



GOOD PRACTICES FOR THE RECOVERY PROJECT BEYOND THE PANDEMIC

BUONE PRATICHE PER IL PROGETTO DI RECUPERO OLTRE LA PANDEMIA

Edited by | a cura di Martina Bosone

La scuola di Pitagora

8 | **Rehabilitation, Maintenance and Innovation of the Built Environment**
Recupero, Manutenzione e Innovazione dell'Ambiente Costruito

The series addresses the issue of rehabilitation and management of the built environment, in relation to the ongoing evolution of the needs of life. The need to develop methodologies and tools for the protection of identity and the control of the quality of use requires the coordination of multiple disciplinary contributions, engaged in the search for a dialectical relationship between conservation and transformation. In the design process, the identification of constraints that the built environment resists to changes provides protection of cultural identity, safeguarding the meaning and the role of evidence of the evolution of society and its tangible culture. The project is conceived as a means of governance of the processes of adaptation of the existing heritage to new needs arising from the evolution of the urban settlements, through strategies of protection, organisation, and management of resources. It is an iterative path, in which the decision-making phases are constantly guided by information, aimed at identifying intervention solutions whose outcome can be verified in the subsequent decision-making phases. The books published present the results of research, surveys, and projects, with the aim of promoting the scientific dissemination at national and international level.

The volumes published in the series are subject to double-blind peer review.

SCIENTIFIC COMMITTEE

Stefania De Medici – Struttura Didattica Speciale di Architettura, Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Università degli Studi di Catania, Siracusa, Italy (Scientific Committee Chair)

Rogério Amoêda – School of Architecture and Arts, Lusíada University, Porto, Portugal

Roberto Bobbio – Dipartimento di Scienze per l'Architettura, Università degli Studi di Genova, Genova, Italy

Daniela Bosia – Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino, Torino, Italy

María Lourdes Gutiérrez Carrillo – Departamento Construcciones Arquitectónicas Universidad de Granada, Granada, Spain

Gabriella Caterina – Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Napoli "Federico II", Napoli, Italy

Donatella Diano – Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Napoli "Federico II", Napoli, Italy

Pasquale De Toro – Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Napoli "Federico II", Napoli, Italy

Katia Fabbricatti – Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Napoli "Federico II", Napoli, Italy

Vittorio Fiore – Dipartimento di Scienze Umanistiche, Università degli Studi di Catania, Catania, Italy

Maria Cristina Forlani – Dipartimento di Architettura, Università degli Studi "G. d'Annunzio", Chieti-Pescara, Italy

Giovanna Franco – Dipartimento di Scienze per l'Architettura, Università degli Studi di Genova, Genova, Italy

Antonella Mami – Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Palermo, Palermo, Italy

Elvira Nicolini – Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Palermo, Palermo, Italy

Stefania Oppido – CNR, Istituto di Ricerca su Innovazione e Servizi per lo Sviluppo, Napoli, Italy

Maria Rita Pinto – Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Napoli "Federico II", Napoli, Italy

Donatella Radogna – Dipartimento di Architettura, Università degli Studi "G. d'Annunzio", Chieti-Pescara, Italy

Zain ul Abedin – COMSAT Institute of Information Technology, Islamabad, Pakistan

† **Serena Viola** – Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Napoli "Federico II", Napoli, Italy

Maria Rosaria Vitale – Struttura Didattica Speciale di Architettura di Siracusa, Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Università degli Studi di Catania, Siracusa, Italy

**GOOD PRACTICES FOR THE RECOVERY
PROJECT BEYOND THE PANDEMIC
BUONE PRATICHE PER IL PROGETTO DI
RECUPERO OLTRE LA PANDEMIA**

Edited by Martina Bosone
A cura di Martina Bosone

SIT_dA

Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura

Cluster **Riuso Riqualificazione Manutenzione**

La scuola di Pitagora editrice

© Copyright 2024 La scuola di Pitagora editrice

Via Monte di Dio, 14

80132 Napoli

Tel.-Fax +39 081 7646814

www.scuoladipitagora.it

info@scuoladipitagora.it

Cover: Toshiko Horiuchi MacAdam, "Rainbow Net – Hakone open air museum playground",
Hakone – Japan, 2012 (Credits: © Marceline Pirkle)

Reproduction, copy or photocopies, transmission or translation of this publication, in any
form and by any means, is prohibited without written permission of the publisher.

ISBN 978-88-6542-953-2

ISSN 2974-8089

This book, available as PDF on website www.scuoladipitagora.it, has been printed on de-
mand.

A Serena Viola

*Coloro che hanno presunto
di saperne non erano essi stessi esistenti,
né noi per loro. E allora? Eppure resta
che qualcosa è accaduto, forse un niente
che è tutto.*

*Those who presumed to know it
were themselves non-existent,
as we were for them. And so what? Yet the fact remains
that something happened, perhaps a trifle
which is everything.*

(Eugenio Montale, *Satura, Xenia II*, 13)

Table of contents

Sommario

13	Preface
17	Prefazione Antonella Mamì and Maria Rita Pinto
21	Introduction
27	Introduzione Martina Bosone
31	THEME 1. PROCESS INNOVATION IN THE POST-COVID ERA: REGENERATION OF COLLECTIVE USE SPACE
31	TEMA 1. INNOVAZIONE DI PROCESSO NELL'ERA POST-COVID: RIGENERAZIONE DELLO SPAZIO DI FRUIZIONE COLLETTIVA
	Sub-theme 1.1. Regeneration and maintenance of public space, between culture, creativity and social inclusion
	Sottotema 1.1. Recupero e manutenzione dello spazio pubblico, tra cultura, creatività e inclusione sociale
33	1.1.1 Recoding public spaces for a new urban imaginary through the use of textile architecture
47	Ri-codificare lo spazio pubblico per un nuovo immaginario urbano tramite l'architettura tessile Giulia Procaccini, Carol Monticelli, Alessandra Zanelli
53	1.1.2 Inclusive green areas: the Parkout project
61	Spazi verdi inclusivi: il progetto Parkout Daniela Bosia, Tanja Marzi, Lorenzo Savio
67	1.1.3 Smart working, an opportunity for triggering building recovery processes and reducing territorial inequalities?
75	Smart working, un'opportunità per attivare processi di recupero dell'ambiente costruito e ridurre le disuguaglianze territoriali? Martina Bosone, Katia Fabbri, Stefania Oppido
79	1.1.4 Ceci N'est Pas Un Projet. Prossima apertura: an open construction site for the collective production of space and sociality
87	Ceci N'est Pas Un Projet. Prossima Apertura: un cantiere aperto per la produzione collettiva di spazio e socialità Francesco Caneschi

- 91** 1.1.5 The enlightenment of Theory of Urban Morphology to Public Space Design – Based on cases study of urban micro-renovation in Barcelona and Shangai
Zhang Dongqing
- 99**
109 1.1.6 Agri-culture: for physical and social stitching in the area of the dionysian walls of Adrano
Agri-cultura: per una ricucitura fisica e sociale nell'area delle mura dionigiane di Adrano
Vittorio Fiore, Fernanda Cantone
- 113**
121 1.1.7 Urban regeneration means caring. Urban regeneration of Roversi square in Reggio Emilia
La rigenerazione è cura. Rigenerazione di Piazza Roversi a Reggio Emilia
Maddalena Fortelli, Andrea Rinaldi
- 125**
133 1.1.8 Managing Collective Living:
The Case of University Residences of the Polytechnic University of Milan
Gestire l'abitare collettivo: il caso delle residenze universitarie del Politecnico di Milano
Maria Teresa Gullace, Cinzia Maria Luisa Talamo, Francesco Vitola
- 137**
145 1.1.9 Digital solutions to support decision-making for sustainable development
Soluzioni digitali a supporto del decision making per lo sviluppo sostenibile
Virginia Adele Tiburcio, Filippo Montorsi
- 149**
157 1.1.10 Recovery and regeneration of sacred monastic gardens between sociality and inclusiveness
Recupero e rigenerazione dei giardini sacri monastici tra socialità ed inclusività
Adriana Trematerra, Enrico Mirra
- 161**
169 1.1.11 Urban renewal at the neighbourhood level in Flanders.
A district-oriented collective approach to urban block renovation
Rigenerazione urbana alla scala di quartiere nelle Fiandre.
Un approccio collettivo di quartiere per il rinnovamento dell'isolato urbano
Alexis Versele, Chiara Piccardo

**Sub-theme 1.2. Regeneration and maintenance of Common Goods:
shared management of the built and natural heritage, between the public and private sectors**
**Sottotema 1.2. Recupero e manutenzione dei Beni Comuni:
gestione condivisa del patrimonio costruito e naturale, tra pubblico e privato**

- 173**
179 1.2.1 Smart Working: new opportunities for spatial regeneration from Southern Italy
Smart Working: dal Sud nuove opportunità di rigenerazione dei territori
Francesca Romano
- 183**
191 1.2.2 Soft-approach to global challenges: innovative urban services delivery models
Soft-approach alle sfide globali: modelli di gestione innovativi dei servizi urbani
Chiara Bernardini, Giancarlo Paganin, Cinzia Maria Luisa Talamo
- 195**
205 1.2.3 Peripheral dwellings: the reuse of the Bonanno castle of Tremilia for a renewed Grand Tour
Dimore periferiche: riuso del castello Bonanno di Tremilia per un rinnovato Gran Tour
Cristina Bramante, Enrica Gargante, Paola Incognito
- 209**
217 1.2.4 Rehabilitating the parish facilities as a proximity urban heritage: the milanese experience
Riabilitare le strutture oratoriali quale patrimonio urbano di prossimità: l'esperienza milanese
Francesca Daprà, Marika Fior
- 221** 1.2.5 Regeneration strategies for fragile territories as an opportunity for urban, neighbourhood and building recovery

