ritory for Humanitarian Agencies**

329

*Jordi de Gispert Hernández, Isabel Crespo Cabillo, Sandra Moliner Nuño*  
**La finca Sansalvador de Jujol, un proyecto en continua transformación  
Jujol's Sansalvador Villa, a Project in Continuous Transformation**

349

*Massimo De Paoli, Luca Ercolin*

**La Libreria Nuova del complesso conventuale di San Giuseppe in Brescia  
The New Library of Conventual Complex of San Giuseppe in Brescia**

375

*Edoardo Dotto*

**Euristica dell'errore. La 'Stonehenge ricostruita' di Inigo Jones  
Error Heuristics. Inigo Jones' 'Rebuilt Stonehenge'**

395

*Josep Eixerés Ros, Hugo A. Barros Da Rocha E. Costa*

**Del óleo al Gouache. Los dibujos de Sorolla en Nueva York  
From Oil Painting through Gouache. The Drawings of Sorolla in New York**

413

*Erika Elefante*

**I sistemi impiantistici nel progetto. Un excursus storico dal disegno concettuale  
al modello digitale  
Plant Systems in Design. A Historical Excursus from Conceptual Drawing to Di-  
gital Model**

427

Laura Farroni, Sara Berni

**Itinerari della rappresentazione.** Transizioni tra spazio scenico e pubblico nel teatro partecipativo  
Itineraries of Representation. Transitions between Scenic Space and Public Space in Participative Theatre

447

Giuseppe Felici, Antonio Schiavo

**Disegno come transizione tra storia e progetto:** note su una continuità romana  
Drawing as Transition between History and Design: Notes about a Roman Continuity

467

Emanuele Garbin

**Grandezza:** alcune considerazioni sul concetto di 'Bigness' in Rem Koolhaas  
'Bigness': Notes on the Urban Theory of Rem Koolhaas

485

Fabrizio Gay

**Transizioni al disegno artificiale**  
Transitions to Artificial Drawing

505

Alfonso Ippolito, Cristiana Bartolomei, Davide Mezzino, Vittoria Castiglione  
Beyond Letarouilly

516

Pedro Antonio Janeiro, Fabiana Guerriero

**Desenho como Transição: Realidade e A Outra-Realidade**  
Drawing as Transition: Reality and the Other-Reality

532

Pamela Maiezza, Alessandra Tata

**Modeling Historic Architecture:** a Reflection on Representation in the BIM Environment

538

Sofia Menconero, Matteo Flavio Mancini

**Tabulae scalatae:** ritratti anamorfici in transizione  
Tabulae scalatae: Anamorphic Portraits in Transition

558

Alessandra Pagliano

**Tra metamorfosi e anamorfofi:** gli spazi surreali nei dipinti di Rob Gonsalves  
Between Metamorphosis and Anamorphosis: Surreal Spaces in the Paintings of Rob Gonsalves

576

Martino Pavignano

**Fortificazioni alla moderna e rappresentazione:** esempi dalla trattatistica del XVI secolo  
Fortificazioni alla Moderna and Representation: Examples from some 16th Century Treatises

598

Federico Rebecchini

**Shin Takamatsu e l'origine di un disegno**  
Shin Takamatsu and the Origin of a Drawing

614

Salvatore Santuccio

**Lo spazio dell'Annuncio.** Portici, abitazioni, palcoscenici nella pittura italiana tra Trecento e Cinquecento  
The Space of the Annunciation. Porticoes, Rooms, Stages in Italian Painting between the 1300s and 1500s

630

Marcello Scalzo

**Giovanni Antonio Zamarin:** la 'normalità' di un artista  
Giovanni Antonio Zamarin: the 'Normality' of an Artist

646

Pasquale Tunzi

**La metamorfosi comunicativa con Il Mondo Illustrato Giornale Universale (1847-1861)**  
The Metamorphosis of Communication Introduced by Il Mondo Illustrato Giornale Universale (1847-1861)

662

Michele Valentino, Simone Sanna

**Verso un disegno post-digitale?** Culture figurative nel disegno di architettura contemporaneo  
Towards a Post-Digital Drawing? Figurative Cultures in Contemporary Architectural Drawing

678

Pedro Gabriel Vindrola

**Discusión taxonómica del campo de las Extended Realities**  
Taxonomic Discussion of the Field of Extended Realities

## MODULARE MODULATE

695

Fabrizio Agnello, Fabrizio Avella, Gian Marco Girgenti, Manuela Milone

**Modulare**  
Modulate

707

Luis Agustín Hernández, Carla Ferreyra, Barbara Messina

**Processo di digitalizzazione in HBIM per la gestione ampliata del patrimonio culturale.** La Lonja de Zaragoza  
Digitization Process in HBIM for Extended Cultural Heritage Management. The Lonja de Zaragoza

727

Giuseppe Amoroso, Andrea Manti

**Canova digitale: il potere della copia tra rappresentazione e immaginazione tattile**  
Digital Canova: the Power of Copying between Representation and Tactile Imagination

745

Fabrizio Ivan Apollonio, Federico Fallavollita, Riccardo Foschi

**Systematizing Virtual Reconstruction of Lost or Never Built Architectures**

753

Marinella Arena, Daniele Colistra, Domenico Medati

**La grotta degli asceti.** Rilievo e analisi dell'eremo di Santa Maria della Stella  
The Cave of the Ascetics. Survey and Analysis of the Hermitage of Santa Maria della Stella

777

Greta Attademo

**Lo spazio narrativo nel romanzo: dalla descrizione testuale all'illustrazione grafica**  
The Narrative Space in the Novel: from Textual Description to Graphic Illustration

793

Leonardo Baglioni, Lucrezia Di Marzio

**Il controllo della forma nelle superfici libere dell'architettura contemporanea**  
Formal Control for Freeform Surfaces of Contemporary Architecture

810

Fabio Bianconi, Marco Filippucci, Filippo Carnacchini, Simona Ceccaroni, Michela Meschini, Chiara Mommi, Giulia Pelliccia, Marco Seccaroni

**Hortus Lizori.** Percorsi didattici sulla rappresentazione del paesaggio  
Hortus Lizori. Educational Paths on the Representation of the Landscape

836

Antonio Bixio, Antonello Pagliuca, Giuseppe D'Angiulli

**Il disegno del 'limite'.** La chiesa della Madonna delle Vergini a Matera tra architettura e paesaggio  
The Drawing of the 'Limit'. The Church of Madonna delle Vergini in Matera between Architecture and Landscape

854

Antonio Calandriello, Giuseppe D'Acunto

**Architettura e Musica: le melodie 'mistiche' del chiostro benedettino dell'Abbazia di San Zeno a Verona**  
Architecture and Music: the 'Mystical' Melodies of the Benedictine Cloister of San Zeno Abbey in Verona

876

Massimiliano Campi, Valeria Cera, Marika Falcone

**Il fenomeno delle ferrovie dismesse. Il di-ségno per descrivere, ricostruire e comunicare**  
The Phenomenon of Disused Railways. Drawing for Describe, Reconstruct and Communicate

894

Alessio Cardaci, Pietro Azzola, Jorge Felix Sinani Arcienega, Antonella Versaci

**La digitalizzazione del patrimonio culturale: la collezione dei 'lapidei' del Museo delle Storie di Bergamo**  
Digitization of Cultural Heritage: the Collection of 'lapidei' of the Museum of the Histories of Bergamo

913

Marco Carpiceci, Antonio Schiavo, Tiziana Iazeolla

**Il ponte dell'Isca.** La ri-scoperta di un ponte romano nella media valle del Tammaro  
The Isca Bridge. The Re-Discovery of a Roman Bridge in the Middle Tammaro Valley

937

Valentina Castagnolo, Luisa Eramo, Massimo Leserri, Anna Christiana Maiorano, Martina Minenna, Pasquale Potenza, Gabriele Rossi

**Dinamiche di rappresentazione di un'architettura alla ricerca della sua identità**  
Dynamics of Representation of an Architecture in Search of its Identity



965

*Martina Castaldi*

**Influenza della percezione visiva di Pompei nell'Europa del '700**  
Influence of the Visual Perception of Pompeii in the Europe of the 1700s

979

*Vittoria Castiglione, Maria Belén Trivi*

**Conoscenza e trasmissione del patrimonio urbano romano: Piazza Montanara**  
Knowledge and Transmission of the Roman Urban Heritage: Piazza Montanara

997

*Irene Cazzaro*

**Uncertainty in Hypothetical 3D Reconstructions: Technical, Visual and Cultural 'Transitions'**

1008

*Margherita Cicala*

**Le fortificazioni bastionate capuane. Ricostruzione e rappresentazione degli assetti difensivi**  
Capuan Bastioned Fortifications. Reconstruction and Representation of Defensive Arrangements

1030

*Enrico Cicabò*

**Il disegno delle transizioni e la rappresentazione della cosmografia dello scudo di Achille**  
The Drawing of Transitions and the Representation of the Cosmography of the Shield of Achilles

1050

*Federico Cioli, Serena Liviani*

**La ricostruzione virtuale del progetto ottocentesco di Giuseppe Martelli per Ponte Vecchio a Firenze**  
Virtual Reconstruction of the 19th Century Project by Giuseppe Martelli for Ponte Vecchio in Florence

1067

*Vincenzo Cirillo*

**L'Éléphant triomphal a Parigi: dal disegno di progetto al simbolismo iconico alla ricostruzione virtuale**  
The Éléphant triomphal in Paris: from Design to Iconic Symbolism and Virtual Reconstruction

1089

*Fabio Colonnese, Luca Guerini*

**Modellando Piero. Indagini ricostruttive sulla Madonna del Parto**  
Modelling Piero. Reconstructive Enquires on the Madonna del Parto

1111

*Thomas Guido Comunian, Veronica Fazzina, Alessandro Martinelli, Simone Porro, Antonio Schiavo*

**Il motel Agip di Mario Ridolfi: dall'analisi grafica alla rappresentazione parametrica e immersiva**  
The Agip Motel by Mario Ridolfi: from Graphical Analysis to Parametric and Immersive Representation

1129

*Graziana D'Agostino, Mariateresa Galizia, Raissa Garozzo, Federico Mario La Russa, Gloria Russo, Cettina Santagati*

**Le transizioni del disegno: fondi di archivio e rappresentazione digitale del Teatro Bellini (CT)**  
The Transitions of Design: Archival Funds and Digital Representation of Teatro Bellini (CT)

1153

*Saverio D'Auria, Maria Ines Pascariello, Tomás Enrique Martínez Chao*

**Il digital twin dei siti culturali per l'inclusività e la valorizzazione. Il Castello Aragonese di Ischia**  
Digital Twin of Cultural Sites for Inclusiveness and Promotion. The Aragonese Castle of Ischia

1175

*Angelo De Cicco, Luigi Corniello*

**Silenzi e riflessioni nel villaggio di Shurdhah in Albania**  
Silences and Reflections in the Village of Shurdhah in Albania

1197

*Matteo Del Giudice, Nicola Rimella, Francesca Maria Ugliotti, Guillaume Tarantola, Anna Osello*

**Matrice delle transizioni nell'ambito disciplinare del Disegno**  
Matrix of Transitions in the Discipline of Drawing

1211

*Giuseppe Di Gregorio*

**La chiesa di Santa Maria la Vetere a Militello, nella tradizione tra reale e virtuale**  
The Church of Santa Maria la Vetere in Militello, in the Tradition between Real and Virtual

1231

*Tommaso Empler, Adriana Caldarone, Alexandra Fusinetti*

**L'interazione visibile: transizioni tra modelli analogici e digitali per le ricostruzioni storiche**  
Visible Interaction: Transitions between Analogical and Digital Models for Historical Reconstructions

1249

*Maria Linda Falcidieno, Maria Elisabetta Ruggiero, Ruggero Torti*

**Il segno visivo del ponte Morandi a Genova: transizione di forme e significati**  
The Visual Sign of the Morandi Bridge in Genoa: Transition of Forms and Meanings

1267

*Laura Farroni, Marta Faienza*

**I disegni del progetto di architettura del Novecento: dall'analogico storico alla transizione digitale**  
Architectural Design Drawings of the 20th Century: from Traditional Analogue to Digital Transition

1281

*Marco Fasolo, Fabio Lanfranchi, Flavia Camagni*

**Skiagraphia, manifestazione proiettiva della transizione temporale del sole sull'architettura**  
Skiagraphia, Projective Manifestation of the Sun's Temporal Transition on Architecture

1301

*Fausta Fiorillo, Corinna Rossi*

**Pitched-Brick Barrel Vaults and Biaxial Cross-Vaults in Egypt's Western Desert**

1310

*Hangjun Fu*

**Reverse modeling per la stampa 3D di complessi monumentali**  
Reverse Modeling for 3D Printing of Monumental Complexes

