

OFFICINA



49

Direttore editoriale Emilio Antoniol

Vicedirettrice Rosaria Revellini

Direttrice artistica Margherita Ferrari

Comitato editoriale Viola Bertini, Doriana Dal Palù, Letizia Goretta, Stefania Mangini, Cristiana Mattioli, Elisa Zatta

Comitato scientifico Federica Angelucci, Stefanos Antoniadis, Sebastiano Baggio, Maria Antonia Barucco, Matteo Basso, Eduardo Bassolino, Martina Belmonte, Giacomo Biagi, Paolo Borin, Alessandra Bosco, Laura Calcagnini, Federico Camerin, Alberto Cervesato, Giulia Ciliberto, Sara Codarin, Francesca Coppelino, Silvio Cristiano, Federico Dallo, Lavinia Maria Dondi, Paolo Franzo, Jacopo Galli, Silvia Gasparotto, Gian Andrea Giacobone, Giovanni Graziani, Francesca Guidolin, Beatrice Lerma, Elena Longhin, Antonio Magarò, Filippo Magni, Michele Manigrasso, Michele Marchi, Patrizio Martinelli, Fabiano Micocci, Miceal Milocco Borlini, Magda Minguzzi, Beatrice Moretti, Massimo Mucci, Maicol Negrello, Corinna Nicosia, Maurizia Onori, Valerio Palma, Elisa Pegorin, Ilaria Pittana, Federica Pompejano, Laura Pujia, Silvia Santato, Chiara Scanagatta, Chiara Scarpitti, Roberto Segà, Gerardo Semperebon, Giulia Setti, Francesca Talevi, Alessandro Tessari, Oana Tiganea, Massimo Triches, Ianira Vassallo, Luca Velo, Alberto Verde, Barbara Villa, Paola Zanutto

Redazione Luca Amici, Daniele Archetti, Luca Ballarin, Martina Belmonte, Giulia Conti, Eleonora Fanini, Alice Gasparini, Silvia Micali, Sofia Portinari, Marta Possiedi, Tommaso Maria Vezzosi

Web Emilio Antoniol

Progetto grafico Margherita Ferrari

Proprietario Associazione Culturale OFFICINA*

e-mail officina.rivista@gmail.com

Editore anteferma edizioni S.r.l.

Sede legale via Asolo 12, Conegliano, Treviso

e-mail edizioni@anteferma.it

Stampa AZEROprint, Marostica (VI)

Tiratura 150 copie

Chiuso in redazione il 19 maggio 2025, intanto la Città del Vaticano ha un nuovo sovrano: Robert Francis Prevost. *Habemus Papam!*

Copyright opera distribuita con Licenza Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale



L'editore si solleva da ogni responsabilità in merito a violazioni da parte degli autori dei diritti di proprietà intellettuale relativi a testi e immagini pubblicati.

Direttore responsabile Emilio Antoniol

Registrazione Tribunale di Treviso

n. 245 del 16 marzo 2017

Pubblicazione a stampa ISSN 2532-1218

Pubblicazione online ISSN 2384-9029

Accessibilità dei contenuti online www.officinajournal.it

Prezzo di copertina 10,00 €

Prezzo abbonamento 2025 32,00 € | 4 numeri

Per informazioni e curiosità

www.anteferma.it

edizioni@anteferma.it



OFFICINA*



GRUPPO CASSA CENTRALE CREDITO COOPERATIVO ITALIANO

OFFICINA*

"Officina mi piace molto, consideratemi pure dei vostri"

Italo Calvino, lettera a Francesco Leonetti, 1953

Trimestrale di architettura, tecnologia e ambiente

N.49 aprile-maggio-giugno 2025

Intelligens

Il dossier di OFFICINA*49 - Intelligens è a cura di Antonio Magarò e Michele Marchi.