- 229** Le strategie di rigenerazione dei territori fragili come occasione di recupero urbano, di quartiere ed edilizio
Elvira Nicolini, Stefania De Medici
- 235** 1.2.6 Home of people and equality. New regeneration models of the built environment for the city of Empoli
- 245** Home of people equality. Nuovi modelli di rigenerazione dell'ambiente costruito per la città di Empoli
Rosa Romano, Francesco Alberti
- 251** 1.2.7 From urban commons to collaborative ecosystems: the OBRAS project in Bologna and Bogotá
- 259** Dai beni comuni urbani agli ecosistemi collaborativi: il progetto OBRAS a Bologna e Bogotá
Francesca Sabatini, Danila Longo, Beatrice Turillazzi
- 263** 1.2.8 Renovation of the built heritage: Law 338/00 between the public and private sectors
- 271** Innovazioni nel recupero del patrimonio costruito: la Legge 338/00 tra pubblico e privato
Valentina Spagnoli, Claudio Piferi

Sub-theme 1.3. Regeneration and maintenance of urban open spaces: between sociality and ecosystem services

Sottotema 1.3. Recupero e manutenzione degli spazi aperti urbani: tra socialità e servizi ecosistemici

- 273** 1.3.1 U-GARDEN, a dynamic garden to rediscover Bologna Opera House Terrace
- 283** U-GARDEN, un giardino dinamico per riscoprire la Terrazza del Teatro Comunale di Bologna
Serena Orlandi, Giulia Turci
- 287** 1.3.2 The 15-minute city: a new urban reconversion model after COVID-19
- 295** La città dei 15 minuti: un nuovo modello di riconversione urbana post-COVID-19
Ilaria Capobianco, Giuseppe Ceravolo, Maria Regina Macrini
- 299** 1.3.3 Park am Gleisdreieck: ecological infrastructure to support the city
- 307** Park am Gleisdreieck: infrastruttura ecologica a supporto della città
Rossella Franchino, Caterina Frettoloso, Rafaela De Martino
- 311** 1.3.4 Utrecht's green bus stops: from bus stops to bee stops
- 317** Le fermate degli autobus green di Utrecht: da bus stops a bee stops
Noemi Scagliarini

323 **THEME 2. INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR THE REGENERATION AND MAINTENANCE OF THE BUILT HERITAGE**

323 **TEMA 2. TECNOLOGIE INNOVATIVE PER IL RECUPERO E LA MANUTENZIONE DEL PATRIMONIO COSTRUITO**

Sub-theme 2.1. New models and digital technologies for the maintenance and life cycle management of artefacts

Sottotema 2.1. Nuovi modelli e tecnologie digitali per la manutenzione e la gestione del ciclo di vita dei manufatti

- 325** 2.1.1 The digitalisation of AECO:
Exploration of the benefits in the Operation and Maintenance phase

- 331** La digitalizzazione dell'industria AECO:
Indagine sui benefici della fase di esercizio e manutenzione
Alice Paola Pomè, Chiara Tagliaro
- 337** 2.1.2 The "widespread" office: design and management of hybrid spaces
towards space-as-a-service approaches
- 345** L'ufficio diffuso: progettazione e gestione di spazi ibridi
verso approcci *space-as-a-service*
Nazly Atta, Valentina Gingardi
- 351** 2.1.3 The religious heritage in the ancient centre of Caserta. Analysis, management and protection
359 Il patrimonio religioso nel centro antico di Caserta. Analisi, gestione e tutela
Fabiana Guerriero, Rosa De Caro
- 363** 2.1.4 Processes of social inclusion through digital recovery
and multi-resolution vision of cultural and architectural heritage
- 369** Processi di inclusione sociale attraverso il recupero digitale
e la visione multirisoluzione del patrimonio culturale e architettonico
Gennaro Pio Lento

Sub-theme 2.2. New models and digital technologies for the reuse of urban and building systems and components in a circular economy perspective

Sottotema 2.2. Nuovi modelli e tecnologie digitali per il riuso di sistemi e componenti urbani ed edilizi, in una prospettiva di economia circolare

- 373** 2.2.1 Regeneration of small urban centres in inland areas:
digital technologies, circularity and material culture
- 381** Rigenerare i piccoli centri urbani delle aree interne:
tecnologie digitali, circolarità delle risorse e cultura materiale
Cheren Cappello, Antonello Monsù Scolaro
- 385** 2.2.2 BIM and building simulation software for the circular industrial regeneration project
397 Software BIM e di simulazione predittiva per il progetto circolare di rigenerazione industriale
Luca Morganti, Theo Zaffagnini
- 401** 2.2.3 An integrated system for better energy management of the building
405 Un sistema integrato per una migliore gestione energetica dell'edificio
Caterina Claudia Musarella
- 409** 2.2.4 The construction of new Community Hospitals: an example of flexible strategies for the
rehabilitation of the existing building stock
- 415** La realizzazione di nuovi Ospedali di Comunità:
un esempio di strategie flessibili di recupero del patrimonio edilizio
Laura Sacchetti
- 419** 2.2.5 The regeneration of villages and the revitalisation of built heritage for widespread receptivity
427 Il rilancio dei borghi e gli interventi di recupero del patrimonio costruito
per una ricettività diffusa
Teresa Villani

BIM-based protocols for smart and safe building management

Maria Azzalin*, Cosimo Metastasio*, Francesco Saturno*

1. Introduction

Behaviours, spaces, daily working, personal and relational life suddenly required compliance with some new and urgent requirements for safety, well-being and livability imposed by the pandemic emergency. Needs, but also opportunities, that prompt thinking about the post-emergency vision, experimenting with new models of living and new transformation processes of the built environment.

In particular, while using a well-known disciplinary expression, the “existing project” (Di Battista, 1992, 2006) is one of the main issues of the European strategies and Agenda 2030 policies. It represents an interdisciplinary and inter-scale approach to fighting the pandemic emergency challenges that have brought the “home” at the centre of personal and working life, in addition to the ecological and digital demands that characterise this transition. (EU, 2020a; EU, 2020b; EU, 2021a)

From this scenario, the contribution presents the experimental research activities started during the emergency phase – and their current upgrade – related to the definition of BIMBased Protocols for smart and safe management of buildings. They deal with methodological solutions based on integrated digital twin approaches, openBIM models, and IoT systems for monitoring and analysing indoor environmental data uploaded within a cloud

platform, the Maintenance Management Model, MMM. (Fig. 1)

The research is part of the R&D actions led at BIG s.r.l.,¹ to which the authors belong, dealing with the proposal of innovative governance of real estate assets by developing a networked ICT infrastructure, the MMM (Lauria & Azzalin, 2020).

2. Smart and Save building management

The existing building asset expresses the cultural and historical diversity of European communities. Although it occupies only 3% of the earth’s surface, it is responsible for 60-80% of energy consumption and 75% of carbon emissions globally and 36% in the European context (WEF, 2018).

Under the Next Generation Eu program, the European Commission proposed the Renovation Wave Strategy. It introduces active policies that combine the urgency of upgrading the existing building stock with the broader goals of the green and digital transition of the construction sector (EU, 2020a).

Buildings, today more than in the past, have to respond to changing conditions: from user needs to climate change and fluctuating prices (Al Dakheel *et al.*, 2020).

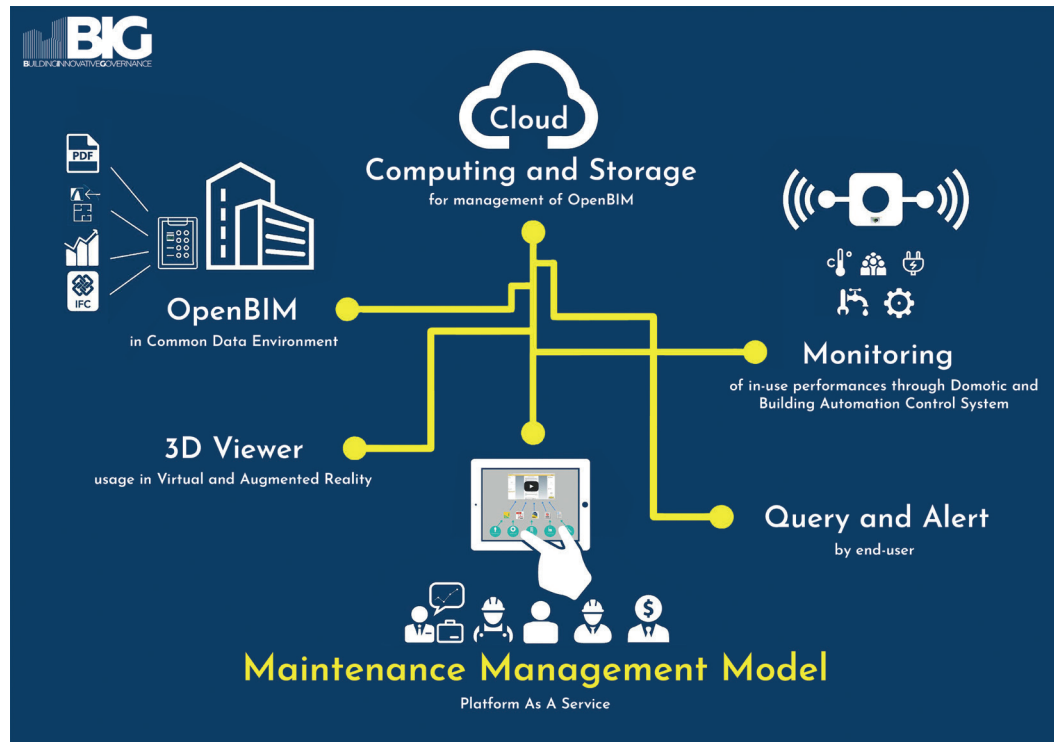
Similarly, their management changed from a conservative approach to a pre-

* University Mediterranea of Reggio Calabria, Department of Architecture (dArTe).