1330

*Mara Gallo, Simona Scandurra*

**Transizioni artistiche da preservare: street art tra realtà fisica e conservazione digitale**  
Artistic Transitions to be Preserved: Street Art between Physical Reality and Digital Preservation

1352

*Martina Gargiulo, Davide Carleo, Giovanni Ciampi, Michelangelo Scorpio, Pilar Chias Navarro*

**Modelli digitali per la conoscenza dei complessi monumentali spagnoli**  
Digital Models for the Knowledge of Spanish Historical Complex

1370

*Giorgio Garzino, Maurizio Marco Bocconcino, Mariapaola Vozzola*

**Didattica per il disegno degli elementi costruttivi di opere civili ed edili**  
Didactics for the Drawing of Constructive Elements of Civil and Building Works

1388

*Fernanda Gerbis Felli Lacerda*

**Considerazioni sulla produzione teatrale di Gabriele D'Annunzio illustrata da caricature**  
Considerations on the Theatrical Production of Gabriele D'Annunzio Illustrated by Caricatures

1400

*Fabiana Guerriero, Pedro Antonio Janeiro*

**Disegnare, modulare, sentire: mappe psicogeografiche per indagare l'identità della città di Lisbona**  
Drawing, Modulating, Feeling: Psychogeographical Maps to Investigate the Identity of the City of Lisbon

1420

*Caterina Gabriella Guida, Lorena Centarti, Angelo Lorusso*

**Edu-verse: Designing 3D Learning Environments**  
Edu-verse: Designing 3D Learning Environments

1438

*Maria Pompeiana Iarossi, Daniela Oreni, Fabrizio Banfi*

**Dalle case di carta alle case di pietra. Modulazioni di Pietro Lingeri sul tema della casa per l'artista**  
From Paper Houses to Stone Houses. Modulational by Pietro Lingeri on the Theme of the House for the Artist

1457

*Manuela Incerti, Emanuele Borasio, Stefano Costantini, Gianmarco Mei, Andrea Sardo*

**Casa Romei, museo dei 5 sensi. Un focus sulla vista**  
Casa Romei, Museum of the 5 Senses. A Focus on Sight

1479

*Sereno Marco Innocenti*

**Manet o Pistoletto? Riflettersi nella sala delle Prospettive di Palazzo Calini a Brescia**  
Manet or Pistoletto? Reflecting in the sala delle Prospettive at Palazzo Calini in Brescia

1497

*Federica Itri*

**Documentazione del patrimonio architettonico: il rilievo della chiesa di San Menna a Sant'Agata de' Goti (BN)**  
Documentation of the Architectural Heritage: the Survey of the Church of San Menna in Sant'Agata de' Goti (BN)

1517

*Ali Yaser Jafari, Marianna Calla*

**Shapes and way of inhabiting the excavated architecture: knowledge and comparison of the cave dwellings in Banyan and Matera**



1528

Rossella Laera, Marilena Renne, Paola Parisi

Disegno di nuovi spazi urbani e percorrenze culturali nel patrimonio storico di Stigliano (MT)  
Design of New Urban Spaces and Cultural Itineraries in the Historical Heritage of Stigliano (MT)

1546

Silvia La Placa, Francesca Galasso

Dall'archivio al modello: processi metodologici per valorizzare il patrimonio invisibile  
From Archive to Model: Methodological Processes to Enhance Invisible Heritage

1572

Silvia La Placa, Marco Ricciarini

Documentare e rappresentare bassorilievi e decorazioni per conoscere e valorizzare il patrimonio  
Documenting and Representing Bas-Reliefs and Decorations to Know and Value Heritage

1590

Gennaro Pio Lento

Processi di transizione architettonica e culturale dell'isola di Hydra in Grecia  
Architectural and Cultural Transition Processes on the Island of Hydra in Greece

1612

Gabriella Liva

Transitus Signa. Il complesso monastico medioevale di San Giorgio Maggiore a Venezia  
Transitus Signa. The Medieval Monastic Complex of San Giorgio Maggiore in Venice

1634

Daniel López, Víctor Lafuente, Antonio Álvaro, David Marcos, Marta Martínez, Carlos Hernández

Análisis gráfico del antiguo Cuartel de Caballería de Zamora  
Graphic Analysis of the Old Zamora Cavalry Barracks

1650

Arianna Lo Pilato

Le Fontane del Re: conoscenza e valorizzazione dei monumenti lungo la Strada Regia delle Puglie  
The Fountains of the King: Knowledge and Enhancement of Monuments along the Strada Regia delle Puglie

1664

Adriana Marra

From Survey to Digital Reconstruction. Study of a Roman Fragment of an Ionic Volute

1673

Maria Clara Amado Martins

Lygia Pape. A obra *Tteia I* na Bienal de Veneza e a transição sensível entre linhas e teias  
Lygia Pape. The Work *Tteia I* at the Venice Biennale and the Sensitive Transition between Lines and Webs

1687

Silvia Masserano

Dai disegni analogici all'esplorazione in ambiente immersivo: la Stazione Auto-corriere di U. Nordio  
From Analogue Drawings to Exploration in Immersive Environment: the Bus Station of U. Nordio

1709

Valeria Menchetelli, Cosimo Monteleone

Archetipi della transizione: il *Viaggio al centro della Terra* di Jules Verne  
Archetypes of Transition: Jules Verne's *Journey to the Centre of the Earth*

1729

Riccardo Miele

Approcci multi-scalari per descrivere e comunicare il patrimonio campanario di Napoli  
Multi-scalar Approaches to Describe and Communicate the Belfry Heritage of Naples

1745

Carlos Montes Serrano, Sara Peña Fernández

Architecture Analysis by the Comparative Method

1752

Fabrizio Natta

Modellazione, analisi e interpretazione di una volta a padiglione adattiva in *Visual Programming Language*  
Modelling, Analysis and Interpretation of an Adaptive Cloister Vault in Visual Programming Language

1766

Claudia Naz-Gómez, Manuel de-Miguel-Sánchez, Alberto Lastra-Sedano

Transición desde el cuadrado a la elipse. La cripta barroca del Convento de San Francisco de Guadalupe  
Transition from the Square to the Ellipse. The Baroque Crypt of the Convent of San Francisco in Guadalupe

1784

Caterina Palestini, Lorenzo Pellegrini

Le transizioni del progetto nei disegni degli archivi di architettura  
The Transitions of the Project in the Drawings of the Archives of Architecture

1806

Sandro Parrinello

Documentare una rotta culturale tra procedure di rappresentazione e di materializzazione del paesaggio  
Documenting a Cultural Route through Landscape Representation and Materialisation Procedures

1824

Assunta Pelliccio, Marco Saccucci, Virginia Miele

AI Text-To-Image for the Representation of Treaties Texts. The Case Study of *Le Vite* by Vasari

1832

Francesca Picchio, Luis Cortés Meseguer, Giulia Porcheddu

Disegnare un sistema informativo 3D per la promozione della rotta culturale di Jaime I a Valencia  
Designing a 3D Information System for the Promotion of the Cultural Route of Jaime I in Valencia

1858

Marta Pileri

Dall'illustrazione alla realtà immersiva: l'evoluzione del *visual journalism*  
From Illustration to Immersive Reality: the Evolution of Visual Journalism

1874

Nicola Pisacane, Pasquale Argenziano, Alessandra Avella

Modellazione parametrica delle gemme dall'*Encyclopedie*. Analisi geometrica e criticità morfologiche  
Parametric Modeling of Gemstone from the *Encyclopedie*. Geometric Analysis and Morphological Problems

1896

Manuela Piscitelli

La dimensione visuale dei nativi digitali  
The Visual Dimension of Digital Natives

1918

Lorella Pizzonia

La Chiesa di Piedigrotta a Pizzo. Due modalità di rappresentazione per guardare attraverso  
The Church of Piedigrotta in Pizzo. Two Modes of Representation to Look through

1938

Marta Quintilla-Castán, Luis Agustín-Hernández

Un sistema de gestión de código abierto para el inventario del patrimonio de estilo Gótico Mediterráneo  
An Open Source Heritage Management System for the Inventory of the Mediterranean Gothic Style

1954

Giovanni Rasetti

Disegnare l'invisibile, il paesaggio. Esperimenti con intelligenza artificiale *text to image*  
Drawing the Invisible, the Landscape. Experiments with Artificial Intelligence Text to Image

1970

Veronica Riavis

Geometrie e transizioni dal paesaggio all'architettura: l'abitare a Lignano per Marcello D'Olivo  
Geometries and Transitions from Landscape to Architecture: Living in Lignano by Marcello D'Olivo

1986

Francesca Ronca, Enrico Pupi

Dalla pianta al volume: transizioni e trasformazioni geometriche del cerchio nell'architettura di Mario Botta  
From Plan to Volume: Transitions and Geometric Transformations of the Circle in Mario Botta's Architecture

2002

Luca Rossato

Do Students Dream of Electronic Worksheets? The 'Grade Runner' Dilemma

2009

Marta Salvatore

Geometrie in movimento nelle architetture cinetiche  
Geometries in Motion in Kinetic Architecture

2025

Alberto Sdegno, Silvia Masserano, Veronica Riavis

Tra tradizione e innovazione: geometrie e sviluppo del campanile a maggiore elevazione  
Between Tradition and Innovation: Geometry and Development of the Bell Tower with higher Elevation

2045

*Nicoletta Sorrentino*

**Dai transatlantici alle navi da crociera: comunicazione visiva e corporate image tra analogico e digitale**  
From Ocean Liners to Cruise Ships: Visual Communication and Corporate Image between Analogue and Digital Modes

2063

*Roberta Spallone, Marco Vitali, Valerio Palma, Laura Ribotta*

**Fra spazio fisico e digitale: ricostruzione e comunicazione del complesso del Castello di Mirafiori**  
Between Physical and Digital Space: Reconstruction and Communication of the Castello di Mirafiori Complex

2085

*Francesco Stilo*

**Digital Humanities for Underground Worship Heritage (UWH). Casi studio in Calabria**  
Digital Humanities for Underground Worship Heritage (UWH). Case Studies in Calabria

2107

*Ilaria Trizio, Francesca Savini*

**L'ultima dimora di Pino Zac: documentazione e valorizzazione digitale di uno studio d'artista**  
The Last Home of Pino Zac: Documentation and Digital Enhancement of an Artist's Studio

2129

*Starlight Vattano*

**Ca' Venier e ponte dell'Accademia nel 1985. Tre immagini transitorie**  
Ca' Venier and Ponte dell'Accademia in 1985. Three Transitional Images

2151

*Marco Vedoà*

**Imaging the Cultural Landscapes of Remote Areas. Storytelling, Fragilities and Future Scenarios**

2162

*Andrea Zerbi, Sandra Mikolajewska*

**Un'installazione di video mapping per la valorizzazione del Teatro Farnese di Parma**  
Video Mapping Installation for the Valorization of the Farnese Theatre in Parma

2180

*Ursula Zich*

**Transizioni comunicative nella narrazione dell'Italia oltre ai suoi confini (1924-1929)**  
Communicative Transitions on Italy's Telling beyond its Borders (1924-1929)

## PROCEDERE DEVELOP

2198

*Francesco Di Paola, Laura Inzerillo, Sara Morena*

**Procedere**  
Develop

2208

*Luis Agustín Hernández, Javier Domingo Ballester, Aurelio Vallespin Muniesa*

**Arte fluido come proceso creativo para los murales de una residencia en Teruel**  
Fluid Art as a Community Creative Process for Teruel Nursing Home Murals

2223

*Alessio Altadonna*

**Messina ricostruita in pietra artificiale: la grafica di palazzo Mariani per il progetto di restauro**  
Messina Rebuilt in Artificial Stone: the Graphics of Palazzo Mariani for the Restoration Project

2244

*Sara Antinozzi, Marco Limongiello, Laura A. Lopresti, Salvatore Barba*

**Progetto e ottimizzazione di processi image-based per acquisizioni a scala di dettaglio**  
Design and Optimisation of Image-Based Processes for Detail-Scale Acquisitions

2260

*Giuseppe Antuono, Pierpaolo D'Agostino*

**Verso la modellazione informativa per il progetto di restauro. Il Teatrino di Corte della Reggia di Portici**  
Toward Information Modeling in Restoration Projects. The Court Theater of the Royal Palace of Portici

2280

*Martina Attenni, Maria Laura Rossi*

**Riflessioni sulla rappresentazione della tipologia architettonica. Transizioni tra epoche e arti**  
Reflections on the Representation of Architectural Typology. Transitions between Eras and Arts

2304

*Marcello Balzani, Federica Maietti, Fabiana Raco, Francesco Viroli, Gabriele Giau*

**Il transitare della memoria. Quando il tempo trasforma gli oggetti per un nuovo spazio**  
Memory Transitions. As Time Turns Objects into New Space