Hanno collaborato a OFFICINA* 49:

Maria Antonia Barucco, Mariateresa Campolongo, Barbara Cardone, Giorgio Castellano, Sara Codarin, Giulia Conti, Federica Crosato, Antonio Girardi, Rossella Gugliotta, Chiara Maggi, Alessandro Virgilio Mosetti, Massimo Musio-Sale, Luca Ossino, Ingrid Maria Paoletti, Federica Pradella, Sabrina Sacco, Vittoria Silvaggi, Chiara Tonelli, Versatile, Laura Villa Baroncelli, Masataka Yoshikawa.

OFFICINA* è un progetto editoriale che racconta la ricerca. Tutti gli articoli di OFFICINA* sono sottoposti a valutazione mediante procedura di double blind review da parte del comitato scientifico della rivista. Ogni numero racconta un tema, ogni numero è una ricerca. OFFICINA* è inserita nell'elenco ANVUR delle riviste scientifiche per l'Area 08.



Intelligens

n°49-apr-mag-giu-2025

Deus ex machina

Giulia Conti e Alessandro Virgilio Mosetti

SCIENTIFIC DOSSIER

INTRODUZIONE

- 6** **Le intelligenze dell'architetto** The Intelligences of the Architect
Antonio Magarò, Michele Marchi
- 12** **Una prospettiva conviviale sull'IA** A Convivial Perspective on AI
Sabrina Sacco
- 20** **Fabricated Combines**
Sara Codarin, Masataka Yoshikawa

- 30** **Progettazione simpatica** Sympathetic Design
Federica Crosato, Maria Antonia Barucco
- 38** **La pioniera nautica italiana** The Italian Nautical Pioneer
Mariateresa Campolongo, Massimo Musio-Sale
- 48** **Pratiche contro-computazionali** Counter-computational Practices
Rossella Gugliotta

- 58** **Objet trouvé e nuovi oracoli** Objet Trouvé and New Oracles
Vittoria Silvaggi

- 66** **Verso un nuovo paradigma partecipativo** Towards a New Participatory Paradigm
Luca Ossino, Barbara Cardone, Chiara Tonelli

INFONDO

- 74** **Internet is not the Answer**
Stefania Mangini

COLUMNS

ESPLORARE

- 4** **Spunti da visitare**
a cura di Eleonora Fanini

IL PORTFOLIO

- 76** **Collective, Symbolic: between Project Intentions and Community Desires** Collettivo, simbolico: tra intenzioni del progetto e desideri della comunità
Giulia Conti, Alessandro Virgilio Mosetti

IL LIBRO

- 82** **Costruire una nuova sostenibilità** Building a New Sustainability
Eleonora Fanini

I CORTI

- 84** **Materiotecche digitali per conoscenza e innovazione aperte** Digital Material Libraries for Open Knowledge and Innovation
Rosaria Revellini

- 86** **Intuire il cambiamento** Sense the Change
Margherita Ferrari

L'IMMERSIONE

- 88** **Flawed Imperfetti**
Laura Villa Baroncelli

- 92** **Ambienti che respirano** Breathing Spaces
Antonio Girardi

SOUVENIR

- 96** **La città del futuro: IAPolis?** The City of the Future: IAPolis?
Letizia Goretti

TESI

- 98** **Materiali Cognitivi** Cognitive Materials
Chiara Maggi, Ingrid Maria Paoletti, Giorgio Castellano, Federica Pradella

CELLULOSA

- 102** **Un cioccolatino**
a cura di Margherita Ferrari

(S)COMPOSIZIONE

- 103** **Logico**
Emilio Antoniol

Federica Crosato

Dottoranda in Progettazione tecnologica e ambientale,
Università Iuav di Venezia.
fcrosato1@iuav.it

Maria Antonia Barucco

Prof.ssa associata in Progettazione tecnologica e
ambientale dell'architettura, DCP, Università Iuav di Venezia.
barucco@iuav.it

Progettazione simpatetica



01. Progettazione simpatetica: tecnologia e architettura per il benessere umano, 2025 | Sympathetic Design: Technology and Architecture for Human Well-Being, 2025. F. Crosato con ChatGPT