** University Mediterranea of Reggio Calabria, Department of Architecture (dArTe).

1. BIG s.r.l., Academic Spinoff of the Mediterranean University of Reggio Calabria. Scientific Chief Prof. Massimo Lauria. Manager of Research and Development RtdA Maria Azzalin.

Fig. 1. Maintenance Management Model Architecture.



ventive one and, finally, a proactive one. The first connected with intervention and maintaining operating conditions. The second is based on planned maintenance strategies (Molinari, 1989). The last is based on the principles and practices of predictive maintenance (Cattaneo, 2012).

New digital technologies open innovative paradigms and opportunities thanks to the increased capabilities of gathering, analysing, elaborating, and visualising data in real time (Silva *et al.*, 2018). They now involve the Cloud, home automation, BACS (Building Automation Control Systems), RPA (Robotic Process Automation), and simulation models based on the Digital Twin approach.

The concept of Smart Building is a key element (Alanne *et al.*, 2022).

According to this assumption, the continuous development of digital technologies and IoT systems increasingly interacting with artificial intelligence (AI) devices and the buildings' physical systems already anticipates its next evolution: the "cognitive building" (Pasini *et al.*, 2016).

The Building Operating System, BOS, such building operating system, helps develop and deploy the Building smart concept, creating a bridge between the building's components and equipment and the

external systems. It marks the transition from traditional Building Management Systems, BMS, to architectures system based on open platforms, used for data exchange and two-way communication between many applications, users, and operators (Zhao *et al.*, 2022).

The articulated framework introduced joins the issue of adequate data availability for built environment management. For some time, the increasingly pervasive use of ICT, Information Communication Technology tools, particularly the interoperability systems BIM, Building Information Models, joined with IoT, have been instructing innovative information-sharing processes. (BSRIA, 2009) These can implement the progressive digitalisation of all phases of the construction process, including O&M, Operations & Maintenance (EU, 2021b).

3. Approach. Methodology. Tools

The cultural inheritance from COVID-19 has started a profound rethinking of traditional spaces and led to a new spatiality – machine friendly and inter-

connected – moulded around digital systems and devices (ICT, IoT, BAS, BACS) aimed at ensuring the control and monitoring of indoor activities and conditions.

Approaches, tools, and operations that started this research experience that proposes means for controlling epidemiological risk factors, also suggesting, at the same time, innovative smart and safe building management.

The research experience “BI-Maid – Bim-basedfor covid19 protocols” – started by BIG s.r.l. during MIUR FISR2020 call for proposals – in its start-up, took up the challenge of building management in an emergency regime, and it concerned the possibility of testing the upgrade of MMM with tools for space organisation, monitoring, control, and analysis of data connected with activities and behaviours of end-user and indoor environmental conditions related to the spread of COVID-19.

The technologies used for experimentation refer to two separate but interconnected apparatuses of the MMM:

- A cloud platform that enables mass storage and management of BIM models in a single Common Data Environment.
- An integrated surveillance and monitoring system using customer-oriented, building automation domotic systems. It is interconnected via IoT to the platform, to which data are transmitted to be visualised and archived in real-time.

These apparatuses exploit the potential “digital twin” of the building in BIM format and enable some general functionalities:

- coordination of management activities on a Platform as a Service, which is open, accessible, and usable online.
- connecting between operators and users through desktop or

mobile devices, ensuring the privacy and protection of data and applications.

- Visualization and real-time querying of BIM models and data transmitted by domotic and Building Automation Control Systems through viewers and Virtual and Augmented Reality.

The functionalities described above are further implemented through the definitions of some specific aspects of the Bim-based-for covid19 protocols for the pandemic and post-pandemic emergency; they enable (Figs. 2, 3, 4):

- automatic calculation of crowding level compliant with COVID regulations and epidemiological curve trends.
- parametric design of new interior space configurations appropriate for the maximum allowable number of users.
- input and output recording with body temperature measurement and video security integrated into IoT systems.
- digitised access with special QR Codes for employees and accredited staff.
- real-time tracking and localisation with Bluetooth technologies and remote visualisation on the BIM model of occupants’ movements.
- monitoring the crowding level and alerts if the maximum number is reached.
- data analysis and tracking of the types of contacts made between people.
- monitoring and control of environmental parameters placed on plant operation and occupancy level.

In the next upgrade phase, the research takes up the essential characteristics of the evolution of the smart building concept into the cognitive building:

- interoperability. The same

interface manages digital information models. They allow sharing of all available information among different operators and users.

- Artificial intelligence. Structured algorithms for Big Data analysis. They are available and connected to openBIM digital formats for digital process automation.

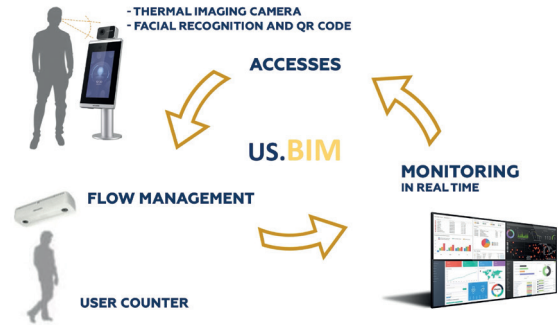
- IoT. Applications and devices that configure dynamic relationships between the physical object and its digital twin. All are functional for real-time information exchange.

Buildings are regarded as accumulators and amplifiers of information. Using smart systems, they can detect, process, interpret and communicate data in real-time to their digital twin. The data concern the state of use, end-user behaviour, and air quality analysis, such as temperature, humidity, CO₂, natural ventilation, and lighting. They can be related to epidemiological risk conditions and, in general, to healthy indoor air conditions (UNI EN 16798-1:2019).

Healthiness, indoor air quality, and the Sick building syndrome have always been central to the scientific debate, highlighting the need to define new environmental and technological requirements. Given the time we spend in buildings, they have taken on special evidence and urgency, whether public or private, residential or business environments. Moreover, the last two coincided during the pandemic emergency period. The recently published UNI/PdR 122:2022 Reference Practice is an important step forward.

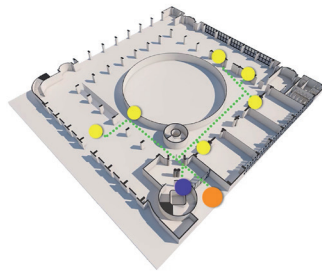
As the result of UNI’s work with IDM, Südtirol-Alto Adige², the PdR, while contextualised to educational buildings, takes the

STRATEGIES TO PREVENT AND MITIGATE THE RISK OF INFECTION

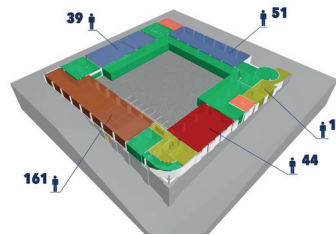


SECURITY LEVELS

- FIRST LEVEL OF SECURITY**
 - IDENTITY CHECK VIA QR CODE AND FACIAL RECOGNITION
 - CHECK AVAILABILITY OF PLACES INSIDE THE BUILDING
 - BODY TEMPERATURE MEASUREMENT
 - HAND SANITIZER
- SECOND LEVEL OF SECURITY**
 - IDENTITY CHECK VIA QR CODE
 - CHECK AVAILABILITY OF PLACES
 - HAND SANITIZER
- THIRD LEVEL OF SECURITY**
 - CHECK AVAILABILITY OF PLACES INSIDE THE INDIVIDUAL ROOMS
 - HAND SANITIZER



USER MONITORING



ZONE	ZONE CATEGORY	USERS (ppm Covid-19)
GROUND FLOOR		
CLASSROOM A1	CLASSROOM	30
CLASSROOM A2	CLASSROOM	31
CLASSROOM A3	CLASSROOM	29
CLASSROOM A4	CLASSROOM	30
TOILETS	TOILETS	15
CORRIDOR	SCALE AND LIFTS	15
EXTERNAL SPACE	EXTERNAL SPACE	12
OFFICE BARS	COMMON SPACE	14
SECRETARIAT OFFICES	SERVICE AREAS	14
FIRST FLOOR		
CORRIDOR	SCALE AND LIFTS	75
OFFICES	SERVICE AREAS	37
DIRECTOR CORRIDOR	SCALE AND LIFTS	38
TOILETS	SERVICE AREA	38
SECOND FLOOR		
CORRIDOR	ELEMENTS	45
SECRETARIAT OFFICES	SERVICE AREAS	38

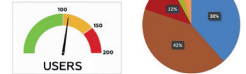


Fig. 2. Monitoring, control, and management of occupant flow of the level of crowding of environments related to the COVID-19 regulation.