2320

*Laura Baratin, Francesca Gasparetto, Veronica Tronconi*

**L'opera Elba di Pietro Consagra: nuovi paradigmi analitico-documentali per l'intervento di restauro**  
Pietro Consagra's Artwork *Elba*: New Analytical-Documentary Paradigms for Restoration Intervention

2342

*Roberto Barni, Carlo Bianchini, Marika Griffò, Carlo Inglese*

**Lo spazio rivelato: la Sagrestia Nuova tra rilievo e rappresentazione**  
The Unveiled Space: the Sagrestia Nuova between Survey and Representation

2358

*Cesare Battelli, Alessandra Grafici, Ornella Zerlenga*

**Transizioni digitali: artefatti dalle macchine intelligenti. Riflettendo con Cesare Battelli**  
Digital Transitions: Artefacts from Intelligent Machines. Considerations with Cesare Battelli

2380

*Carlo Battini*

**Intelligenza artificiale tra scienza e creatività. Casi studio nelle arti visive**  
Artificial Intelligence between Science and Creativity. Case Studies in the Visual Arts

2394

*Paolo Belardi*

**L'invenzione dei percorsi pedonali meccanizzati. Dalla città delle automobili alla città dei pedoni**  
The Invention of Mechanized Pedestrian Paths. From the City of Cars to the City of Pedestrians

2414

*Stefano Bertocci, Matteo Bigongiari*

**Remote sensing e rilievo architettonico per il restauro della moschea Al Raabiya a Mosul (Iraq)**  
Remote Sensing and Architectural Survey for the Restoration of the Al Raabiya Mosque in Mosul (Iraq)

2431

*Noemi Bitterman, Giovanna Ramaccini, Angelica Ravanelli*

**HeterOffice. Concept progettuale per una postazione di lavoro flessibile nello spazio domestico**  
HeterOffice. Design Concept for a Flexible Workstation in the Domestic Space

2445

*Cecilia Bolognesi, Domenico D'Uva*

**Multiscalar Digital Twin. Step Representation towards Urban Multiverse**

2454

*Emanuela Borsci, Angela Guida*

**Ri-abitare patrimoni fragili: il caso studio di Pomarico**  
Re-inhabiting Fragile Heritages: Pomarico Case Study

2472

*Rosario Giovanni Brandolino, Paola Raffa*

**L'incanto nella cultura di un intreccio femminile. Tra ornamento e rappresentazione**  
The Enchantment in the Culture of a Feminine Interweaving. Between Ornament and Representation

2490

*Stefano Brusaporci, Pamela Maiezza*

**The Church of St. Giusta in Bazzano (L'Aquila). Documentation and Survey**

2499

*Marianna Calia, Alessandra Matera, Mariapia Pace*

**Ri-disegno di percorsi e micro-architetture nel parco museale di Craco Vecchia**  
Re-design of Routes and Micro-Architectures in the Museum Park of Old Craco

2521

*Michele Calvano, Luciano Cessari, Elena Gligliarelli*

**Tradition in Innovation. Some Considerations on SLAM Technique Integration for Historic Buildings**

2531

*Cristina Cándito, Ilenia Celoria, Alessandro Meloni*

**Verso un'architettura... accessibile. Un'esperienza didattica: dai principi alle applicazioni**  
Towards an... Accessible Architecture. An Educational Experience: from Principles to Applications

2555

*Mara Capone, Angela Cicala, Lorenzo Esposito, Giovanni Nocerino*

**Geometrie programmate: AAD sperimentazioni di graphic design**  
Programmed Geometries: AAD Graphic Design Experimentation

2577

Massimiliano Ciammaichella

**Idoli virtuali. Rappresentazioni di corpi in transito e modelli estetici da incarnare**  
Virtual Idols. Representations of Bodies in Transit and Aesthetic Models to be Embodied

2595

Maria Grazia Ciani, Daniele Calisi, Stefano Botta, Sara Colaceci, Matteo Molinari, Michela Schiaroli

**Digital twin ed esperienza immersiva in VR: il caso studio dell'ex mattatoio di Testaccio, Roma**  
Digital Twin and Immersive Experience in VR: the Case Study of the ex Mattatoio of Testaccio, Rome

2613

Paolo Cini, Jesús Muñoz Cádiz, Umberto Ferretti, José Luis Domínguez Jiménez, Miriam González Nieto

**Digital Transition for Heritage Management and Dissemination: via Flaminia and Corduba-Emerita**

2623

Francesca Condorelli, Alessandro Luigini, Giuseppe Nicastro, Barbara Tramelli

**Disegno e intelligenza artificiale. Enunciati teorici e prassi sperimentale per una poiesi condivisa**  
Drawing and Artificial Intelligence. Theoretical Statements and Experimental Practice for a Shared Poiesis

2641

Antonio Conte, Rossella Laera, Carmela D'Andrea

**Ricomposizione di parti urbane di antico impianto tra Palazzo Spagna e il Piantello di Accettura**  
Reconstruction of Ancient Urban Parts between Palazzo Spagna and the Piantello di Accettura

2659

Virginia De Jorge Huertas

**Construyendo transiciones pedagógicas híbridas**  
Building Hybrid Pedagogical Transitions

2673

Irene De Natale

**Comunicazione della città contemporanea: la grafica generativa per le identità visive dinamiche**  
The Communication of the Contemporary City: Generative Graphics for Dynamic Visual Identities

2685

Andrea di Filippo

**Transition to Parametric Modelling in Heritage Documentation**

2692

Francesca Fatta, Sonia Mollica

**Spazi virtuali in luogo reale. Narrazioni tra storia e paesaggio del Faro di Capo Colonna**  
Virtual Spaces in Real Place. Narratives between History and Landscape of the Capo Colonna Lighthouse

2710

Marco Filippucci, Fabio Bianconi

**Disegnare per rigenerare i nostri luoghi. Nuove relazioni fra comunità e spazi pubblici**  
Drawing to Regenerate our Places. New Relationships between Communities and Public Spaces

2728

Wilson Florio, Ana Tagliari

**Geometric and Parametric Modeling to Identify the Characteristics of Niemeyer's V Columns**

2737

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

**Archivos digitales de arquitectura: la transformación de la difusión del dibujo**  
Digital Archives of Architecture: the Transformation of Drawing Dissemination

2755

Elisabetta Caterina Giovannini

**Digital Transitions for the Use and Reuse of Digital Assets for Museum Collections**

2767

Sara Gonizzi Barsanti, Umberto Palmieri, Adriana Rossi

**Fotogrammetria a distanza ravvicinata: un campione di muro composto di anfore**  
Close Range Photogrammetry: a Wall Sample Composed of Jugs

2789

Beatriz S. González-Jiménez, Marco Enia

**Digital Unrealities. Photo(Un)Realism and Alienation in Contemporary Postdigital Architecture**

2797

Alberto Grijalba Bengoetxea, Julio Grijalba Bengoetxea, M. Lucía Balboa Domínguez

**El encanto de lo nuevo**  
The Charm of the New

2817

Manuela Incerti, Cristian Boscaro, Stefano Costantini

**Laser scanner a confronto: problematiche e potenzialità nella restituzione grafica 2D di un bene storico**  
Comparison between Laser Scanners: Problems and Potential in the 2D Drawings of a Historical Building

2835

Elena Ippoliti, Vincenzo Maselli, Chiara Fiaschi

**Dal testo verbale al testo estetico del fumetto. Un esercizio di stile**  
From Verbal Text to Aesthetic Text in Comics. An Exercise in Style

2853

Elena Ippoliti, Noemi Tomasella

**Misurare e disegnare: tra modelli di dati e modelli grafico-geometrico-analitici**  
Measurement and Drawing: Between Models of Data and Graphical/Geometric/Analytical Models

2873

Emanuela Lanzara

**Oltre il visibile: dispositivi lenticolari per i beni culturali tra fotografia e diagnostica**  
Beyond the Visible: Lenticular Tools for Cultural Heritage between Photography and Diagnostics

2894

Mariangela Liuzzo, Dario Caraccio, Laura Floriano

**Transizioni digitali e fisiche per i beni museali**  
Digital and Physical Transitions for Museum Assets

2914

Massimiliano Lo Turco, Andrea Tomalini, Jacopo Bono

**Un approccio euristico alla progettazione. Transizioni da algoritmi generativi a modelli parametrici**  
A Heuristic Approach to Design. Transitions from Generative Algorithms to Parametric Models

2931

Carlos L. Marcos

**Colour as a Sensible Property of Matter and as an Expressive Tool. Copying vs. Emulating**

2939

Marco Medici, Federica Maietti

**Digital Transitions for a Comprehensive 3D Documentation: European Trends for Heritage Preservation**

2947

Pablo Navarro Camallonga, Pablo Navarro Esteve, Hugo Barros Costa

**Dos bóvedas en la Lonja de Valencia. Experimentación y seriación en la arquitectura del Siglo XV**  
Two Vaults in the Lonja of Valencia. Experimentation and Serialization in the Architecture of the XV Century

2969

Alice Palmieri

**Rappresentazioni AI nella comunicazione del patrimonio culturale: nuovi scenari del digital storytelling**  
AI Representations in Cultural Heritage Communication: New Scenarios of Digital Storytelling

2987

Roberto Pedone, Alessandra Dichio, Claudia Cittadini

**Progetto di ridisegno urbano di Craco Peschiera: servizi e strategie di valorizzazione**  
Craco Peschiera Urban Re-Design Project: Services and Enhancement Strategies

3007

Fabio Planu, Dario Rizzi, Gabriele Fredduzzi

**Piattaforme digitali integrate per la gestione del patrimonio costruito esistente: il progetto InSPIRE**  
Integrated Digital Platforms for the Management of the Existing Built Heritage: the InSPIRE Project

3023

Ramona Quattrini, Romina Nespeca, Renato Angeloni, Mirco D'Alessio

**Processi di transizione digitale per i musei: il Palazzo Ducale di Urbino nel progetto CIVITAS**  
Museum Digital Transition Processes: the Ducal Palace of Urbino within the CIVITAS Project

3045

Piergiuseppe Rechichi, Lorenzo Cintali, Valeria Croce, Andrea Piemonte, Massimiliano Martino, Marco Giorgio Bevilacqua, Federico Cantini, Gianluca Martinez

**Digitalizzazione del patrimonio archeologico: procedure H-BIM per lo scavo della chiesa di San Sisto (Pisa)**  
Digitization of Archaeological Heritage: H-BIM Procedures for the San Sisto's Church Excavation (Pisa)

3065

Leopoldo Repola

**Architetture del mare. Un metodo per lo studio delle tonnare**  
Architectures of the Sea. A Method for the Study of Tonnare

3083

*Andrea Rolando, Alessandro Scandiffio*  
Mapping Landscape Qualities in Inner Areas and UNESCO Sites in North Sicily by a GIS Multisource Geodatabase

3091

*Jessica Romor, Graziano Mario Valenti*  
Modelli procedurali per l'ideazione, il controllo e la generazione della forma libera negli apparati decorativi  
Procedural Models for the Conception, Control and Generation of Free Form in Decorative Apparatuses

3109

*Luca Rossato, Guido Galvani, Greta Montanari, Dario Rizzi*  
Digital Storytelling about the São Paulo Independence Monument: between Lost Memories and Italian Legacy

3118

*Michela Rossi, Sara Conte, Luca Armellino*  
Punti di vista. Gli spazi virtuali tra analogico e digitale  
Points of View. Virtual Spaces between Analogical and Digital

3134

*Anna Sanseverino, Anna Dell'Amico*  
Progettazione di un percorso museale in ambiente BIM attraverso applicazioni di Real-Time Rendering  
Museum Itinerary Design within a BIM Environment via Real-Time Rendering Tools

3156

*Luca J. Senatore, Michela Moroni*  
Progettare dall'infanzia: rappresentare e produrre per un apprendimento inclusivo  
Design from Childhood: Representing and Producing for Inclusive Learning

3176

*Andrea Sias*  
Transizione dal reale al virtuale in ambito medico-sanitario  
Transition from Real to Virtual in Healthcare

3189

*Giovanna Spadafora, Michela Ceracchi, Antonio Camassa*  
I modelli per la Geometria descrittiva: transizioni tra spazio reale e virtuale  
Models for Descriptive Geometry: Transitions between Real and Virtual Space

3207

*Gabriele Stancato, Barbara Ester Adele Piga*  
Exploring the Landscape of Virtual and Augmented Reality Laboratories in Top Universities Worldwide

3216

*Martina Suppa, Federica Maietti, Fabiana Raco*  
Documenting Theatres as Spaces for 'Transitions'

3226

*Maurizio Unali, Giovanni Caffio, Fabio Zollo*  
Transizioni d'immagini e architetture al tempo dell'IA. Modelli semantici in cerca di autore  
Transitions of Images and Architectures in the Time of AI. Semantic Models in Search of an Author

3244

*Graziano Mario Valenti, Francesca Porfiri*  
Apparati decorativi: l'Arco di Tito fra tracce originali, trasformazioni e interpretazioni temporali  
Decorative Apparatus: the Arch of Titus between Original Traces, Transformations, Temporal Interpretations

3260

*Cesare Verdoscia, Michele Buldo, Riccardo Tavolare, Elena Cabrera-Revuelta, Antonella Musico*  
Sensor Data Fusion per i processi Scan to BIM. La Chiesa Ognissanti di Valenzano, Bari  
Sensor Data Fusion for Scan to BIM Processes. The All Saints' Church in Valenzano, Bari

3278

*Ornella Zerlenga, Rosina Iaderosa*  
L'Intelligenza Artificiale sarà in grado di sostituirsi alla creatività umana?  
Will Artificial Intelligence Be Able to Replace Itself to Human Creativity?