Innovare la progettazione e la gestione di edifici complessi: BIM e IA per le strutture sanitarie

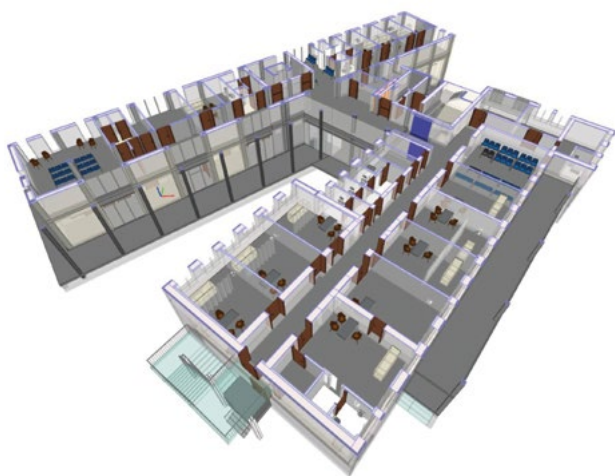
Sympathetic Design *In a context of growing complexity in the field of design, this contribution provides an analysis of the new challenges in the design of healthcare facilities. The work focuses on optimizing the management of informational flows, improving the functionality and interpretation of spaces with the support of BIM and AI. The goal is to explore how these technologies can foster a “sympathetic design” approach to meet the ever-changing needs and update the design process by promoting architecture that enhances human well-being and the sustainability of spaces, demonstrating how advanced technology can be crucial in addressing the complexity of modern design and in humanizing built environments.**

In un contesto di crescente complessità nel mestiere del progetto, questo contributo propone un'analisi delle nuove sfide della progettazione di strutture sanitarie. Il lavoro mira all'ottimizzazione dei flussi informativi gestionali, migliorando funzionalità e lettura degli spazi con il supporto del BIM e dell'AI. L'obiettivo è esplorare come queste tecnologie possano promuovere una “progettazione simpatetica” per rispondere alle esigenze in continuo cambiamento e aggiornare il processo di progettazione promuovendo un'architettura che valorizza il benessere umano e la sostenibilità degli spazi dimostrando come la tecnologia avanzata possa essere cruciale nell'affrontare la complessità del progetto moderno e nell'umanizzare gli spazi costruiti.*

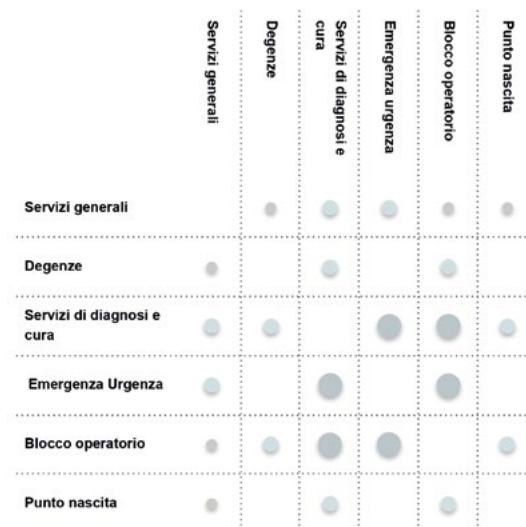
Strumenti digitali nella transizione sanitaria
Nel panorama delle trasformazioni globali, caratterizzate da un'accelerazione senza precedenti nel campo tecnologico, l'edilizia sanitaria è uno degli ambiti più sensibili per l'applicazione di innovazioni digitali. Il Building Information Modeling (BIM) integrato con l'Intelligenza Artificiale (IA) segna un punto di svolta per la progettazione e la gestione delle strutture ospedaliere: l'integrazione di BIM e IA offre spunti per sviluppare nuove modalità di concepire gli spazi e consente ai progettisti di strutturare schemi, ragionamenti e organizzazioni spazio-funzionali tali da integrare e adattarsi dinamicamente alle esigenze del settore sanitario, anch'esse in rapido cambiamento.