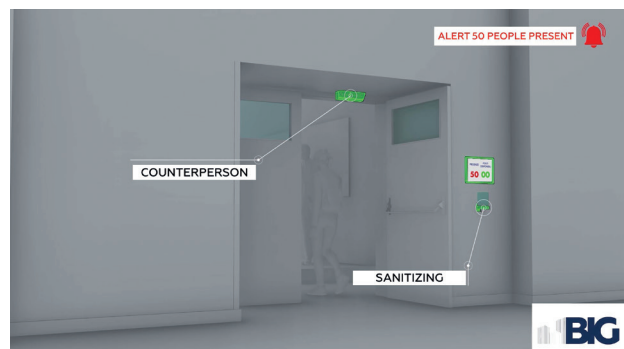
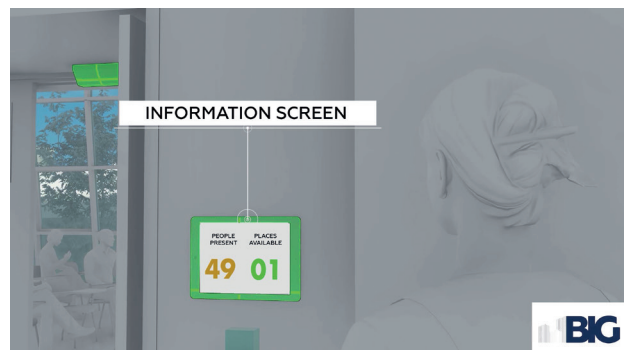
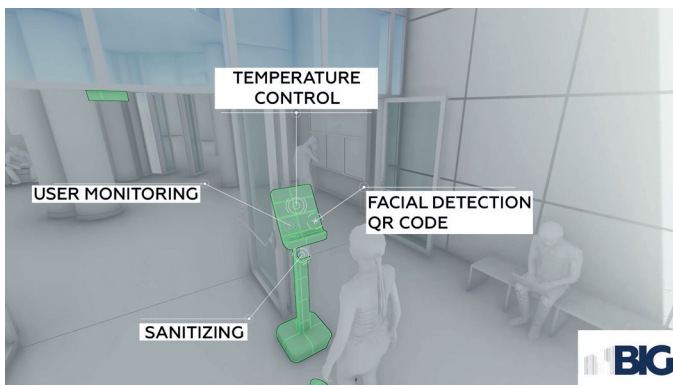


Fig. 3. Management system for indoor flow and occupancy conditions. Incoming recording with temperature measurement and video surveillance with IoT systems. Digital access with QR Code.

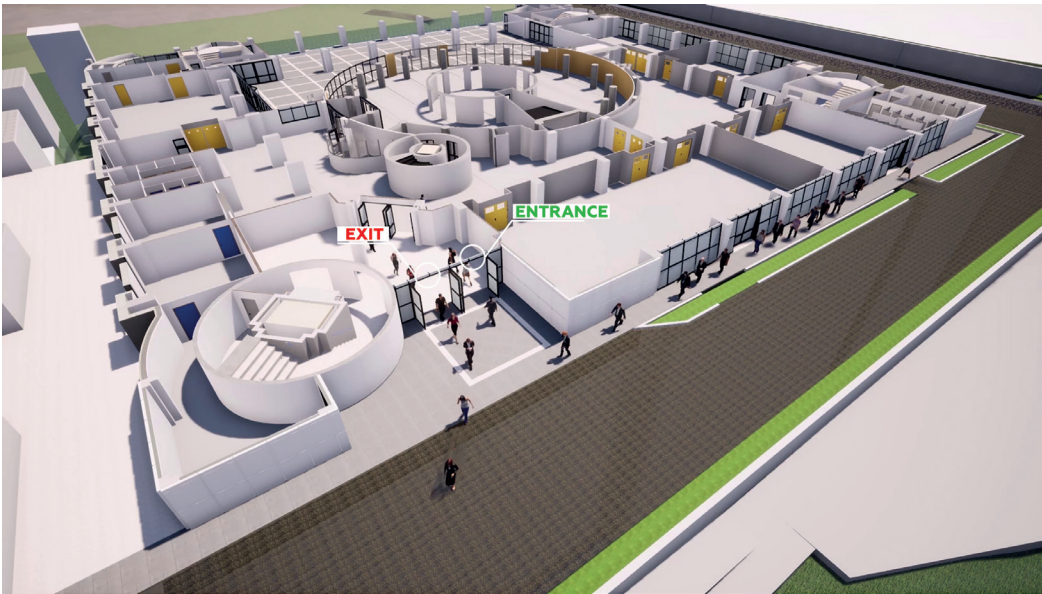


Fig. 4. Real-time localisation, tracking, and remote visualisation on the BIM model of occupant movements: Input flows, Output flows, and Space configuration.



form of a simplified operating procedure for air quality control. It opens up great opportunities and tests for replicability on buildings with different uses. Approaches and methodologies similar to other experiences³ and accepted by this experiment, which proposes integration with digital twin strategies.

In this scenario, regarding the implementation of the operational characteristics of experimentation, the central aspects are two.

- The definition of procedures and tools for collecting, structuring and managing heterogeneous big data in openBIM, concerning location, use, safety, accessibility, usability, environmental quality, etc. This issue was also addressed and deepened by the research team as part of its participation in the PRESMA⁴ Project.

- The use of these data for simulation and verification of environmental conditions and the prevention of critical events or risks. They are also used through the systemisation of some specific tools:

- information exchange language based on openBIM formats;
- digital model processing software, making use of parametric logic;
- intelligent environmental monitoring systems, sensors, and IoT;
- digital data management software for real-time monitoring of environmental and in-use parameters;
- cloud-based platform for collecting, monitoring, and processing environmental parameters, sensor operation, facilities, etc., related to current Building Operating Systems.

Among other specific operability areas:

- linking between Digital Twin uploaded to the platform and IoT integrated into the building;
- collecting and reading data recorded by sensors directly on the Digital Twin;
- operation control of different plant systems directly on the platform;
- monitoring of environmental parameters: room temperature, humidity, and CO₂.

All data recorded by the sensors are sent in real-time to the software/plugin that captures them. It then analyses them and makes them directly visible on the BIM

model in IFC format. In addition, the Digital Twin available can be uploaded to the management platform, the MMM, where it can communicate in real-time with IoT sensors embedded in the building, allowing monitoring of environmental and/or plant operating parameters and visualisation of behaviour models and related simulations.

This experimentation is part of BIG s.r.l.'s industrial research activity currently being funded under Smart and Start-INVITALIA 2022 and related to implementing the MMM from the current state of an engineering model of operation (TRL6) to a complete prototype system (TRL8).

4. BIM-Based protocols for smart and safe building management. The case studies.

The pilot project “BIMaid – Bim-based-forcovid19 Protocols” involved a building asset of the citadel of the Mediterranean University of Reggio Calabria (Fig. 5). It proposed solutions that associated tools for controlling accesses – necessary but not resolute – with tools for organising spaces, monitoring and analysing data, connected with users’ behaviour and indoor environmental conditions. Furthermore, it allowed launching a Digital Twin approach to activate information flows between all operators and end-users involved in the process of management and control of the asset as well as of different modalities of their use.

The first level of the architecture of the MMM is the visual management of the flow of people and related level of indoor occupancy, allowing advanced control and use of the building, thanks to the use of mobile and cloud technology by users and operators.

At the same time, monitoring indoor environmental parameters allows a first level of control and prevention of possible contagion situations (UNI EN 16798-1:2019). Situations strictly related to the correct indoor air exchange, as demonstrated by scientific research (ISS, 2020), while regulating the level of CO₂, also limit the concentration of viral charge in the confined environment. These aspects were relevant for the man-

2. Project ‘Air Quality in School Buildings. QAES’, Interreg Program Italy. Switzerland.

3. The study was developed by the Agnelli Foundation, together with BIMGroup of the Milan Polytechnic and the University of Turin. Aimed at testing a free IT platform, available online. “Change is in the Air” research project conducted by the Free University of Bolzano, Iuav University of Venice by the Universities of Trento and Padua and Agora.

4. MISE-PRESMA Project, 2020. Infinity BIM: (PROgettazione, ESecuzione e MANutenzione) Design, Execution, and Maintenance of the digital construction model for the digital twin of the infinite factory. Scientific Responsible for the Department dArTe, Università Mediterranea di Reggio Calabria: Prof. Massimo Lauria. Operative Coordinator for the Department dArTe, Università Mediterranea di Reggio Calabria: RtdA Maria Azzalin.



Fig. 5. Study-Case: the Citadel of the Mediterranean University of Reggio Calabria.