# Piattaforme digitali integrate per la gestione del patrimonio costruito esistente: il progetto *InSPiRE*

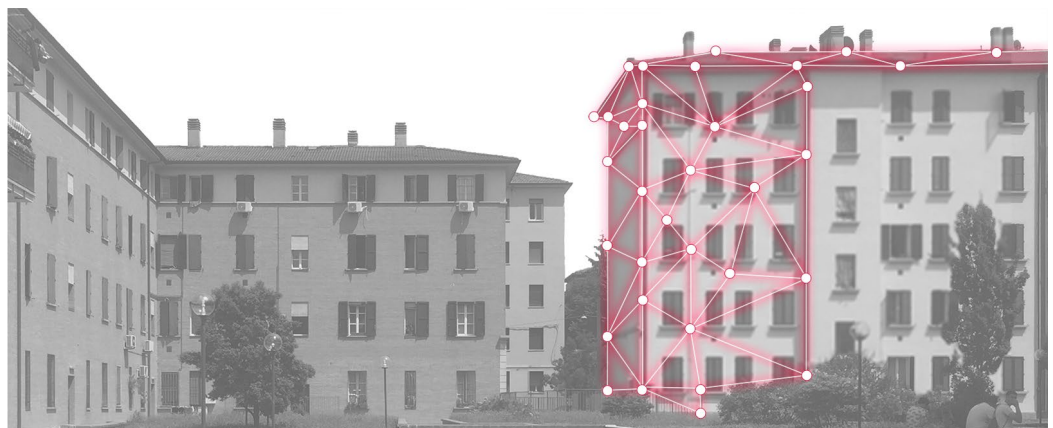
Fabio Planu  
Dario Rizzi  
Gabriele Fredduzzi

## Abstract

La gestione e la manutenzione del patrimonio costruito esistente attraverso l'applicazione di tecnologie abilitanti all'avanguardia, come le reti di sensori, integrate con piattaforme digitali collaborative per la gestione dei *Big Data* in ambiente BIM, è una delle sfide attuali nella transizione e applicazione di protocolli rivolti alla digitalizzazione della filiera delle costruzioni. Le conseguenti possibilità di accessibilità, fruibilità e modellazione delle informazioni elaborate da diverse fonti di dati, rilievo terrestre tridimensionale, banche dati esistenti, immagini e dati da sensori, dati satellitari, consentono di definire e implementare, insieme allo sviluppo e all'applicazione di algoritmi di analisi anche in prospettiva di finalità predittive, diverse modalità di visualizzazione e interrogazione delle informazioni da parte di diverse categorie di utenti. I risultati del progetto di ricerca industriale *InSPiRE*, finanziato con fondi strutturali europei e realizzato in partenariato pubblico-privato, fa parte di un filone di ricerca di cui si forniscono qui i risultati, che indaga la relazione tra la gestione degli interventi sull'ambiente costruito esistente e la transizione verso l'applicazione delle principali tecnologie abilitanti e del BIM integrato.

## Parole chiave

rappresentazione digitale, BIM, Big Data, piattaforme digitali integrate, tecnologie abilitanti



Concept del progetto  
*InSPiRE: Integrated technologies for Smart buildings and PREdictive maintenance*. Laboratorio DIAPReM/TekneHub, UNIFE.

## Introduzione

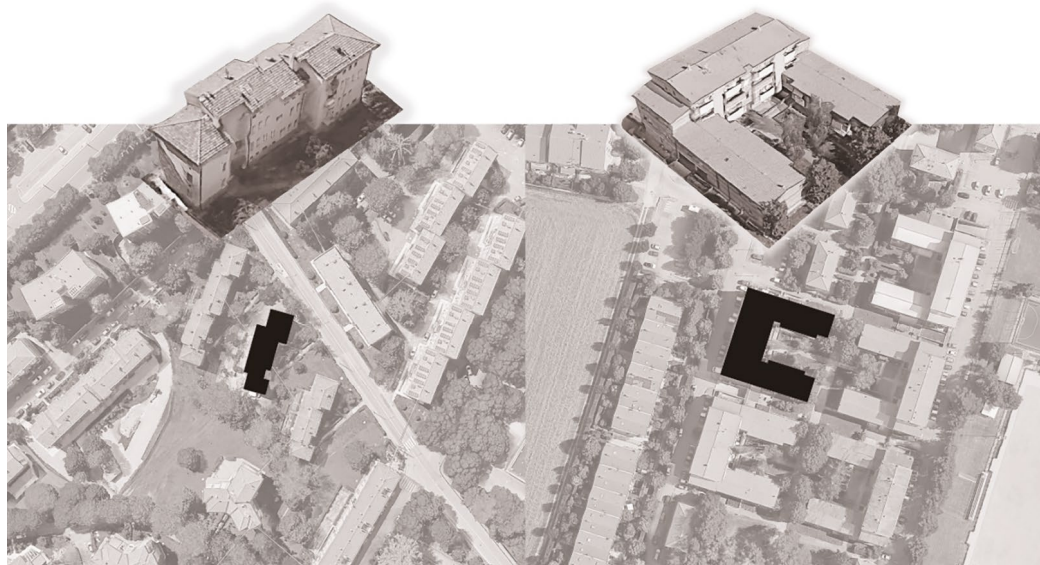
I dati, ormai parte integrante della vita quotidiana, con l'utilizzo delle principali tecnologie abilitanti - sensori, *Big Data* e *cloud computing* [Beavan 2021] stanno acquisendo un ruolo sempre più strategico nella filiera delle costruzioni. La letteratura rivela che la rivoluzione digitale nel settore registra una crescente accelerazione nell'interoperabilità dei dati rivolti a progetti collaborativi integrati. A partire dai processi di introduzione di strumenti e metodi BIM, si riscontra il crescente interesse finalizzato alla trasformazione della filiera. L'incremento del loro utilizzo ha portato alla formulazione e condivisione di standard operativi, come l'IFC [Vernizzi et al. 2022], base effettiva per lo sviluppo di ambienti digitali integrati. Il costruito esistente è il campo di ricerca che richiede la transizione verso l'applicazione di nuovi approcci dove, come espresso da Malinverni, "un modello digitale 3D strutturato come parte del processo di miglioramento dell'ambiente costruito è oggi una necessità urgente" [Malinverni et al. 2019, p. 778]. Tuttavia, ponendo l'accento soprattutto sulla geometria 3D, la catena del valore dell'intervento sull'esistente continua a essere caratterizzata da informazioni frammentate e fonti eterogenee di dati [Balzani et al. 2020] che devono essere messi in relazione ed essere resi disponibili come *know-how* organizzato. I rilievi 3D e gli sviluppi nel campo dello *scan-to-BIM*, a partire dalla metodologia consolidata nella creazione di modelli 3D a nuvola di punti, hanno fornito una base sempre più affidabile per il processo di rappresentazione degli edifici esistenti [Kim et al. 2022]. È ampiamente riconosciuto dalla letteratura che, dato l'ampliamento della disponibilità di tecnologie abilitanti per la documentazione dello stato degli edifici, la transizione rivolta alla loro implementazione è oggi un requisito fondamentale. La necessità di avanzare nello sviluppo di un unico contesto convergente [Banfi et al. 2022] per la visualizzazione e la rappresentazione digitale di modelli correlati alle caratteristiche geometriche e morfologiche dell'edificio o del tessuto urbano da analizzare [Bianchini et al. 2021], implementando protocolli di interoperabilità dei dati che ci si aspetta siano veloci, affidabili e sicuri [Dimambro], è un ambito di ricerca attuale, avviato da oltre cinque anni presso il centro di ricerca DIAPReM ed il laboratorio TekneHub dell'Università degli Studi di Ferrara, capofila nell'ambito del progetto di ricerca industriale *InSPiRE: Integrated technologies for Smart buildings and PREdictive maintenance*.

## Piattaforma collaborativa a supporto decisionale

Il progetto *InSPiRE* ha sviluppato uno strumento integrato di diagnostica predittiva per il monitoraggio real-time dello stato di conservazione di materiali, componenti e sistemi del patrimonio costruito esistente che, in normali condizioni di esercizio, volge al termine della vita utile. Sviluppata dall'implementazione del background tecnologico della piattaforma Mu.S.a e da partnership pubblico-private consolidate nell'ambito del Clust-ER BUILD e della Strategia di Specializzazione Intelligente della Regione Emilia-Romagna, il sistema messo a punto nell'ambito del progetto di ricerca *InSPiRE*, cofinanziato dal Fondo europeo di sviluppo regionale (POR FESR 2014-2020) e dal Fondo per lo sviluppo e la coesione (FCS) ha avuto l'obiettivo di promuovere l'aggiornamento delle competenze verso la transizione digitale e dell'Industria 4.0.

La diagnostica ed il monitoraggio, integrati attraverso uno strumento digitale, sottendono una transizione finalizzata a promuovere una gestione efficiente delle risorse per favorire l'incremento del ciclo di vita del patrimonio costruito. Attraverso l'implementazione di una piattaforma collaborativa, basata su una rete di sensori remoti e su un'innovativa architettura di sistema, i casi studio di edilizia sociale pubblica del patrimonio edilizio di ACER scelti, sono stati posti sotto monitoraggio continuo, senza interrompere l'uso a carattere residenziale, per lo sviluppo di un algoritmo predittivo [Galdelli et al. 2022] volto all'identificazione preventiva del danno e alla valutazione della sicurezza statica e sismica. È, pertanto, strategico estrarre dai *Big Data* solo quanto di necessario per organizzare le informazioni a supporto dell'analisi che coinvolge i differenti utenti. L'ascesa delle tecnologie abilitanti dell'*Internet of Things* (IoT) hanno consentito la sincronizzazione in tempo reale con i sensori distribuiti nel





Edificio di edilizia popolare  
Via Alberto Mario, Bologna, Italia

Edificio di edilizia popolare  
Villaggio Foscolo, Reggio Emilia, Italy

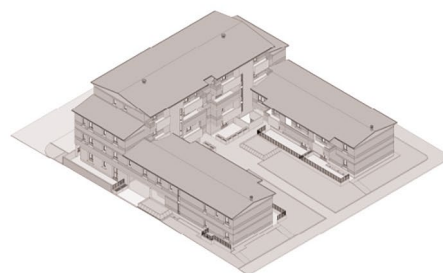


Fig. 1. Alcuni casi studio di edilizia sociale realizzati nell'ambito del progetto *InSPIRE*. Laboratorio DIAPReM/TekneHub, UNIFE.

fabbricato. Implementandoli nel modello tridimensionale dell'edificio si denota la possibilità di interagire direttamente mediante la rappresentazione 3D la quale, integrando aspetti fisici e digitali in un unico ambiente virtuale, migliora le simulazioni e la comunicazione di informazioni e dati durante l'intero ciclo di vita dell'edificio. Identificando tempestivamente la manifestazione del danno, consente quindi di comprendere l'ordine di priorità e l'entità dei problemi, così da agire in modo reattivo e cognitivo nell'imminenza di un'allerta. L'impatto che ha piattaforma *InSPIRE* è di supporto all'utente nel programmare interventi manutentivi mirati, contribuendo alla gestione efficiente delle risorse economiche e all'incremento della vita utile dell'esistente.

Nell'ambito del progetto sono state affrontate tematiche inerenti all'implementazione di protocolli di scambio dati relativi all'integrazione del database di gestione degli interventi impiegato dall'agenzia ACER, correlati ai dati di rilievo laser scanner e fotogrammetrico dello stato di fatto. Un ulteriore sviluppo ha previsto il monitoraggio del contesto alla scala urbana con metodo radar-satellite per la valutazione del fenomeno di subsidenza (fig. 1).