Il BIM permette rappresentazioni dettagliate e multidimensionali dei progetti e favorisce ad aumentare precisione, efficienza del processo costruttivo e gestionale oltre che manutentivo degli edifici. Diversi studi hanno riconosciuto i vantaggi dell'integrazione delle tecniche di IA con il BIM per la pianificazione del layout attraverso l'implementazione di algoritmi per l'analisi dell'efficienza energetica, per l'analisi delle interferenze, per l'ottimizzazione degli spazi e per minimizzare le distanze dei percorsi per i pazienti (Alavi et al, 2024); il primo articolo che trattò di BIM e IA fu pubblicato nel 1998 (Li et al, 2024). Le dieci fonti più produttive in materia di IA e BIM nell'edilizia sostenibile nel database WoSCC sono Sustainability, Buildings, The Journal of Cleaner Production, IEEE Access, Sustainable Cities and Society, Automation in Construction, Energies, Applied Sciences Basel, Environment Development and Sustainability, e Sustainable Development (Li et al., 2024).

Il progetto acquista una straordinaria importanza: esso non consiste solamente nella produzione di elaborati rispettosi delle normative e corrispondenti alle domande della committenza: diventa lo strumento con il quale selezionare, controllare e gestire le informazioni necessarie a descrivere, validare e prevedere le esigenze degli utenti, nonché le prestazioni del costruito.



02. Modello BIM di un edificio sanitario | BIM model of a healthcare building. F. Crosato



03. Matrice semplificata delle relazioni spaziali tra aree funzionali | Simplified matrix of spatial relationships between functional areas. F. Crosato

Come affermato da Martinez (2020), “l’univocità del database assicurata dal BIM è irrinunciabile per le attività di *facility management*”: il BIM è, a tutti gli effetti, uno strumento per la semplificazione dell’operato dei progettisti. Grazie al BIM è possibile fare scelte all’interno di un insieme di soluzioni verificate, correlate tra loro e automaticamente adattabili. Il BIM e l’IA possono certamente sostituirsi ai progettisti se la gamma delle azioni necessarie allo svilup-

L’integrazione di BIM e IA offre spunti per sviluppare nuove modalità di concepire gli spazi

po di un progetto potesse essere risolta con un’attenta descrizione delle esigenze e dell’apparato normativo tecnico. Ma ciò non accade finché, all’evoluzione degli strumenti a disposizione del progettista, siamo in grado di crescere la qualità dei progetti, la sensibilità nei confronti degli utenti e la sostenibilità ambientale (oltre che economica) degli edifici. La capacità di ascolto dei professionisti del progetto non è sostituibile.

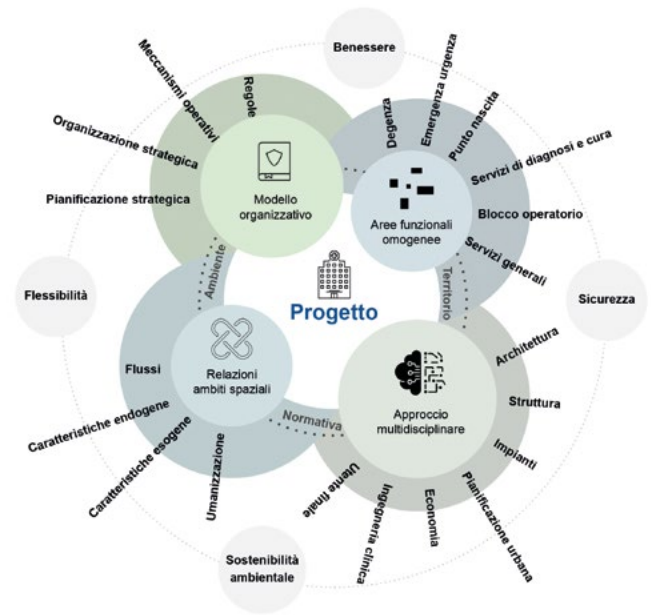
Obiettivo: progettazione simpatetica

Il settore sanitario e la teorizzazione più avanzata dedicata ai luoghi al servizio della salute sono da tempo aperti al dialogo e al confronto sui temi del miglioramento del progetto sia grazie agli strumenti dell’IA che attraverso un migliore e più efficace dinamica di comunicazione tra portatori d’interesse e progettisti. Ne deriva la progettazione simpatetica, essenziale per la definizione e la gestione degli spazi. Questo approccio non solo risponde alle esigenze