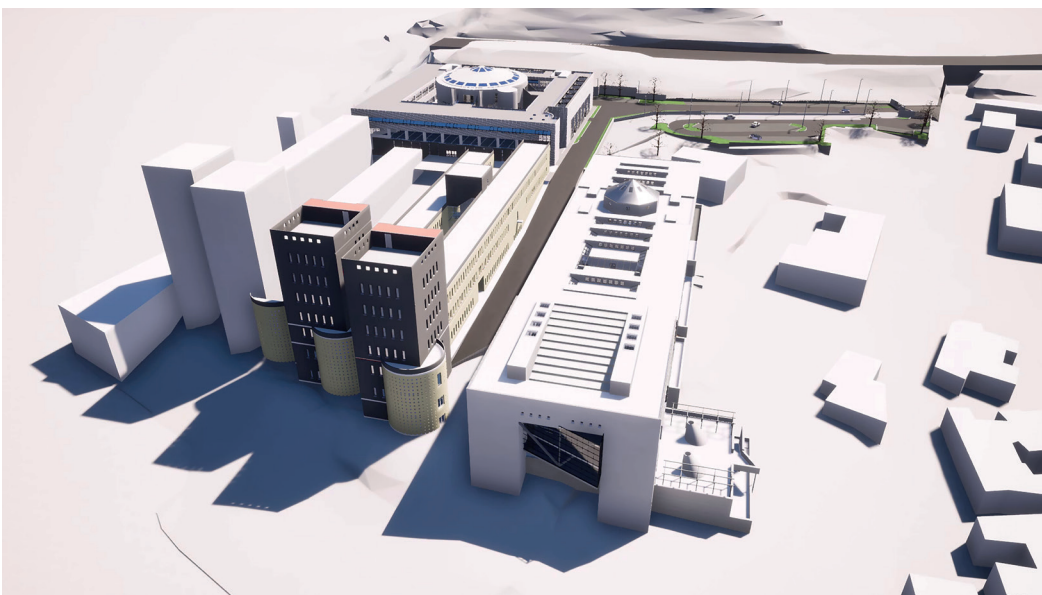
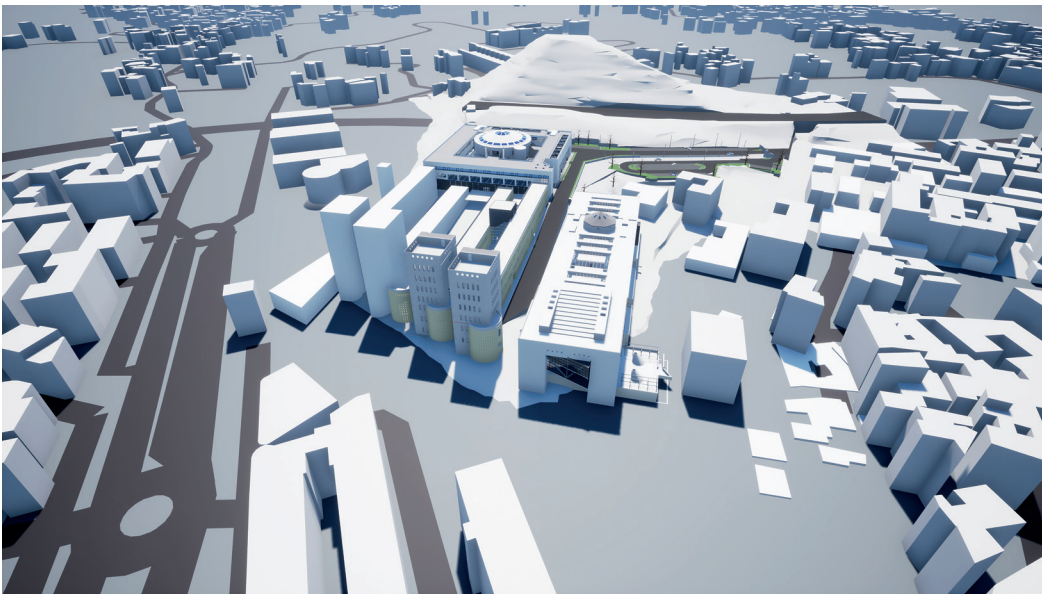


Fig. 6. Digital twin for smart and safe building management.

agement of indoor spaces during the pandemic and have now been updated through ongoing research activities to allow their methodological replicability as best practices for managing indoor wellness conditions and the energy efficiency of the built heritage (Fig. 6).

Currently, the monitoring, control, and analysis of data related to the environmental parameters and the operation of facilities, the control of indoor contaminants, the natural ventilation, and the air purification devices associated with sanitisation cycle warning systems define prevention and containment scenarios from contagious risk conditions and introduce procedures for controlling outdoor air intake, that don't impact the thermo-hygrometric comfort and energy consumption of the building.

The current experimentation exploits the growth of the sector of digital sensors applied to buildings (connected through wireless technologies, smart metering, smart meters of remote reading and remote management, etc.). It combines the availability of Building Management Systems, BMS, today called Building Operative Systems, BOS, to enable the management of monitored data, and transmit them to centralised platforms, which connect the spaces of a building(s) within neighbourhoods and/or urban areas.

The connection between virtual models and physical assets monitored in real-time through BOS allows us to manage building and facility data, track occupants' behaviours to meet their needs and work on the gap between expected performance and actual measurements.

The union between the physical and the digital reality allows monitoring both systems, prevents problems, develops opportunities, and simulates future behaviours (Figs. 7, 8).

Hereafters are some planned operational implementations:

- verification of interventions needed to meet requirements of space compliance and air quality (increasing openings by frequency and duration, reducing occupancy, reducing permanence time, installing mechanical ventilation systems);
- verification of the energy impact of new operating practices;
- analysis of the effects of adopting measures on user comfort to propose improvement actions;
- testing of technological systems and sensors for controlling ventilation and air quality.
- defining relations and prediction algorithms to trigger alerts;
- monitoring the energy impact of new operating practices.

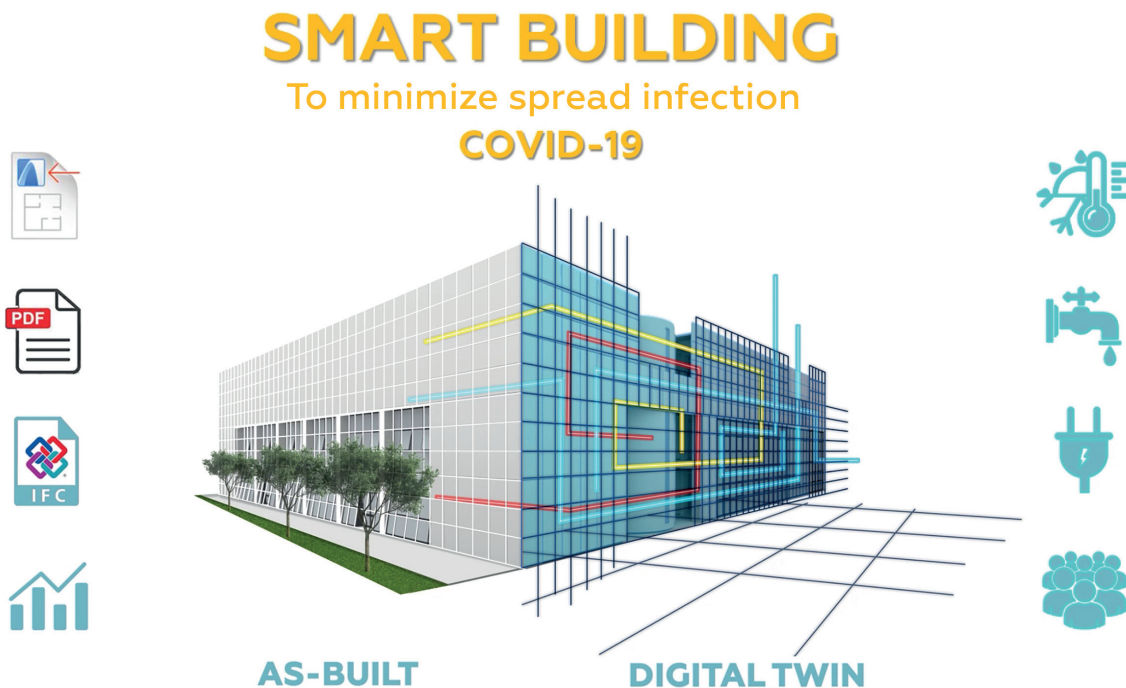




Fig. 7. Digital twin for the analysis of safety levels related to environmental parameters.

The experimentation and the partial results now achieved align with Renovation Wave Communication’s objectives. They are coherent with the contents of the National Strategy of Smart Specialization, in particular with the focus “Technologies for smart building, energy efficiency, and environmental sustainability (SNSI, 2020).

5. Conclusions. Current limitations and significant developments

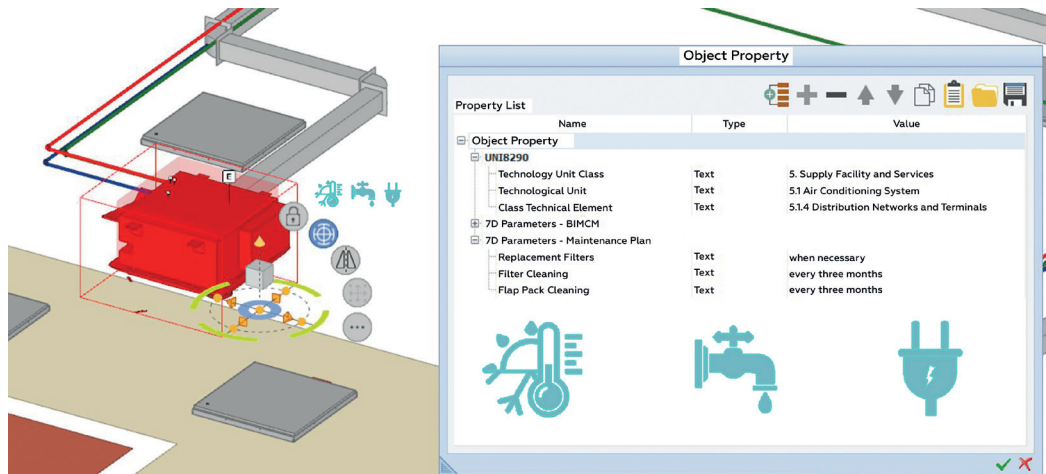
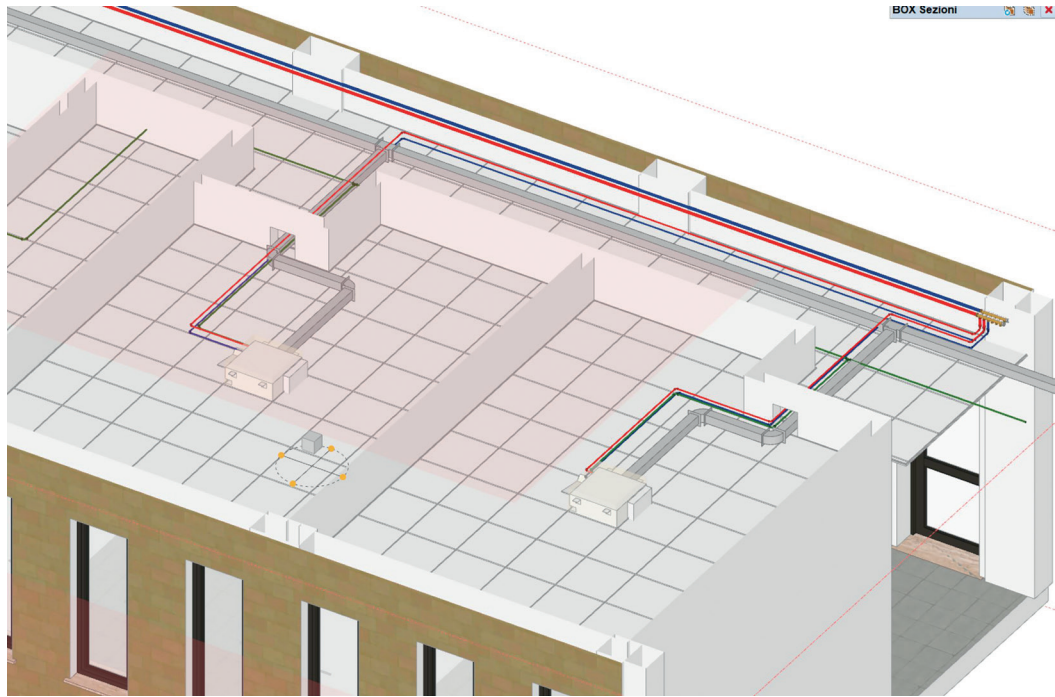
The actions of rehabilitation and management of the built environment contribute to rethinking, redesigning, and modernising it; making it consistent with our society in transition; addressing a new way of inhabiting cities after the pandemic emergency; saving energy and supporting decarbonisation. The future challenge is to