### Rappresentazione digitale e *Big Data*

Spinta dall'innovazione di tecnologie abilitanti come l'IoT, la società odierna produce enormi quantità di dati, che hanno un ruolo sempre più centrale nelle relazioni tra utenti, beni, servizi e investitori, grazie alla loro vocazione di supportare un processo decisionale più efficiente e decentralizzato. La raccolta, la connessione e l'utilizzo dei dati stanno trasformando anche l'ambiente costruito, aprendo la filiera delle costruzioni all'innovazione [Daissaoui et al. 2020]. I database dei *Big Data* sono costituiti da dati provenienti da fonti eterogenee risultando frammentati. Non sono infatti sempre disponibili in un formato 'organizzato',



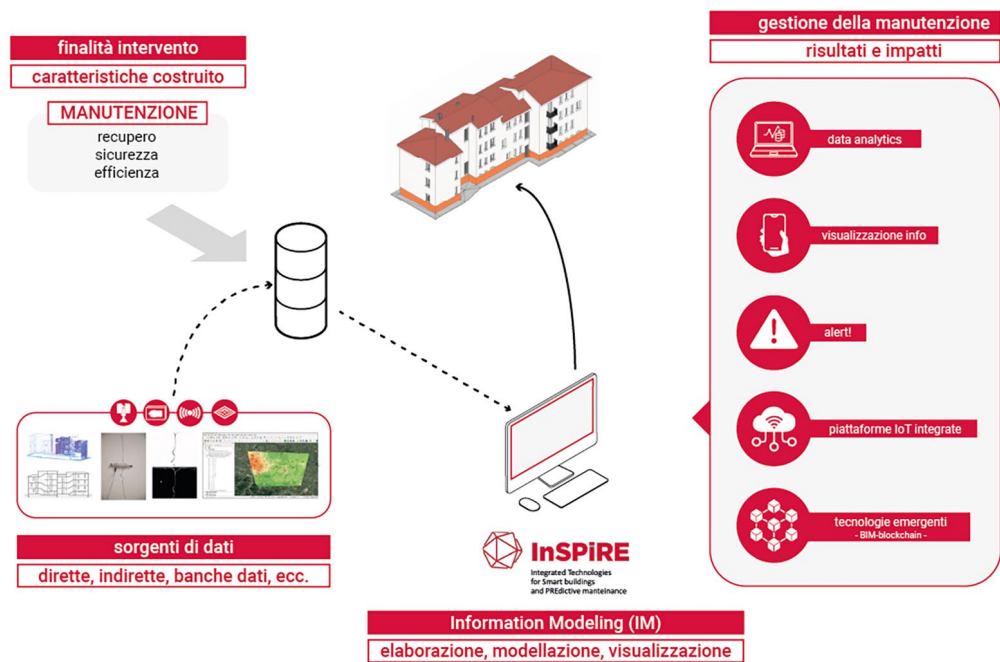


Fig. 2. Integrazione di dati provenienti da diverse fonti per la manutenzione predittiva del patrimonio edilizio. Laboratorio DIAPReM/TekneHub, UNIFE.

ma si presentano anche sotto forma di documenti e meta-dati. Un sistema mirato ad un approccio *data-driven* nell'ambiente costruito, in un processo di transizione come quello attuale, deve poter sviluppare un ecosistema di servizi [Lazarova et al. 2020] rispondendo a interrogazioni relative allo stato di fatto sincronico di scenari diacronici. Le competenze tecniche, teoriche e pratiche per lo sviluppo di applicazioni basate sui *Big Data* richiedono un dominio di competenza specifico nel campo che deve però essere integrato da competenze specifiche del dominio applicativo, in questo caso quello delle costruzioni. Nella piattaforma *InSPiRE* sono state impiegate soluzioni specifiche per l'elaborazione dei *Big Data* e le competenze inerenti al dominio IT hanno riguardato il *data science* e la programmazione per la strutturazione dei dati e l'applicazione degli algoritmi. *InSPiRE* è stata programmata utilizzando l'architettura *Lambda*, che costruisce un sistema per la gestione dei *Big Data* in una serie di livelli, ognuno dei quali soddisfa dei requisiti sfruttando le caratteristiche di quello sottostante. Nella catena di valore del dato del costruito esistente, in cui le informazioni sono rappresentate secondo differenti modalità, tra cui grafici, mappe e diagrammi, in seguito alla definizione degli scenari di intervento, è lo *Speed layer* che consente di aggiornare le informazioni mediante una computazione incrementale *real-time* (fig. 2).

### Frontend, backend e visualizzazione dei dati

Nella piattaforma *InSPiRE* il modulo diagnostico e predittivo consente la gestione del processo in *real-time* per consentire la pianificazione delle azioni necessarie alla raccolta e all'analisi dei dati, ed è in grado di ricevere, archiviare ed analizzare il traffico in ingresso da qualsiasi rete (IoT e non IoT). È quindi suddivisa in aree funzionali a seconda dei requisiti dell'utente. La *Dashboard Home* è il fulcro del portale dove, mappe e *widget* visualizzano i dati registrati dal sistema attraverso indici sintetici dello stato di monitoraggio. Costituita da tre schede tematiche distinte per: 'alert', 'edifici' e 'mappa', quest'ultima, organizzata su più livelli che possono essere attivati a seconda delle esigenze, consente di visualizzare l'edificio monitorato in relazione ai punti radar, alle mappe di subsidenza, alle curve isometriche e al consumo energetico, rappresentando le informazioni sia alla scala dell'edificio che territoriale, così da agevolare l'interpretazione delle informazioni. Predisposta sulla *Dashboard*, la scheda 'alert', segnala tre diversi tipi di anomalie, a seconda di quella che viene riscontrata dalle misurazioni dei sensori. La scheda 'edifici' consente di visualizzare le informazioni ine-

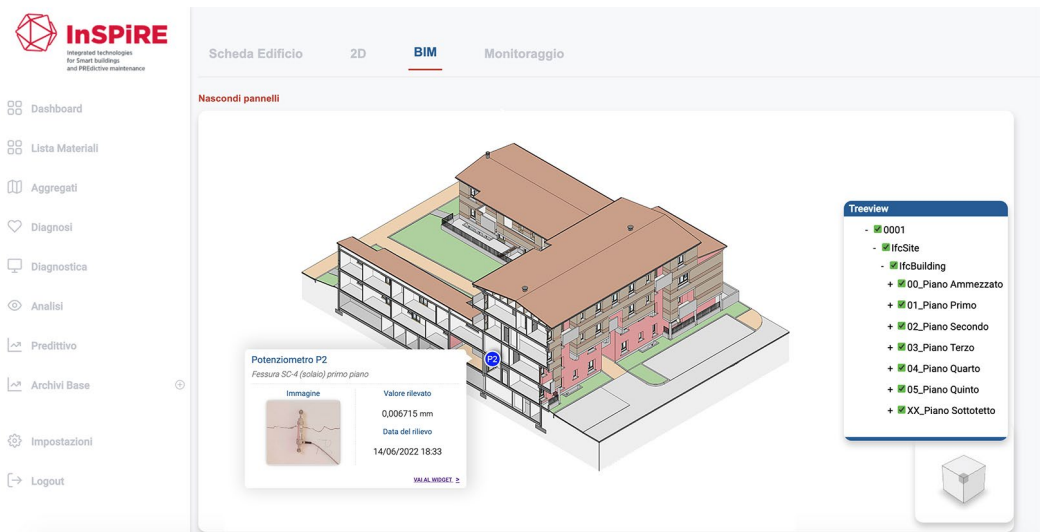


Fig. 3. Visualizzazione dei dati in ambiente BIM. Laboratorio DIAPReM/ TekneHub, UNIFE.

renti lo stato di acquisizione ed il collegamento diretto a rappresentazioni 2D e al modello BIM. Dalla visualizzazione del modello tridimensionale del gemello digitale è consentita la navigazione a tutte le informazioni ad esso collegate, costituendo quindi un processo di transizione finalizzata all'incremento dell'accessibilità alla fonte dei dati registrati [Osello et al. 2015]. Attraverso il modello BIM, arricchito con i sensori del sistema di acquisizione, si consente quindi l'accesso diretto a tutti gli utenti dei risultati prodotti dal sistema di elaborazione dei dati [McArthur et al. 2018] e alle immagini registrate dal sistema di *imaging* diagnostico, incrementando l'interoperabilità delle informazioni.

La 'macrocategoria di classificazione dei materiali e dei componenti', funzione aggiuntiva di *InSPIRE*, include le categorie immobiliari, le tecnologie costruttive e i materiali ricorrenti nell'edilizia sociale pubblica del XX secolo, identificando tali caratteristiche nell'edificio monitorato secondo un'organizzazione gerarchica che, nel progetto pilota di via Alberto Mario, sono implementate sia con dati reali ottenuti dalla campagna diagnostica, sia con dati statistici (figg. 3, 4).

### **Machine learning e visualizzazione dei dati**

Nel periodo preso in esame sono stati monitorati parametri prestazionali con l'obiettivo di valutare le correlazioni con le variazioni stagionali o altri con eventi che hanno evidenziato variazioni in uno scenario diacronico. Parallelamente sono state condotte analisi non lineari per studiare il suo comportamento in caso di cedimenti strutturali. A partire dai dati di subsidenza forniti dalla Regione Emilia-Romagna, è stato sviluppato un modello analitico finalizzato a stimare i danni sul patrimonio edilizio del territorio regionale che, a partire da un numero limitato di parametri e di dati dell'edificio, consente di ottenere una prima stima del danno atteso. Sono quindi state definite le priorità di azioni di intervento e manutenzione sugli edifici che, integrate al monitoraggio continuo e alla condivisione dei dati raccolti, forniranno supporto decisionale nell'individuare le situazioni che necessitano di priorità [Raco et al. 2022]. Inoltre, i dati ottenuti dai sensori ottici posti sotto monitoraggio continuo ed elaborati con algoritmi di *machine learning* e di *imaging*, hanno mostrato che l'approccio utilizzato ha la potenzialità di monitorare le variazioni del quadro fessurativo con precisione sub-millimetrica.

È stato infine sviluppato un algoritmo predittivo con l'obiettivo di prevedere e confrontare differenti scenari di miglioramento dei parametri di prestazione energetica, mettendo in relazione i dati derivanti da analisi analitiche con indicatori parametrici assegnati in base alla geometria, alla tipologia ed all'epoca di costruzione dell'edificio. Definito e standardizzato un insieme di soluzioni ricorrenti per il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici e,

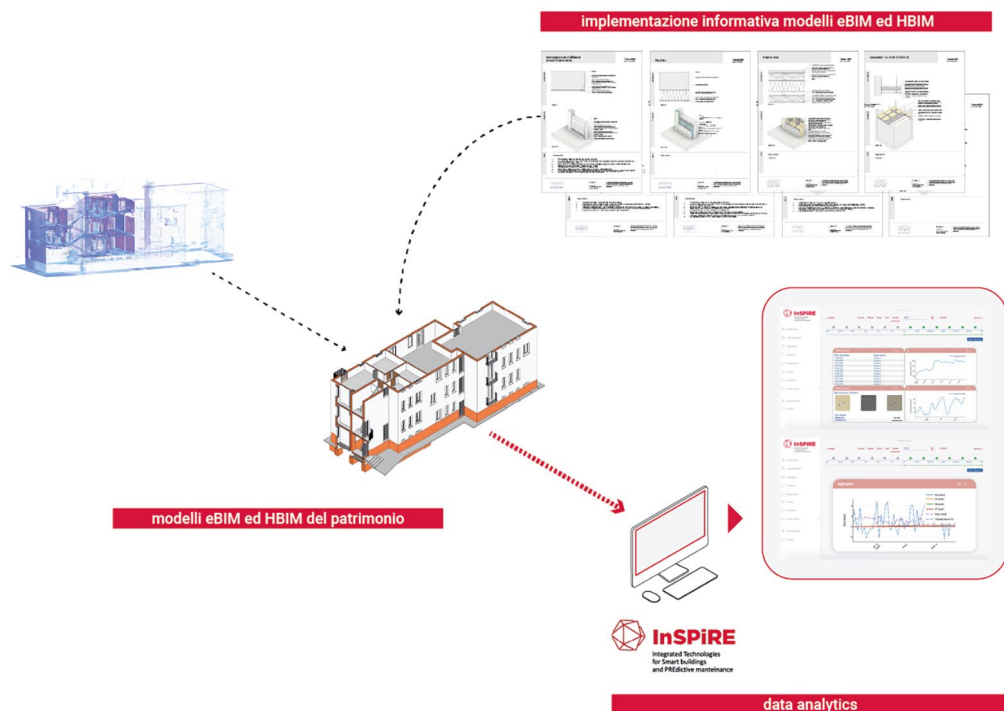


Fig. 4. Dalla modellazione 3D alla visualizzazione dei dati. Laboratorio DIAPReM/TekneHub, UNIFE.

associati indicatori di costo e di miglioramento delle prestazioni ottenibili ai diversi interventi, si può supportare l'individuazione della soluzione più opportuna in relazione al rapporto costi-benefici che si intende raggiungere (fig. 5).