immediate di sicurezza e comfort, ma riconosce una nuova sensibilità e con essa, pone il progettista in accordo con il modo di agire e pensare degli utenti: in questo approccio si possono rintracciare i fondamenti delle nuove norme e standard per la sostenibilità ambientale e l’umanizzazione degli spazi sanitari. In questo nuovo modo di intendere del progetto, sottilmente sensibile, vi sono le basi per un futuro in cui tecnologia e architettura si fondono per promuovere il

benessere umano. Tutta la progettazione architettonica potrà essere rivoluzionata da nuovi modi di gestire le generalizzazioni e focalizzarsi sui dettagli risolutivi. Ma gli edifici al servizio del settore sanitario sono casi studio d’eccellenza per affrontare le complessità insite in questa

innovazione. Innanzitutto perché gli edifici quali ospedali, case di comunità, case di cura, etc. devono necessariamente funzionare per il bene degli utenti e sono composti da elementi funzionali e spaziali strutturati da normative e standard sfidanti per i progettisti. Il BIM supporta il progetto delle nuove costruzioni in ottemperanza di questi standard come anche la conoscenza e il progetto, di gestione e manutenzione, degli edifici esistenti. Ponendo il modello BIM in relazione con gli algoritmi IA è possibile progettare e gestire i flussi di persone e di informazioni. Il percorso di ricerca, sperimentazione e sviluppo progettuale in corso, avviene per fasi e a partire dall’esplorazione dell’applicabilità del BIM nella creazione di modelli digitali dettagliati di edifici sanitari a servizio dell’intero ciclo di vita del cespite immobile. Nell’immagine 02 viene fornito uno dei progetti oggetto di analisi. La prima fase del lavoro di innovazione è già praticabile: sviluppa vantaggi, ad esempio, consentendo alla stazione appaltante e all’appaltatore di avere una uni-



04. Elementi del processo progettuale per una struttura sanitaria | Elements of the design process for a healthcare facility. F. Crosato

voca, puntuale e conforme descrizione delle strutture da gestire tramite attività che possono essere monitorate in tempo reale e/o in remoto. Integrare IA e BIM consente di sviluppare previsioni e simulazioni a supporto delle decisioni progettuali e operative: un database di stati di fatto a monte e a valle di interventi di riqualificazione alimentare statistiche utili a sviluppare i prossimi progetti di edifici nuovi o di riqualificazioni. Descrivere il campo di indagine (l'elenco di esperienze che compone il cumulo di dati da utilizzare) e definire il modo in cui questo campo di indagine viene interrogato (scrimando anomalie e valorizzando dati) è un passaggio fondamentale nel processo di innovazione qui descritto. Tale fase e quella di validazione del modello attraverso l'analisi di casi studio specifici devono essere animate dal miglioramento continuo e dalla continua verifica dei riferimenti di partenza. Appare evidente quanto possa essere rischioso l'impiego dell'IA nel momento in cui si delega ai logaritmi la definizione di linee guida: esse non potranno che essere il risultato di dati medi e mediani mentre il progetto d'architettura deve essere costantemente teso a rifuggire gli standard al fine di sviluppare soluzioni sempre migliori per più alti livelli di qualità sociale, economica e ambientale.