activate integrated processes to simultaneously understand the adaptive capacity of physical systems – land, cities and buildings – and social and economic systems – communities and the circular economy.

In this context, COVID-19 forced us to use new organisation models enabled by digital technologies – cloud, IoT, AI – contemporaneously provided an excellent impetus for their widespread use. Aspects that have stimulated and oriented the experience presented; promoting a new management vision, evolving from a technical-operation maintenance of the built environment into a complex digital infrastructure.

The centrality of a new machine-friendly and interconnected spatiality emerges. Then, buildings will be modelled on systems and devices that perform tasks, provide services, and exchange information between man-man, machine-machine, and man-machine.

Fig. 8. Digital twin for Indoor Wellness Management and Building Energy Efficiency.



Protocolli BIM-based per la gestione smart and safe degli edifici

Maria Azzalin, Cosimo Metastasio, Francesco Saturno

1. Introduzione

I comportamenti, gli spazi, la quotidianità personale, relazionale e di lavoro, improvvisamente, hanno richiesto conformità a nuovi e pressanti requisiti di sicurezza, benessere, vivibilità imposti dall'emergenza pandemica. Necessità, ma anche, opportunità che ci inducono a ripensare questi termini in una logica post emergenziale, orientando sperimentazioni di nuovi modelli dell'abitare e di innovati processi di intervento e trasformazione dell'ambiente costruito.

In particolare, il "progetto dell'esistente" per utilizzare una nota locuzione disciplinare (Di Battista, 1992, 2006) è tra le questioni poste al centro delle strategie e delle politiche europee di Agenda 2030. Strumento interdisciplinare e interscalare, con il quale rispondere sia alle sfide ereditate dall'emergenza pandemica, che ha qualificato la "casa" come il centro della vita personale e lavorativa, sia alle istanze ecologiche e digitali che caratterizzano il cambiamento in atto. (EU, 2020a; EU, 2020b; EU, 2021a)

Rispetto a questo scenario il contributo presenta le attività di ricerca sperimentale avviate durante la fase emergenziale – e le azioni di upgrade attualmente in corso – finalizzate alla definizione di Protocolli BIM-based per la gestione smart and safe degli edifici. Soluzioni metodologiche e di processo basate su approcci digital twin che integrano modelli digitali informativi, openBIM e sistemi IoT, Internet of Things, per il monitoraggio, il controllo e l'analisi dei dati relativi alle condizioni ambientali indoor, messi a sistema all'interno di una piattaforma in cloud, il Maintenance Management Model, MMM. (Fig. 1)

L'esperienza, in particolare, rientra nelle azioni di R&D svolte da BIG srl, Spinoff accademico¹, a cui gli autori afferiscono, finalizzate alla governance innovativa dei patrimoni immobiliari attraverso lo sviluppo di una infrastruttura ICT di rete, il MMM, sopra richiamato (Lauria & Azzalin, 2020).

2. Gestione Smart and Safe degli edifici

Il patrimonio architettonico esistente rappresenta l'espressione delle diversità culturali e storiche delle comunità europee. Pur occupando solo il 3% della superficie terrestre, tuttavia, è responsabile del 60-80% del consumo energetico e del 75% di emissioni di carbonio, nel contesto globale, e del 36% nel contesto europeo (WEF, 2018).

Nell'ambito del programma Next Generation EU, la Commissione Europea, con la Renovation Wave Strategy propone politiche di intervento che combinano le urgenze di riqualificazione dell'ambiente costruito con gli obiettivi più generali di transizione ecologica e digitale del settore delle costruzioni (EU, 2020a).

Gli edifici, infatti, sono chiamati, oggi, più che nel passato, a rispondere a condizioni in continuo mutamento: dalle esigenze degli utenti, al cambiamento climatico, alla fluttuazione dei prezzi (Al Dakheel *et al.*, 2020).

Analogamente la loro gestione è passata da un approccio di tipo conservativo atto a correggerne e a mantenerne le condizioni di funzionamento, ad uno preventivo basato sulle strategie di manutenzione programmata (Molinari, 1989), e quindi, ad uno proattivo, basato sui principi e le prassi della manutenzione predittiva (Cattaneo, 2012).

Oggi, le nuove tecnologie digitali – dal Cloud alla domotica ai BACS, Building Automation Control Systems, dai RPA, Robotic Process Automation ai modelli di simulazione basati su approcci Digital Twin – grazie alle aumentate capacità di acquisire informazioni, di analizzarle, interpretarle, visualizzarle real time, aprono, di fatto, a innovati paradigmi e nuove opportunità (Silva *et al.*, 2018).

Il concetto di Smart Building ne costituisce un elemento chiave (Alanne *et al.*, 2022).

Lo sviluppo continuo delle tecnologie digitali, la messa a sistema di IoT sempre più interagenti

1. BIG srl, Spinoff accademico della Mediterranea di Reggio Calabria Responsabile Scientifico Prof. Massimo Lauria. Responsabile Sezione Ricerca e Sviluppo RtdA Maria Azzalin

con dispositivi di AI, intelligenza artificiale, e con i sistemi fisici che costituiscono gli edifici, ne configurano già una nuova evoluzione: il "cognitive building" (Pasini *et al.*, 2016).

Il Building Operating System, BOS, una sorta di sistema operativo dell'edificio, ne facilita lo sviluppo e la diffusione, creando un ponte tra le parti componenti l'edificio e le strumentazioni esterne, segnando il progressivo passaggio dai tradizionali sistemi di gestione e automazione degli edifici, Building Management System, BMS, ad architetture di sistema basate su piattaforme aperte per lo scambio di dati e la comunicazione bidirezionale tra un numero infinito di applicazioni per utenti e operatori (Zhao *et al.*, 2022).

A questo quadro sia pur sintetico ma già articolato si affianca, altresì il tema dell'adeguata disponibilità di dati per la gestione del costruito. Da tempo l'utilizzo sempre più pervasivo di strumenti ICT, Information Communication Technology, in particolare dei sistemi di interoperabilità BIM, Building Information Model, in associazione con l'IoT, istruiscono processi innovativi di condivisione delle informazioni (BSRIA, 2009), capaci di attuare la progressiva informatizzazione delle diverse fasi del processo edilizio compresa quella di O&M, Operations & Maintenance (EU, 2021b).

3. Approccio. Metodologia. Strumenti

L'eredità culturale della pandemia da COVID-19 ha avviato un profondo ripensamento delle configurazioni spaziali tradizionali orientando verso nuove configurazioni – machine friendly e interconnesse – modellate intorno a sistemi e dispositivi digitali (ICT, IoT, BAS, BACS) finalizzati a garantire il controllo e il monitoraggio delle attività e delle condizioni indoor.

Approcci, strumenti e operatività che hanno istruito l'avvio della sperimentazione qui presentata che, nel proporre, in prima istanza, strumenti per il controllo dei fattori di rischio epidemiologico orienta, contemporaneamente, verso innovative modalità di gestione smart and safe del costruito.

L'esperienza di ricerca "BIMaid – Protocolli Bim-basedforcovid19" nella sua fase di start up – avviata da BIG srl in occasione della partecipazione al Bando MIUR FISR2020 – ha accolto la sfida della gestione degli edifici in regime emergenziale, verificando la possibilità di implementazione del MMM con strumenti

per l'organizzazione degli spazi, per il monitoraggio, il controllo e l'analisi dei dati relativi sia alle attività che ai comportamenti degli occupanti/utenti e alle condizioni ambientali indoor connesse alla diffusione del contagio da COVID-19.

Fin dalla fase iniziale, le tecnologie impiegate per la sperimentazione fanno riferimento a due apparati del MMM, distinti fra loro, ma interconnessi:

- una piattaforma cloud che consente di usufruire di memorie di massa per l'archiviazione e la contestuale gestione dei modelli BIM in un unico ambiente di condivisione (ACDat) o Common Data Environment (CDE);

- un sistema integrato di sorveglianza e di monitoraggio basato su dispositivi domotici di Building Automation, customer oriented, interconnessi tramite IoT alla piattaforma a cui i dati vengono trasmessi e dove possono essere visualizzati e archiviati real time.