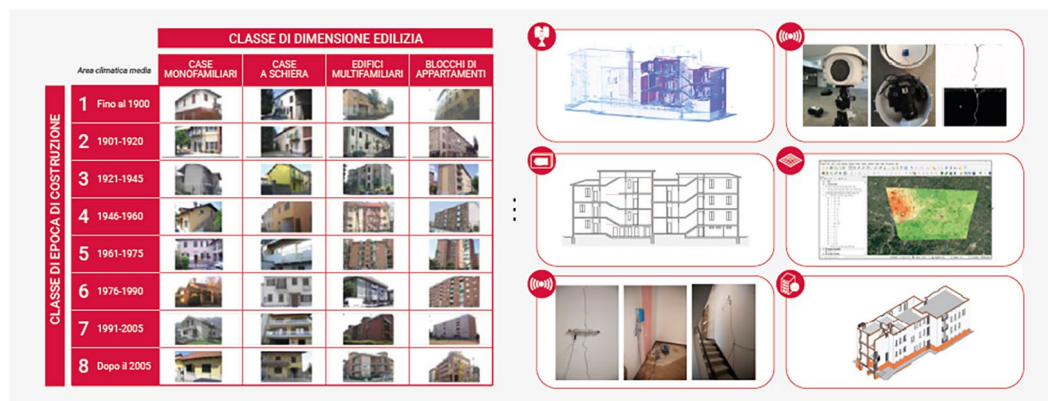
### Impatti nel medio e lungo termine

Nelle successive fasi di sviluppo è prevista l'implementazione di ulteriori algoritmi di *machine learning* e *BIM-blockchain*. La scalabilità degli esiti della ricerca fin qui condotta rende infatti possibile la transizione digitale della diagnostica e del monitoraggio attraverso l'implementazione degli approcci e dei protocolli testati a casi analoghi del patrimonio edilizio. Lo sviluppo della piattaforma attraverso un approccio *Open BIM* basato su standard aperti [Maietti et al. 2019] richiede inoltre la definizione di procedure semantiche, per l'integrazione di sistemi complessi (BIM) e sensori IoT. La rigenerazione urbana e sociale, come espresso dalle politiche europee, sono infatti fenomeni imprescindibili dello sviluppo di strategie di gestione e riqualificazione del patrimonio costruito. L'impatto di questi risultati contribuisce quindi alla riduzione dei costi negli interventi manutentivi ed alla gestione efficiente delle risorse, così da favorire l'incremento del ciclo di vita del patrimonio esistente migliorandone l'accessibilità e, nel lungo termine, promuovendo una migliore qualità di vita.

### Conclusioni

L'integrazione di tecnologie abilitanti per l'implementazione di piattaforme di condivisione e visualizzazione dei dati per la gestione degli interventi e per la manutenzione, anche predittiva, del patrimonio costruito può contribuire alla transizione digitale della filiera. Persistono però delle resistenze da parte degli attori coinvolti all'approccio *Open Data* e alla trasparenza dell'intero ciclo di vita dell'edificio. Se da un lato la modellazione e l'utilizzo dei *Big Data* rendono oggi accessibile l'applicazione di *machine learning* anche al settore delle costruzioni [Giordano et al. 2022], le competenze specialistiche richieste e la storica resistenza della filiera all'introduzione di livelli di industrializzazione più elevati, costituiscono oggi una barriera. Tuttavia, le organizzazioni devono essere incoraggiate ad adottare modelli di gestione e di

Fig. 5. Confronto tra i diversi dati dell'approccio speditivo e non speditivo per la definizione dell'algoritmo di calcolo. Laboratorio DIAPReM/ TekneHub, UNIFE.



intervento orientati alla raccolta dei *Big Data*, divenuti requisiti essenziali per implementare le funzionalità di *analytics* e per le integrazioni IoT previste [Campos et al. 2020]. Si registra infatti un crescente interesse verso la sperimentazione e la condivisione di buone pratiche che possano rendere possibile la transizione dai metodi tradizionali, non più sostenibili in termini di tempo e costi, verso una gestione più oggettiva e tempestiva delle problematiche legate all'intervento sull'esistente.

A tal proposito la scalabilità dell'innovazione, nodo centrale a sostegno dei progetti di transizione digitale pubblico-privata della filiera, è necessaria per affrontare la fragilità tecnologica e sociale che caratterizza i contesti di edilizia popolare diffusi sul territorio nazionale.

#### Riferimenti bibliografici

Balzani M., Raco F. (2020). Integrated Digital Models for the Representation and Diagnosis in Existing Buildings: The Clust-ER BUILD Project for the Value Chain Innovation. In C. Bolognesi, C. Santagati (a cura di). *Impact of Industry 4.0 on Architecture and Cultural Heritage*, pp. 181-201. Hershey: IGI Global.

Banfi F., Brumana R., Salvalai G., Previtali M. (2022). Digital Twin and Cloud Development: From Scan-to- BIM-to-DT Process to a 4D Multi-User Live App to Improve Building Comfort, Efficiency and Costs. In *Energies*, n. 15, 4497, pp. 1-26.

Beavan V. (2021). Data in the natural and built environment. <<https://www.arup.com/expertise/services/digital/data-in-the-built-environment>> (consultato il 2 febbraio 2023).

Bianchini C., Attenti M., Potestà G. (2021). Regenerative Design Tools for the Existing City: HBIM Potentials. In M.B. Andreucci, A. Marvuglia, M. Baltov, P. Hansen (a cura di). *Rethinking Sustainability Towards a Regenerative Economy*, pp. 23-43. Cham: Springer.

Campos Fialho B., Codinhoto R., Márcio Minto F. (2020). BIM and IoT for the AEC Industry: A systematic literature mapping. In *Congresso SIGraDi 2020*. São Paulo: Blucher.

Daissouli A., Boulmakoul A., Karim L., Lbath A. (2020). IoT and Big Data Analytics for Smart Buildings: A Survey. In *Procedia Computer Science*, vol. 170, pp. 161-168.

Digital twin towards a meaningful framework (novembre 2019). <<https://www.arup.com/-/media/arup/files/publications/d/digital-twin-report.pdf>> (consultato il 2 febbraio 2023).

Dimambro J. Data centres and technology. <<https://www.arup.com/markets/science-industry-and-technology/data-centres>> (consultato il 2 febbraio 2023).

Galdelli A., D'Imperio M., Marchello G., Mancini A., Scaccia M., Sasso M., Frontoni E., Cannella F. (2022). A Novel Remote Visual Inspection System for Bridge Predictive Maintenance. In *Remote Sens*, n. 14, 2248.

Giordano A., Huffman K. L., Bernardello R.A., Perticarini M., Basso A. (2022). Machine Learning and Artificial Intelligence for Smart Visualization, Presentation, and Study of Architecture and Engineering in the Urban Environment: Visualizing City Progress. In F.M. Ugliotti, A. Osello (a cura di). *Handbook of Research on Implementing Digital Reality and Interactive Technologies to Achieve Society 5.0*, pp. 184-200. Hershey: IGI Global.

Key enabling technologies for Europe's technological sovereignty (16 dicembre 2021). <[https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS\\_STU\(2021\)697184](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_STU(2021)697184)> (consultato il 3 febbraio 2023).

Kim I., Kim J.I. (2022). Special Issue on BIM and Its Integration with Emerging Technologies. In *Appl. Sci.*, n. 12, 5368.

Lazarova-Molnar S., Mohamed N. (2020). Collaborative data analytics for smart buildings: opportunities and models. In *Cluster Comput*, n. 22, pp. 1065-1077.

Maietti F., Di Giulio R., Piaia E., Medici M., Ferrari F. (2018). Enhancing Heritage fruition through 3D semantic modelling and digital tool: the INCEPTION project. In *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, n. 364, 012089.

Malinverni E.S., Mariano F., Di Stefano F., Petetta L., Onori F. (2019). Modelling in HBIM to document materials decay by a thematic mapping to manage the cultural heritage: the case of "Chiesa della Pietà" in Fermo. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XLII-2/W11, GEORES 2019 - 2nd International Conference of Geomatics and Restoration, Milano 8-10 maggio 2019, pp. 777-784.

McArthur J.J., Shahbazi N., Fok R., Raghobar C., Bortoluzzi B., An B. (2018). Machine learning and BIM visualization for maintenance issue classification and enhanced data collection. In *Advanced Engineering Informatics*, n. 38, pp. 101-112.

Osello A., Acquaviva A., Dalmasso D., Erba D., Del Giudice M., Macii E., Patti E. (2015). BIM and Interoperability for Cultural Heritage through ICT. In S. Brusaporci (a cura di). *Handbook of Research on Emerging Digital Tools for Architectural Surveying, Modeling, and Representation*, pp. 274-291. Hershey: IGI Global.

Raco F., Balzani M., Planu F., Cittadino A. (2022). InSPiRE Project: Integrated Technologies for Smart Buildings and Predictive Maintenance. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLVIII-4/W3-2022, pp. 127-133.

Vernizzi C., Mazzi R. (2022). From the Digitization of Building Materials to Their Use in BIM Models on an Open Standard Platform: The eBIM Project and Its Applications. In F.M. Ugliotti, A. Osello (a cura di). *Handbook of Research on Implementing Digital Reality and Interactive Technologies to Achieve Society 5.0*, pp. 222-250. Hershey: IGI Global.

#### **Autori**

Fabio Planu, Università degli Studi di Ferrara, fabio.planu@unife.it

Dario Rizzi, Università degli Studi di Ferrara, dario.rizzi@unife.it

Gabriele Fredduzzi, Università degli Studi di Ferrara, gabriele.fredduzzi@unife.it

*Per citare questo articolo:* Planu Fabio, Rizzi Dario, Fredduzzi Gabriele (2023). Piattaforme digitali integrate per la gestione del patrimonio costruito esistente: il progetto InSPiRE/Integrated Digital Platforms for the Management of the Existing Built Heritage: the InSPiRE Project. In Cannella M., Garozzo A., Morena S. (a cura di). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 3007-3022.



# Integrated Digital Platforms for the Management of the Existing Built Heritage: the *InSPiRE* Project

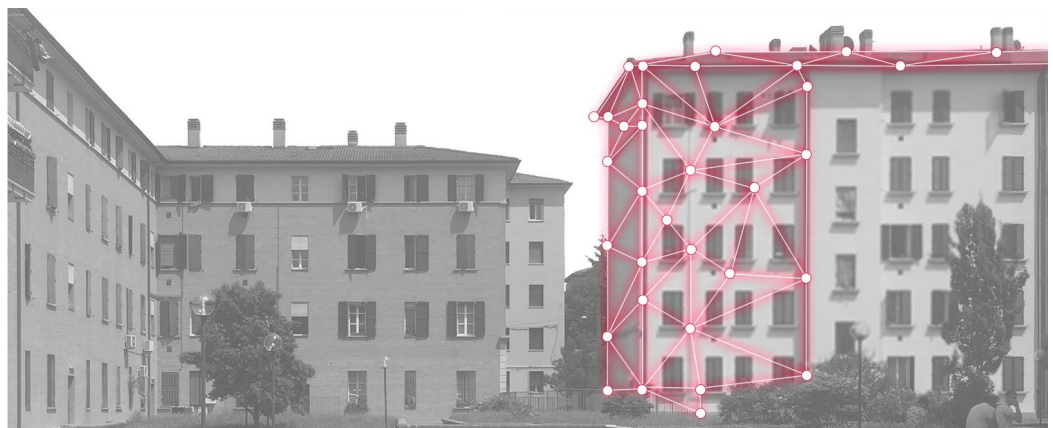
Fabio Planu  
Dario Rizzi  
Gabriele Fredduzzi

## Abstract

The management and maintenance of the existing built heritage through the application of cutting-edge enabling technologies, such as sensor networks, integrated with collaborative digital platforms for Big Data management in a BIM environment, is one of the current challenges in the transition and application of protocols aimed at the digitization of the construction supply chain. The resulting possibilities of accessibility, usability and modeling of information processed from different data sources, three-dimensional terrestrial survey, existing databases, images and data from sensors, and satellite data, allow for the definition and implementation, together with the development and application of analysis algorithms also with a view to predictive purposes, of different ways of viewing and querying information by different categories of users. The results of the *InSPiRE* industrial research project, funded by European structural funds and carried out in a public-private partnership, is part of a strand of research whose results are provided here, investigating the relationship between the management of interventions on the existing built environment and the transition to the application of key enabling technologies and integrated BIM.

## Keywords

Digital Representation, BIM, Big Data, Integrated Digital Platforms, Key Enabling Technologies



Concept of the *InSPiRE* project: Integrated technologies for Smart buildings and PREdictive maintenance. DIAPReM/ TekneHub Laboratory, UNIFE.