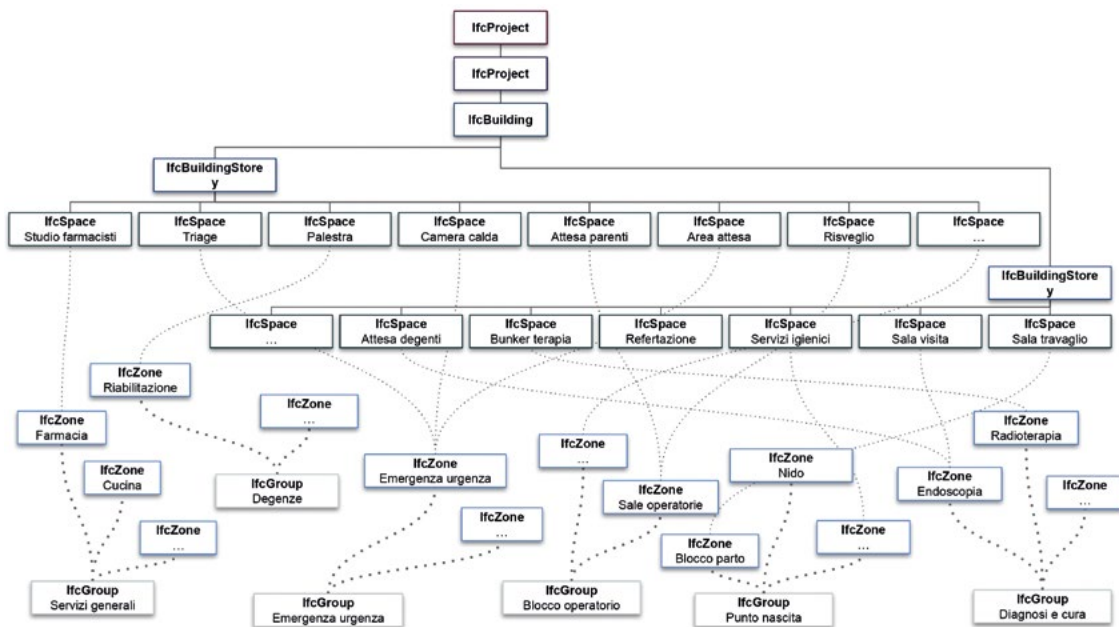
Criticità: infodemia

La strutturazione di un metodo di lavoro è fondamentale per contrastare l'esubero di dati. Altrettanto importante è il governo degli strumenti a disposizione tramite la definizione dei compiti pressoché infiniti dei quali è possibile incaricare l'IA: la classificazione dei dati, la stima di variabili, la strutturazione dei dati non strutturati, il rilevamento di

anomalie, il recupero di informazioni all'interno dei modelli (Zheng e Fischer, 2023)... certo è che la misura delle prestazioni del progetto è funzione dell'accuratezza del modello con il quale ricerchiamo i dati dal valore corretto o atteso. La qualità dei dati è un altro parametro fondamentale: è estremamente differente progettare utilizzando dati frutto di rilievi o dati frutto di calcoli generati artificialmente (che saranno desunti da percorsi di accumulo e analisi di medie e mediane). Per comprendere i pericoli di un utilizzo non critico e una comunicazione non gerarchizzata di tutti questi dati esiste il termine "infodemia", che è stato oggetto di una serie recente di confronti e pubblicazioni dell'OMS: quando le informazioni sanitarie di alta qualità non sono disponibili, le informazioni sanitarie di bassa qualità si diffondono rapidamente influenzando negativamente sulle decisioni inerenti la salute dei cittadini. Il caso esemplare è legato

La strutturazione di un metodo di lavoro è fondamentale per contrastare l'esubero di dati

all'emergenza Covid-19 ma questa stessa definizione spiega bene anche il problema dell'infodemia nei progetti BIM. Per sviluppare progetti confacenti alle esigenze del Sistema Sanitario Nazionale, è imprescindibile un'analisi della normativa: possono essere desunti i requisiti minimi delle aree funzionali omogenee e le loro relazioni con gli ambiti spaziali¹. Requisiti minimi e relazioni tra ambiti spaziali possono essere studiati con informazioni specifiche, ad esempio in funzione delle regioni e dei tipi di strutture sanitarie. Lo sviluppo di questa analisi in relazione al susseguirsi delle



05. Esempio di scomposizione spaziale e relazionale con schema IFC | Example of spatial and relational decomposition with IFC schema. F. Crosato

normative consente di individuare alcune tematiche più interessate da cambiamenti e trasformazioni: sicurezza, benessere, flessibilità e sostenibilità ambientale.