Tali apparati sfruttando le potenzialità del "digital twin" in formato BIM dell'edificio, consentono alcune funzionalità generali:

- il coordinamento delle attività di gestione su piattaforma collaborativa, Platform as a Service, aperta, accessibile e fruibile online;

- il collegamento attraverso dispositivi desktop o mobile tra operatori e utenti, garantendo l'isolamento dei dati e delle applicazioni;

- la visualizzazione e l'interrogazione real time, secondo logiche personalizzabili e attraverso viewer e Virtual e Augmented Reality dei modelli BIM e dei dati trasmessi dai sistemi di Domotica e di Building Automation Control Systems.

Funzionalità che, con riferimento alla definizione dei Protocolli Smart BIM Based in regime emergenziale e di post emergenza, vengono ulteriormente implementate consentendo (Figg. 2, 3, 4):

- il calcolo automatico del livello di affollamento conforme alla normativa COVID e all'andamento delle curve epidemiologiche;

- la progettazione parametrica di nuove configurazioni degli spazi interni adeguati al numero massimo ammesso di utenti;

- la registrazione in ingresso e in uscita con misurazione della temperatura corporea e video-sorveglianza integrata con sistemi IoT;

- l'accesso digitalizzato con appositi QRCode per dipendenti e/o personale accreditato;

- la localizzazione e tracciamento real time con tecnologie Bluetooth e visualizzazione da remoto su modello BIM dei

movimenti degli occupanti;

- il monitoraggio del livello di affollamento e alert in caso di raggiungimento del numero massimo;

- l'analisi dei dati e tracciamento delle tipologie di contatto intercorse tra persone;

- il monitoraggio e controllo di parametri ambientali posti in relazione al funzionamento degli impianti e al livello di occupazione.

Un approccio smart e digitale che, nella successiva fase di upgrade della sperimentazione, fa proprio l'evoluzione del concetto di smart building in cognitive building, assumendone i caratteri essenziali:

- Interoperabilità. Modelli digitali informativi gestiti dalla stessa interfaccia che consentono la condivisione di tutte le informazioni disponibili tra i diversi operatori e/o utenti

- Intelligenza artificiale, AI. Algoritmi strutturati per l'analisi dei Big Data resi disponibili e connessi ai formati digitali openBIM per l'automazione dei processi digitali.

- IoT. Applicativi e dispositivi che configurano relazioni dinamiche tra l'oggetto fisico e il suo gemello digitale funzionale allo scambio delle informazioni real time.

Gli edifici vengono considerati come accumulatori e amplificatori di informazioni, capaci, grazie alla dotazione di smart system, di rilevare, elaborare, interpretare e comunicare in tempo reale al proprio gemello digitale, i dati relativi allo stato di utilizzo, al comportamento degli utenti finali, all'analisi dei valori di qualità dell'aria – temperatura, umidità, concentrazione di CO₂, ventilazione naturale e illuminamento – correlati non solo alle condizioni di rischio epidemiologico ma, in generale, di salubrità dell'aria indoor (UNI EN 16798-1:2019).

Proprio il tema della salubrità e della qualità dell'aria, della Sick building syndrome, sono da sempre questioni centrali e dibattute evidenziando da tempo la necessità di definire nuovi requisiti ambientali e tecnologici. Attualmente hanno assunto peraltro evidenze e urgenze particolari in considerazione del tempo che trascorriamo negli edifici, indifferentemente si tratti di ambienti pubblici o privati, residenziali o di lavoro, questi ultimi, addirittura coincidenti nel periodo di emergenza pandemica. In questo ambito, la Prassi di Riferimento UNI/PdR 122:2022 di recente pubblicazione rappresenta un importante passo in avanti.

Risultato del lavoro congiunto di UNI e con IDM – Südtirol-Alto Adige², la prassi pur contestualizzata all'edilizia scolastica si configura come procedura operativa semplificata per il controllo della qualità dell'aria, aprendo a innumerevoli opportunità e verifiche di replicabilità su edifici di diversa destinazione d'uso. Approcci e modalità comuni con altre analoghe esperienze³, e accolte dalla sperimentazione che ne propone l'integrazione con approcci digital twin.

In questo scenario, e in relazione, dunque, all'implementazione dei caratteri operativi della sperimentazione, due gli aspetti centrali.

- La definizione di procedure e strumenti per la raccolta, la strutturazione e la gestione di una grande quantità di dati tra loro eterogenei – localizzazione, uso, sicurezza, accessibilità, fruibilità, qualità ambientale, ecc. – in ambiente openBIM. Questione affrontata e approfondita dal gruppo di ricerca anche nell'ambito della partecipazione al Progetto PRESMA⁴.

- L'utilizzo di tali dati ai fini della simulazione e verifica delle relative condizioni ambientali di prevenzione di eventi critici o di rischio, attraverso la messa a sistema di alcuni specifici strumenti:

- linguaggio di scambio informativo basato su formati openBIM

- software di elaborazione dei modelli digitali, che sfruttano la logica parametrica

- sistemi di monitoraggio ambientale intelligente, sensori e IoT

- software di gestione digitale dei dati di monitoraggio real time dei parametri ambientali e di fruizione

- piattaforma in cloud per la raccolta, il controllo e l'elaborazione dei parametri ambientali, del funzionamento dei sensori, degli impianti, ecc. correlata agli attuali Building Operating System.

Tra le specifiche operatività:

- collegamento tra Digital Twin caricato sulla piattaforma e IoT integrati nell'edificio;

- raccolta e lettura dei dati registrati dai sensori direttamente sul Digital Twin;

- controllo funzionamento dei diversi sistemi impiantistici direttamente sulla piattaforma;

- monitoraggio dei parametri ambientali: temperatura ambienti, umidità ambienti, CO2 ambienti.

In particolare, tutti i dati registrati dai sensori vengono inviati in tempo reale all'applicazione che li acquisisce, li analizza e li rende direttamente visibili sul modello BIM in formato IFC. Si configura un Digital Twin che caricato sulla piattaforma di gestione, il MMM, dialoga real time con i sensori IoT integrati nell'edificio consentendo sia il monitoraggio dei parametri ambientali e/o di funzionamento degli impianti che la visualizzazione di modelli di comportamento e le relative simulazioni.

La sperimentazione rientra altresì, come già richiamato, nella più generale attività di ricerca industriale di BIG srl – attualmente finanziata nell'ambito di Smart and Start-INVITALIA 2022 – relativa alla definizione del MMM, che, assunto come stato attuale un modello di funzionamento ingegneristico (TRL6), è finalizzata alla realizzazione di un sistema prototipale completo (TRL8).

4. Protocolli BIM-Based per la gestione smart and safe degli edifici. Il caso studio.

L'applicazione pilota "BIMaid – Protocolli Bim-based for covid19" ha interessato una porzione dell'asset edilizio della cittadella dell'Università *Mediterranea* di Reggio Calabria (Fig. 5) proponendo fin dalla sua fase di startup soluzioni che associavano alle operatività connesse al controllo degli accessi – certamente necessarie ma non risolutive – l'utilizzo di strumenti integrati per l'organizzazione degli spazi, per il monitoraggio, il controllo e l'analisi dei dati relativi alle attività, ai comportamenti, nonché alle condizioni ambientali indoor configurando, in definitiva, un approccio Digital Twin in grado di attivare flussi informativi tra tutti gli operatori e utenti coinvolti, tanto nei processi di gestione e controllo degli ambienti, quanto nelle modalità di fruizione degli stessi. Tale architettura nel suo insieme permette di realizzare un primo livello di gestione visuale dei flussi di persone e dei livelli di occupazione all'interno degli ambienti, prefigurando un controllo e una fruizione avanzata dell'immobile con tecnologia mobile e cloud da parte delle diverse tipologie di utenti e/o operatori.

Contemporaneamente, con riferimento al monitoraggio dei parametri ambientali indoor, consente altresì un primo livello di controllo e prevenzione di possibili condizioni di contagio. (UNI EN 16798-1:2019) Circostanze strettamente connesse al corretto ricambio d'aria, che, come dimostrato da evidenze scientifiche (ISS, 2020), nel mentre regola il livello di CO2, limita, al tempo stesso, la concentrazione della carica virale nell'ambiente confinato. Aspetti centrali e rilevanti nel periodo della gestione degli spazi in condizioni pandemiche emergenziali, aggiornati, oggi, attraverso le attività di upgrade in corso, in un'ottica di verifica di replicabilità come buona prassi per il controllo e la gestione contemporanea delle condizioni di benessere indoor e dell'efficienza energetica del costruito (Fig. 6).

Allo stato attuale, il monitoraggio, il controllo e l'analisi dei dati relativi ai parametri ambientali e al funzionamento degli impianti, il controllo dei dati riferiti alla distribuzione dei generici contaminanti indoor, i cicli di ventilazione naturale, opportuni dispositivi di purificazione dell'aria associati ad adeguati sistemi di avviso e di temporizzazione dei cicli di aerazione e sanificazione, configurano non solo efficaci scenari di prevenzione e contenimento nel caso di reiterate condizioni di rischio di contagio, ma, definiscono, al tempo stesso procedure in grado di controllare che l'immissione diretta di aria esterna non debba impattare eccessivamente sul comfort termo-igrometrico e sul consumo energetico dell'edificio.

In particolare, la sperimentazione attuale sfrutta le opportunità offerte dalla crescita del settore della sensoristica digitale applicata agli edifici (sensori connessi mediante tecnologie wireless, smart metering, contatori intelligenti di telelettura e telegestione, ecc.) e associata alla disponibilità di Building Management System, BMS, oggi Building Operative System, BOS, che consentono sia di gestire centralmente i dati monitorati, che di trasmetterli a piattaforme centralizzate in grado di mettere in connessione non solo gli ambienti di uno stesso edificio ma anche più edifici all'interno di quartieri e/o aree urbane.