## Introduction

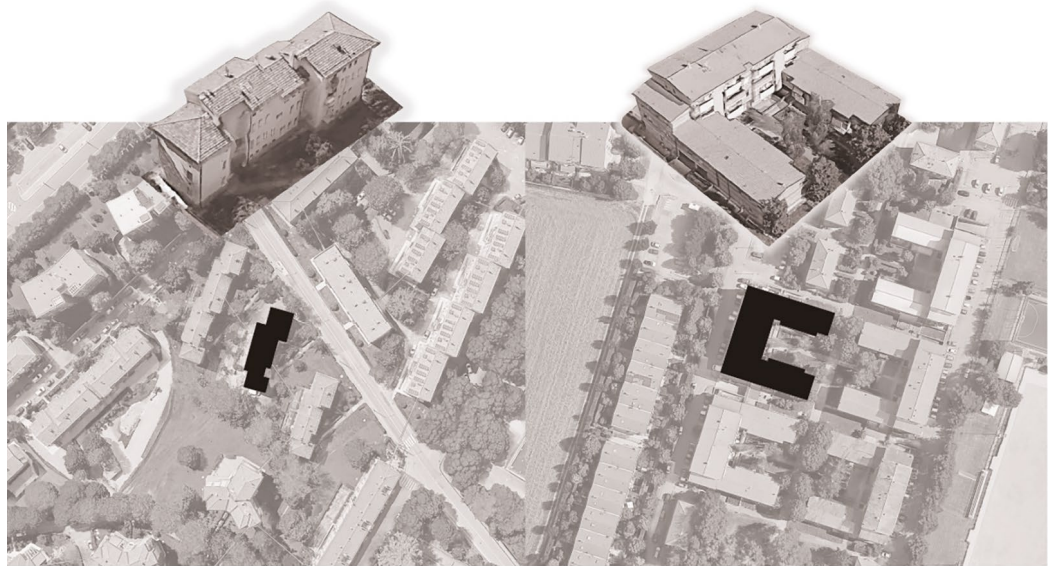
Data, an integral part of everyday life nowadays, with the use of key enabling technologies-sensors, Big Data and cloud computing [Beavan 2021] are gaining an increasingly strategic role in the construction supply chain. The literature reveals that the digital revolution in the industry is experiencing an increasing acceleration in data interoperability aimed at integrated collaborative projects. Starting with the implementation of BIM tools and methods, there is the growing interest aimed at the transformation of the supply chain. The increase in their use has led to the creation and sharing of operational standards, such as IFC [Vernizzi et al. 2022], an effective basis for the development of integrated digital environments. The existing built environment is the research field that needs to transition to the application of new approaches where, as expressed by Malinverni, “a structured 3D digital model as part of the built environment improvement process is now an urgent need today” [Malinverni et al. 2019, p. 778]. However, with the main emphasis on 3D geometry, the value chain of intervention on the existing continues to be characterized by fragmented information and heterogeneous sources of data [Balzani et al. 2020] that need to be related and made available as organized know-how. 3D surveys and developments in the field of scan-to-BIM, beginning with the established methodology in the creation of 3D point cloud models, have provided an increasingly reliable basis for the process of representing existing buildings [Kim et al. 2022]. It is widely recognized in the literature that as the availability of enabling technologies for documenting the state of buildings expands, the transition directed toward their implementation is now a key requirement. The need to progress in the development of a single convergent framework [Banfi et al. 2022] for the visualization and digital representation of models related to the geometric and morphological characteristics of the building or urban fabric to be analyzed [Bianchini et al. 2021], implementing data interoperability protocols that are expected to be fast, reliable and secure [Dimambro], is a current area of research that has been underway for more than five years at the DIAPReM research center and the TekneHub laboratory of the University of Ferrara, lead partner in the industrial research project *InSPiRE: Integrated technologies for Smart buildings and PREdictive maintenance*.

## Collaborative decision-support platform

The *InSPiRE* project, developed an integrated predictive diagnostics tool for real-time monitoring of the state of preservation of materials, components and systems of the existing built heritage that, under normal use conditions, is approaching the end of its useful life. Developed from the implementation of the technological background of the Mu.S.a platform and from public-private partnerships set up within the Clust-ER BUILD and the Emilia-Romagna Region's Intelligent Specialization Strategy, the system developed as part of the *InSPiRE* research project, co-funded by the European Regional Development Fund (ROP ERDF 2014-2020) and the Fund for Development and Cohesion (FCS), aimed to promote expertise upgrading towards the digital and Industry 4.0 transition.

Diagnostics and monitoring, integrated through a digital tool, underlie a transition aimed at promoting efficient resource management to foster an increase in the life cycle of the built heritage. Through the implementation of a collaborative platform, based on a network of remote sensors and an innovative system architecture, selected ACER public social housing case studies were placed under continuous monitoring, without residential use suspension, for the development of a predictive algorithm [Galdelli et al. 2022] aimed at preventive damage identification and static and seismic safety assessment. It is therefore strategic to extract from Big Data only what is necessary to organize information to support analysis involving different users. The rise of Internet of Things (IoT) enabling technologies allowed real-time synchronization with sensors placed in the building. Implementing them into the three-dimensional model of the building indicates the ability to interact directly through the 3D representation which, by integrating physical and digital aspects into a single virtual environment, enhances simulations and communication of information and data throughout





Edificio di edilizia popolare  
Via Alberto Mario, Bologna, Italia

Edificio di edilizia popolare  
Villaggio Foscatò, Reggio Emilia, Italy

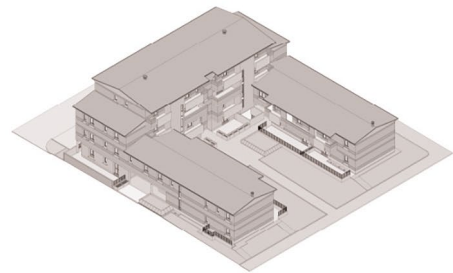


Fig. 1. Some case studies of social housing carried out as part of the *InSPIRE* project. DIAPReM/TekneHub Laboratory, UNIFE.

the building's life cycle. By identifying the damage in a timely manner, it then allows for an understanding of the priority order and scale of problems, so as to act reactively and cognitively in the imminence of an alert. The impact that *InSPIRE* platform has, it supports the user in scheduling targeted maintenance interventions, contributing to the efficient management of economic resources and increasing the useful life of the existing building.

The project addressed issues related to the implementation of data exchange protocols related to the integration of the intervention management database employed by the ACER agency, related to laser scanner and photogrammetric survey data of the actual state. Further development included monitoring of the context at the urban scale by radar-satellite method for the assessment of the subsidence phenomenon (fig. 1).

### Digital documentation and Big Data

Driven by the innovation of enabling technologies such as IoT, today's society produces huge amounts of data, which play an increasingly central role in the relationships between users, assets, services, and investors due to their vocation to support more efficient and decentralized decision-making processes. The collection, connection and use of data are also changing the built environment, opening up the construction supply chain to innovation [Daissaoui et al. 2020]. Big Data databases consist of data from heterogeneous sources resulting in fragmented information. Indeed, they are not always available in an 'organized' format, but also come in the form of documents and meta-data.

A system aimed at a data-driven approach in the built environment, in a transition process such as the current one, must be able to develop an ecosystem of services [Lazarova et al. 2020] by responding to queries related to the synchronic state of affairs of diachronic sce-

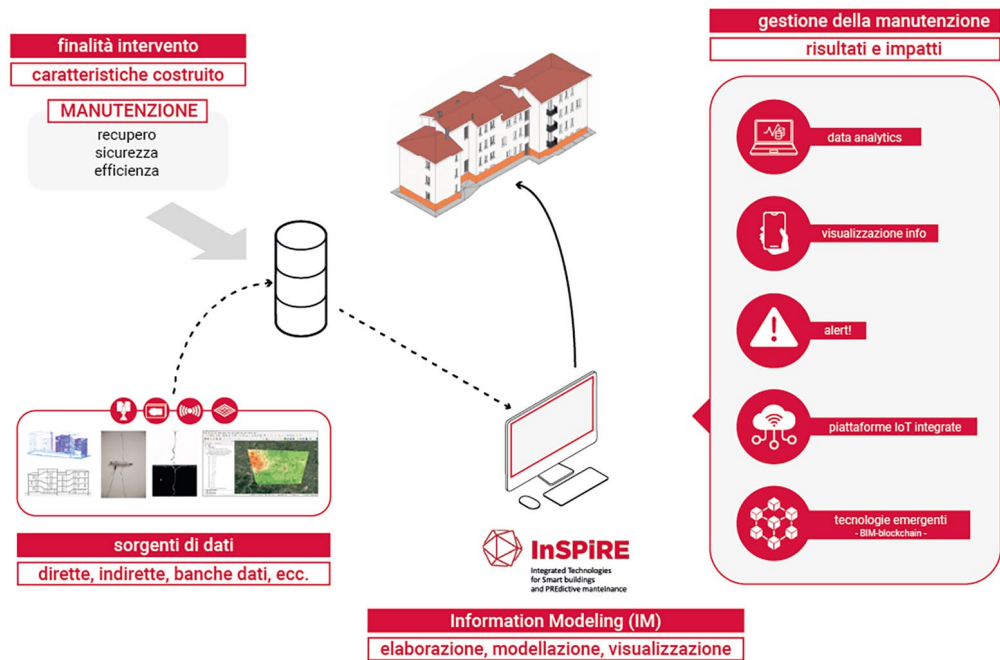


Fig. 2. Integration of data from different sources for predictive maintenance of the existing buildings. DIAPReM/TekneHub Laboratory, UNIFE.

narios. The technical and practical skills for the development of Big Data-based applications, require a specific domain of expertise in the field that must, however, be integrated with specific skills in the application domain, in this case the construction domain. Specific solutions for Big Data processing were used in the *InSPiRE* platform, and the skills inherent in the IT domain involved data science and programming for structuring data and applying algorithms. *InSPiRE* was set up using the *Lambda* architecture, which builds a system for managing Big Data in a series of layers, each fulfilling requirements by using the characteristics of the one below it. In the value chain of the existing built environment's data, where information is represented in different ways including graphs, maps, and diagrams, following the definition of intervention scenarios, it is the Speed layer that allows the information to be updated through real-time incremental computation (fig. 2).

### Frontend, backend and data visualization

In the *InSPiRE* platform, the diagnostic and predictive module, enables real-time process management to allow the planning of actions needed for data collection and analysis, and is capable of receiving, storing and analyzing incoming traffic from any network (IoT and not IoT). It is then divided into functional areas according to user requirements. The Dashboard Home is the core of the portal where, maps and widgets display the data recorded by the system through summary indexes of the monitoring status. It consists of three separate thematic tabs for: 'alert', 'buildings' and 'map', this last one, organized on multiple levels that can be activated as needed, allows the monitored building to be visualized in relation to radar points, subsidence maps, isometric curves, and energy consumption, representing information at both the building and spatial scales, so as to facilitate the interpretation of the informations. Set up on the Dashboard, the 'alerts' tab, reports three different types of anomalies, depending on the one that is detected by sensor measurements. The 'buildings' tab allows viewing the information related to the acquisition status and the direct link to 2D representations and the BIM model. From the visualization of the three-dimensional model of the digital twin, navigation to all information linked to it is allowed, thus constituting a transition process aimed at increasing accessibility to the source of recorded data [Osello et al. 2015]. Through the BIM model, enriched with the sensors of the acquisition system, direct access is thus allowed to all users of the results produced by the data processing system [McArthur et al. 2018] and the images

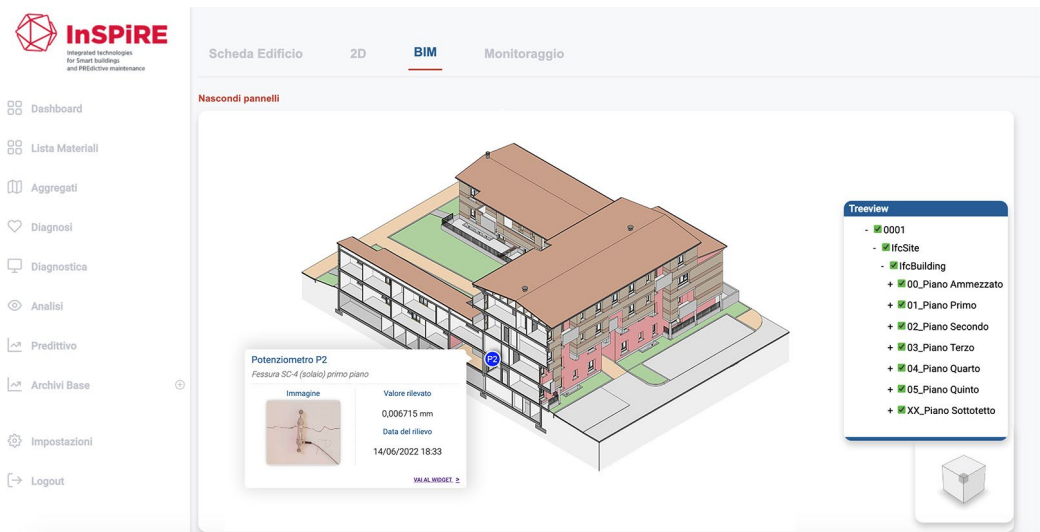


Fig. 3. Data visualization in the BIM environment. DIAPReM/TekneHub Laboratory, UNIFE.

recorded by the diagnostic imaging system, increasing the interoperability of information. The 'materials and components classification macro category', an additional function of *InSPIRE*, includes the building categories, construction technologies, and materials that were recurrent in 20th-century public social housing, identifying these characteristics in the monitored building according to a hierarchical organization, which, in the Alberto Mario Street pilot project, are implemented both with actual data obtained from the diagnostic campaign together with statistical data (figs. 3, 4).