Metodo

Definiamo quindi “modello organizzativo” l'insieme delle regole, dei meccanismi operativi, delle strategie di programmazione e di organizzazione strategica, delle attività e degli obiettivi da raggiungere. Esso viene realizzato in base all'utenza e ai bisogni socio-assistenziali della struttura interna specifica (img 03). Secondo quanto indicato dalle linee guida AGENAS del Ministero della salute, un'organizzazione e un corretto layout interno che hanno come obiettivo contenere i costi di costruzione, manutenzione e gestione, richiedono una raffinata granularità delle aree funzionali omogenee, suddivise nei seguenti ambiti: servizi

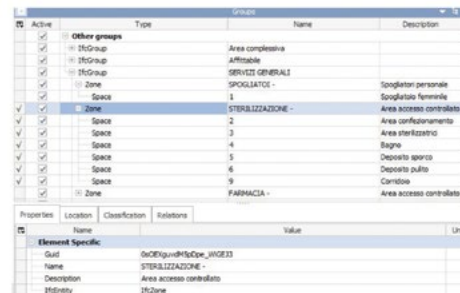
per migliorare il governo tecnico in sanità (Pedrini, 2018). All'interno di un ospedale la gestione dei flussi è un aspetto cardine che deve essere effettuato sulla base delle esigenze del modello organizzativo e delle relazioni tra i diversi ambiti spaziali. Le tipologie da tenere in considerazione secondo AGENAS sono: flusso del personale medico, degli addetti, dei fruitori, dei servizi logistici e generali (img 04). Infine, la definizione dell'ambito specifico di progetto considera il quadro strategico, inteso come conoscenza globale dello stato dell'arte dei servizi proposti nel mercato, il quadro esigenziale e prestazionale, inteso come insieme delle esigenze e delle richieste sociali ed economiche del committente, il quadro tecnico e tecnologico, inteso come insieme dei contenuti relativi al dettaglio dell'ingegnerizzazione e il *management*, inteso come insieme strutturato delle attività durante tutta la vita nominale dell'opera.

Questi sottoinsiemi, dialogando tra di loro, partecipano alla messa a sistema del cespite e, di conseguenza, influenzano a loro volta le interazioni tra uomo e costruito, adattando, evolvendo e migliorando l'esperienza umana e il comportamento dell'edificio. Per consentire una visualizzazione strutturata della disarticolazione spaziale dell'opera è stata

utilizzata la tassonomia IFC. Le classi *IfcSite*, *IfcBuilding*, *IfcBuildingStorey*, *IfcSpace*, *IfcGroup* e *IfcZone* (img 05), sono le classi che si adattano al meglio alla scomposizione spaziale di un ambiente sanitario. In questo modo ogni elemento e informazione legato a esso risulterà all'interno del modello informativo, definito univocamente e facilmente indagabile sia dall'operatore, attraverso supporti *open source*, che dall'IA (img 06).

La gestione dell'edificio diventa più intuitiva e l'AI permette di efficientare una manutenzione predittiva

speciali di diagnosi e cura, blocco operatorio, emergenza-urgenza, degenze, punto nascita e servizi generali. Inoltre, affidare adeguate responsabilità per il coordinamento delle risorse professionali e strumentali, per l'interazione con le direzioni sanitarie e per la partecipazione attiva della componente tecnica alla pianificazione aziendale e l'individuazione delle esigenze minime di dotazione organica e di qualifica per i settori tecnici, sono ulteriori elementi necessari



BIM-AI: impieghi attuali e prospettive prossime

a stimolare soluzioni globali che rispondano alle mutevoli esigenze della società. Tale approccio, messo alla prova e affinato nel contesto ospedaliero, potrà essere esteso ad altri ambiti costruttivi per affrontare le più ampie sfide del costruire moderno.*

1 – La World Health Organization (2023) raccomanda la gestione integrata sostenibile supportata da strumenti di progettazione predittiva per valorizzare l'ambito sociale e naturale del contesto territoriale e la progettazione funzionale dei flussi. Flessibilità e resilienza delle strutture sono al servizio della prevenzione, sicurezza, comfort e della digitalizzazione.