2. Progetto 'Qualità dell'Aria negli Edifici Scolastici – QAES', Programma Interreg Italia – Svizzera.

3. Studio sviluppato dalla Fondazione Agnelli, insieme a BIMGroup del Politecnico di Milano e all'Università di Torino, finalizzato alla sperimentazione di una piattaforma informatica gratuita, disponibile online.

Progetto di ricerca "Il cambiamento è nell'aria" condotto dalla Libera Università di Bolzano, dall'Università Luav di Venezia dalle Università di Trento e Padova – e da Agorà.

4. Progetto PRESMA, 2020. Infinity BIM: Progettazione, Esecuzione e Manutenzione del modello digitale delle costruzioni per il digital twin della fabbrica infinita; Responsabile scientifico per la sede di Reggio Calabria Prof. Massimo Lauria. MISE. Coordinatore operativo per la sede di Reggio Calabria RtdA Maria Azzalini.

Il collegamento tra i modelli virtuali e gli asset fisici monitorati in tempo reale, tramite BOS consente non solo di raccogliere i dati relativi alle prestazioni dell'edificio e/o degli impianti, ma anche di tracciare il comportamento degli occupanti da cui derivano maggiori capacità di soddisfarne i bisogni ma anche di operare sull'attuale divario tra prestazioni previste, misurazioni reali.

L'associazione di mondo fisico e digitale consente di monitorare entrambi i sistemi, prevenire problemi, sviluppare nuove opportunità e simulare i comportamenti futuri (Figg. 7, 8).

Alcune in particolare le implementazioni operative previste:

- verifica degli interventi necessari per il soddisfacimento dei requisiti di conformità degli spazi e di qualità dell'aria (aumento delle aperture in termini di frequenza e/o durata, riduzione dell'occupazione, riduzione dell'orario di permanenza, installazione di sistemi di ventilazione meccanica);
- verifica dell'impatto energetico delle nuove pratiche operative;
- analisi dell'effetto delle misure adottate sul comfort degli utenti finali al fine di proporre azioni migliorative;
- sperimentazione di sistemi tecnologici

e sensori per il controllo della ventilazione e della qualità dell'aria

- definire correlazioni e algoritmi di previsione che possono attivare segnalazioni di allerta;
- monitorare l'impatto energetico delle nuove pratiche operative.

La sperimentazione e i risultati sia pure ancora parziali raggiunti si pongono in linea con gli obiettivi della Renovation Wave Communication. Risultano altresì coerenti con i contenuti della Strategia Nazionale di Specializzazione Intelligente, con riferimento in particolare al focus 'Tecnologie per smart building, efficientamento energetico, sostenibilità ambientale (SNSI, 2020).

5. Conclusioni. Limiti attuali e sviluppi significativi

Le azioni di riqualificazione e gestione del patrimonio costruito offrono, dunque, un'opportunità unica per contribuire al risparmio energetico e alla decarbonizzazione; ma anche per ripensare, riprogettare e modernizzare gli edifici esistenti; per renderli coerenti con una società in transizione; per affrontare un nuovo modo di abi-

tare le città dopo l'emergenza pandemica. Le sfide per il futuro, attengono in maniera sempre più evidente alla capacità di attivare processi integrati e sinergici in grado di comprendere contemporaneamente la capacità adattiva sia dei sistemi fisici – territorio, città ed edifici – che dei sistemi sociali ed economici – comunità ed economia circolare.

In questo quadro, se da un lato la pandemia da COVID-19 ci ha costretto ad adottare nuovi modelli organizzativi abilitati nella loro operatività da tecnologie digitali – dal cloud all'IoT all'AI – dall'altro ha dato un grande impulso ad un loro uso diffuso e pervasivo. Condizioni che hanno stimolato e orientato anche l'esperienza presentata; promuovendo una visione nuova della gestione che, in generale, da processo preposto al mantenimento del costruito sul piano tecnico-operativo evolve in una complessa infrastruttura digitale

Quel che emerge è la centralità delle relazioni e dei portati di "una nuova spazialità machine friendly e interconnessa" – come già evidenziato – nell'ambito della quale gli edifici si modellano intorno a sistemi e dispositivi che svolgono attività, forniscono servizi, raccolgono e restituiscono dati, scambiano informazioni tra uomo-uomo macchina-macchina, uomo-macchina.

REFERENCES

- Al Dakheel, J., Del Pero, C., Aste, N., Leonforte, F. (2020). Smart buildings features and key performance indicators: A review. *Sustainable Cities and Society*, 61.
- Alanne, K., Sierla, S. (2022). An overview of machine learning applications for smart buildings. *Sustainable Cities and Society*, 76.
- BSRIA (2009). *The Soft Landings Framework*. BSRIA, UK.
- Cattaneo, M. (2012). *Manutenzione, una speranza per il futuro del mondo*. Franco Angeli, Milano
- Di Battista, V. (1992). Le discipline del costruito e il problema della continuità. In Ciribini, G. (ed.), *Tecnologie della Costruzione, La Nuova Italia Scientifica*. Hoepli, Milano, pp. 151-168.
- Di Battista, V. (2006). *Ambiente costruito – Un secondo paradigma*. Alinea, Firenze
- European Commission (2020a). *A Renovation Wave for Europe – Greening our buildings, creating jobs, improving lives*. Available at: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave_en (Last access: 12/09/2023).
- European Commission (2020b). *A Europe fit for the digital age*. Available at: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age_en (Last access: 12/09/2023).
- European Commission (2021a). *Industry 5.0: Towards more sustainable, resilient and human-centric industry*. Available at: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/news/all-research-and-innovation-news/industry-50-towards-more-sustainable-resilient-and-human-centric-industry-2021-01-07_en (Last access: 12/09/2023).
- European Commission (2021b). *Study on the Development of a European Union Framework for Digital Building Logbooks. Final Report*. Available at: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/40f40235-509e-11eb-b59f-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-184010877> (Last access: 12/09/2023).
- Lauria, M., Azzalin, M. (2020). A Maintenance Management Model. Upgrading and experimentation. In Serrat, C., Ramon Casas, J., Gibert, V., (edited by), *Current Topics and Trends on Durability of Building Materials and Components. Proceedings of DBMC 2020*, Barcelona, CIMNE, pp. 677-684
- Molinari, C. (1989). *Manutenzione in edilizia. Nozioni, problemi, prospettive*. Franco Angeli, Milano
- Pasini, D., Ventura, S. M., Rinaldi, S., Bellagente, P., Flammini, A., Ciribini, A. L. C. (2016). Exploiting Internet of Things and building information modeling framework for management of cognitive buildings. *2016 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2)*, pp. 1-6.
- Silva, B. N., Khan, M., Han, K., (2018). Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities. *Sustainable Cities and Society*, 38, pp. 697-713
- World Economic Forum (2018). *Infrastructure and Urban Development – Industry Vision 2050*. https://www3.weforum.org/docs/IU_Industry_Vision_report_2018.pdf
- Zhao, Y., Wang, N., Liu, Z., Mu, E. (2022). Construction Theory for a Building Intelligent Operation and Maintenance System Based on Digital Twins and Machine Learning. *Buildings*, 12(87).

Le sfide globali che attualmente gravano sui contesti urbani, come il cambiamento climatico, la povertà sociale, il degrado urbano e gli eventi catastrofici, determinano pressioni perturbative su diverse sfere della nostra vita, evidenziando la necessità di ripensare agli spazi dell'abitare, individuale e collettivo, adottando un approccio integrato e interdisciplinare. La velocità e le modalità di risposta alle catastrofi o agli eventi perturbativi, l'adattività dei sistemi urbani rispetto alle istanze di cambiamento e il governo delle trasformazioni restano questioni aperte rispetto alle quali la Tecnologia dell'Architettura è chiamata ad intervenire, rispondendo allo stesso tempo alle attuali ed urgenti istanze di salute pubblica, resilienza e sostenibilità. In questo contesto il Cluster "Riutilizzo Riqualificazione Manutenzione" della Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura (SITdA) ha indetto una Call for Best Practices, invitando studiosi e professionisti del settore a condividere e descrivere esperienze e progetti capaci di indagare le declinazioni che il progetto di riuso, riqualificazione e manutenzione assume, alle diverse scale, in un contesto di nuova incertezza e fragilità. Gli esiti della Call sono qui presentati non come punto di arrivo di una ricerca già conclusa ma piuttosto come istantanea delle reazioni che si sono verificate negli studi e nelle sperimentazioni condotte nell'ambito del Cluster in riferimento alle dinamiche che la pandemia COVID-19 ha innescato e come testimonianza di nuove domande e interessi di ricerca, che presentano tuttora un grande potenziale di esplorazione e sviluppo.

The global challenges currently affecting urban contexts, such as climate change, social poverty, urban decay and catastrophic events, determine disruptive pressures on different spheres of our life, highlighting the need to rethink living spaces, both individual and collective, adopting an integrated and interdisciplinary approach. The speed and modalities of response to catastrophes or disruptive events, the adaptability of urban systems to instances of change, and the governance of transformations remain open questions to which Architectural Technology is called to act, responding at the same time to the current and urgent demands of public health, resilience and sustainability. It is in this context that the 'Reuse, Regeneration and Maintenance' Cluster of the Italian Society of Architectural Technology (SITdA) has issued a Call for Best Practices, inviting scholars and professionals in the sector to share and describe experiences and projects capable of investigating the declinations that the project of reuse, recovery and maintenance takes on, at different scales, in a context of new uncertainty and fragility. The results of the Call are presented here not as the end point of an already completed research, but rather to frame the reactions that occurred in the Cluster in relation to the dynamics that the COVID-19 pandemic triggered and to bear witness to the emergence of new research questions and interests, which still have great potential for exploration and development.