### Machine learning and data visualization

Performance parameters were monitored during the period under review with the aim of assessing correlations with seasonal variations or others with events that showed changes in a diachronic scenario. In parallel, nonlinear analyses were conducted to study its behaviour in case of structural failure. Starting with subsidence data provided by the Emilia-Romagna Region, an analytical model was developed aimed at evaluating the damage on the building stock of the regional territory, which, starting from a limited number of parameters and building data, allows obtaining a first estimate of the expected damage. Priorities for intervention and maintenance actions on buildings have then been defined, which, integrated with continuous monitoring and sharing of collected data, will provide decision support in identifying situations that need priority [Raco et al. 2022]. In addition, data obtained from optical sensors placed under continuous monitoring and processed with machine learning and imaging algorithms showed that the approach used has the potential to monitor changes in the crack pattern with sub-millimetres accuracy.

Finally, a predictive algorithm was developed with the aim of predicting and comparing different scenarios of improvement in energy performance parameters by relating data from analytical analysis with parametric indicators assigned according to the geometry, type, and era of construction of the building. Having defined and standardized a set of recurring solutions for improving the energy efficiency of buildings and, associated with cost and performance improvement indicators achievable to the different interventions, the identification of the most appropriate solution in relation to the cost-benefit ratio to be achieved can be supported (fig. 5).

### Medium and long-term fallout

The implementation of additional machine learning and BIM-blockchain algorithms is planned in the next stages of development. In fact, the scalability of the outcomes of the

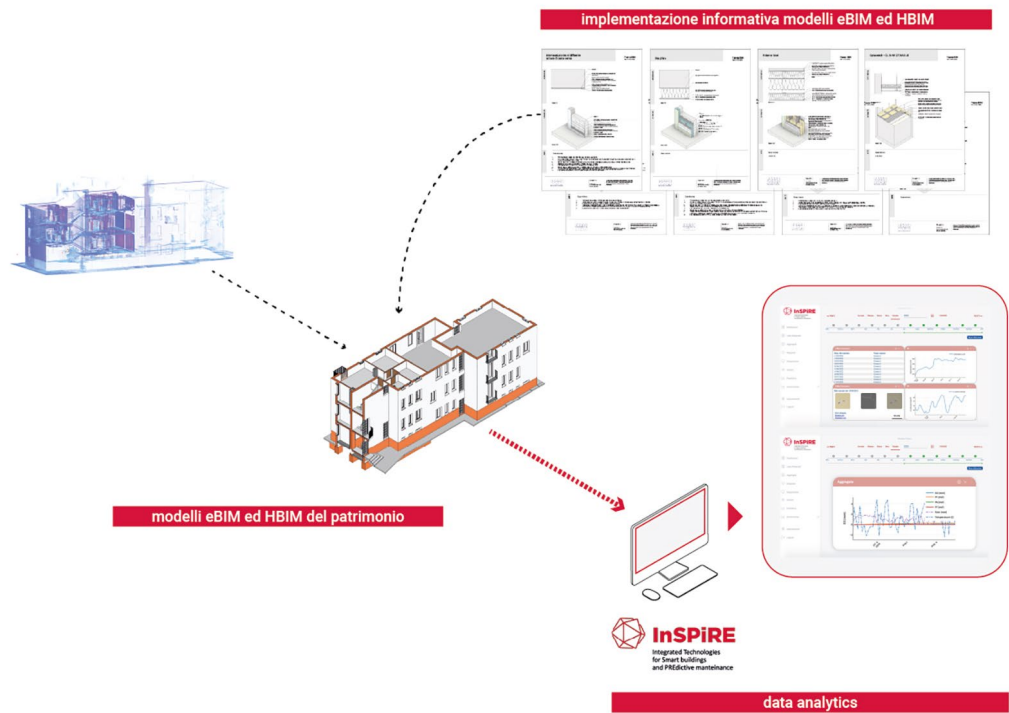


Fig. 4. From 3D modeling to data visualization. DIAPReM/TekneHub Laboratory, UNIFE.

research conducted so far makes the digital transition of diagnostics and monitoring possible through the implementation of the tested approaches and protocols to similar cases of the built heritage. Platform development through an 'Open BIM' approach based on open standards [Maietti et al. 2019] also requires the definition of semantic procedures, for the integration of complex systems (BIM) and IoT sensors. Urban and social regeneration, as expressed by European policies, are indeed inescapable phenomena of the development of strategies for the management and redevelopment of the built heritage. The impact of these results therefore contributes to cost reduction in maintenance interventions and efficient management of resources, so as to encourage the increase of the life cycle of the existing heritage by improving its accessibility and, in the long term, promoting a better quality of life.

## Conclusions

The integration of enabling technologies to implement data sharing and visualization platforms for intervention management and maintenance, including predictive maintenance, of the built heritage can contribute to the digital transition of the supply chain. However, resistance persists from stakeholders to the 'Open Data' approach and transparency of the

		CLASSE DI DIMENSIONE EDILIZIA			
		CASE MONOFAMILIARI	CASE A SCHIERA	EDIFICI MULTIFAMILIARI	BLOCCHI DI APPARTAMENTI
CLASSE DI EPOCA DI COSTRUZIONE	1 Fino al 1900				
	2 1901-1920				
	3 1921-1945				
	4 1946-1960				
	5 1961-1975				
	6 1976-1990				
	7 1991-2005				
	8 Dopo il 2005				

Fig. 5. Comparison of different data from different surveys methodologies approach to define the calculation algorithm. DIAPReM/TekneHub Laboratory, UNIFE.

entire building lifecycle. While modeling and the use of Big Data now make the application of machine learning accessible to the construction sector as well [Giordano et al. 2022], the specialized skills required and the supply chain's historical resistance to the introduction of higher levels of industrialization are barriers today. However, organizations must be encouraged to adopt management and intervention models geared toward Big Data collection, which have become essential requirements for implementing analytics capabilities and planned IoT integrations [Campos et al. 2020]. Indeed, there is a growing interest in the experimentation and sharing of best practices that can enable the transition from traditional methods, which are no longer sustainable in terms of time and cost, to a more objective and timely management of issues related to intervention on the existing.

In this context, the scalability of innovation, a central node supporting public-private digital transition projects in the supply chain, is necessary to address the technological and social fragility that characterizes the social housing contexts spread throughout the national territory.

## References

- Balzani M., Raco F. (2020). Integrated Digital Models for the Representation and Diagnosis in Existing Buildings: The Clust-ER BUILD Project for the Value Chain Innovation. In C. Bolognesi, C. Santagati (Eds.). *Impact of Industry 4.0 on Architecture and Cultural Heritage*, pp. 181-201. Hershey: IGI Global.
- Banfi F., Brumana R., Salvalai G., Previtali M. (2022). Digital Twin and Cloud Development: From Scan-to-BIM-to-DT Process to a 4D Multi-User Live App to Improve Building Comfort, Efficiency and Costs. In *Energies*, No. 15, 4497, pp. 1-26.
- Beavan V. (2021). Data in the natural and built environment. <<https://www.arup.com/expertise/services/digital/data-in-the-built-environment>> (accessed 2 February 2023).
- Bianchini C., Attenni M., Potestà G. (2021). Regenerative Design Tools for the Existing City: HBIM Potentials. In M.B. Andreucci, A. Marvuglia, M. Baltov, P. Hansen (Eds.). *Rethinking Sustainability Towards a Regenerative Economy*, pp. 23-43. Cham: Springer.
- Campos Fialho B., Codinhoto R., Márcio Minto F. (2020). BIM and IoT for the AEC Industry: A systematic literature mapping. In *Congresso SIGraDi 2020*. São Paulo: Blucher.
- Daissouli A., Boulmakoul A., Karim L., Lbath A. (2020). IoT and Big Data Analytics for Smart Buildings: A Survey. In *Procedia Computer Science*, Vol. 170, pp. 161-168.
- Digital twin towards a meaningful framework (November 2019). <<https://www.arup.com/-/media/arup/files/publications/d/digital-twin-report.pdf>> (accessed 2 February 2023).
- Dimambro J. Data centres and technology. <<https://www.arup.com/markets/science-industry-and-technology/data-centres>> (accessed 2 February 2023).
- Galdelli A., D'Imperio M., Marchello G., Mancini A., Scaccia M., Sasso M., Frontoni E., Cannella F. (2022). A Novel Remote Visual Inspection System for Bridge Predictive Maintenance. In *Remote Sens*, No. 14, 2248.
- Giordano A., Huffman K. L., Bernardello R.A., Perticari M., Basso A. (2022). Machine Learning and Artificial Intelligence for Smart Visualization, Presentation, and Study of Architecture and Engineering in the Urban Environment: Visualizing City Progress. In F.M. Ugliotti, A. Osello (Eds.). *Handbook of Research on Implementing Digital Reality and Interactive Technologies to Achieve Society 5.0*, pp. 184-200. Hershey: IGI Global.
- Key enabling technologies for Europe's technological sovereignty (16 December 2021). <[https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS\\_STU\(2021\)697184](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_STU(2021)697184)> (accessed 3 February 2023).
- Kim I., Kim J.I. (2022). Special Issue on BIM and Its Integration with Emerging Technologies. In *Appl. Sci.*, No. 12, 5368.
- Lazarova-Molnar S., Mohamed N. (2020). Collaborative data analytics for smart buildings: opportunities and models. In *Cluster Comput*, No. 22, pp. 1065-1077.
- Maietti F., Di Giulio R., Piaia E., Medici M., Ferrari F. (2018). Enhancing Heritage fruition through 3D semantic modelling and digital tool: the INCEPTION project. In *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, No. 364, 012089.
- Malinverni E.S., Mariano F., Di Stefano F., Petetta L., Onori F. (2019). Modelling in HBIM to document materials decay by a thematic mapping to manage the cultural heritage: the case of "Chiesa della Pietà" in Fermo. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XLII-2/W11, GEORES 2019 - 2nd International Conference of Geomatics and Restoration, Milan 8-10 May 2019, pp. 777-784.
- McArthur J.J., Shahbazi N., Fok R., Raghobar C., Bortoluzzi B., An B. (2018). Machine learning and BIM visualization for maintenance issue classification and enhanced data collection. In *Advanced Engineering Informatics*, No. 38, pp. 101-112.



Osello A., Acquaviva A., Dalmaso D., Erba D., Del Giudice M., Macii E., Patti E. (2015). BIM and Interoperability for Cultural Heritage through ICT. In S. Brusaporci (Ed.). *Handbook of Research on Emerging Digital Tools for Architectural Surveying, Modeling, and Representation*, pp. 274-291. Hershey: IGI Global.

Raco F., Balzani M., Planu F., Cittadino A. (2022). InSPiRE Project: Integrated Technologies for Smart Buildings and Predictive Maintenance. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLVIII-4/W3-2022, pp. 127-133.

Vernizzi C., Mazzi R. (2022). From the Digitization of Building Materials to Their Use in BIM Models on an Open Standard Platform: The eBIM Project and Its Applications. In F.M. Ugliotti, A. Osello (Eds.). *Handbook of Research on Implementing Digital Reality and Interactive Technologies to Achieve Society 5.0*, pp. 222-250. Hershey: IGI Global.

#### **Authors**

Fabio Planu, Università degli Studi di Ferrara, [fabio.planu@unife.it](mailto:fabio.planu@unife.it)

Dario Rizzi, Università degli Studi di Ferrara, [dario.rizzi@unife.it](mailto:dario.rizzi@unife.it)

Gabriele Fredduzzi, Università degli Studi di Ferrara, [gabriele.fredduzzi@unife.it](mailto:gabriele.fredduzzi@unife.it)

*To cite this chapter:* Planu Fabio, Rizzi Dario, Fredduzzi Gabriele (2023). Piattaforme digitali integrate per la gestione del patrimonio costruito esistente: il progetto InSPiRE/Integrated Digital Platforms for the Management of the Existing Built Heritage: the InSPiRE Project. In Cannella M., Garozzo A., Morena S. (Eds.), *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 3007-3022.