- AA.VV. (2023). Linee guida per la progettazione. In *Principi guida tecnici, organizzativi e gestionali per la realizzazione e gestione di ospedali ad alta tecnologia e assistenza* (online). Roma: Agenzia per i Servizi Sanitari Regionali. In agenas.gov.it/i-quaderni-di-monitoraggio/2023/09/30-supplementi-alla-rivista/604-sprincipi-guida-tecnici-organizzativi-gestionali-ospedali (ultima consultazione febbraio 2025).
- Alavi, H., Gordo-Gregorio, P., Forcada, N., Bayramova, A., & Edwards, D. J. (2024). AI-driven BIM integration for optimizing healthcare facility design. *Buildings*, 14(2354), pp. 1-15.
- Farrugia, G. (2024). A new health-care model. *Domus*, n. 1093, pp. 14-17.
- Li, J., Liu, Z., Han, G., Demian, P., Osmani, M. (2024). The relationship between artificial intelligence (AI) and building information modeling (BIM) technologies for sustainable building in the context of smart cities. *Sustainability*, 16 (10848).
- Martinez, A. (2020). Digitalizzazione dei Servizi di facility management: La Tecnologia BIM. *Il giornale dei servizi ambientali*, n.11/12. Milano: Edicom Srl, pp. 46-49.
- Pedrini, D., (2018). Prefazione. In Mutti, A., Bucci, R. (a cura di), *Il sistema ospedale. Dalla programmazione alla manutenzione*. Roma: Carocci Editore, p. 7.
- Zheng, J., Fischer, M. (2023). BIM-GPT: A prompt-based virtual assistant framework for BIM information retrieval. doi.org/10.48550/arXiv.2304.09333



Federica Crosato, Maria Antonia Barucco

Sympathetic Design

Innovating the design and management of complex buildings: BIM and AI for healthcare facilities

Digital Tools in the Healthcare Transition

In the landscape of global transformations, characterized by an unprecedented acceleration in technology, healthcare construction is one of the most sensitive fields for the application of digital innovations. Building Information Modeling (BIM) integrated with Artificial Intelligence (AI) marks a turning point in the design and management of hospital facilities: the integration of BIM and AI offers insights for developing new ways of conceiving spaces and allows designers to structure schemes, reasoning, and spatial-functional organizations that dynamically interact and adapt to the rapidly changing needs of the healthcare sector. BIM enables detailed and multidimensional representations of projects, increasing accuracy, efficiency in the construction and management processes, as well as in building maintenance. Several studies have recognized the advantages of integrating AI techniques with BIM for layout planning through the implementation of algorithms for energy efficiency analysis, interference analysis, space optimization, and minimizing patient travel distances (Alavi *et al.*, 2024). The first article addressing BIM and AI was published in 1998 (Li *et al.*, 2024). Top ten most productive sources regarding AI and BIM in sustainable building in the WoSCC database are *Sustainability, Buildings, The Journal of Cleaner Production, IEEE Access, Sustainable Cities and Society, Automation in Construction, Energies, Applied Sciences Basel, Environment Development and Sustainability, and Sustainable Development* (Li *et al.*, 2024). The project takes on extraordinary significance: it becomes the tool with which to select, control and manage the information necessary to describe, validate and predict user needs, as well as the performance of the built environment. As Martinez (2020) stated, “the uniqueness of the database ensured by BIM is indispensable for facility management activities”:

BIM is, in every respect, a tool for simplifying designers' work. Thanks to BIM, choices can be made within a set of verified, inter-related, and automatically adaptable solutions. BIM and AI could certainly replace designers if the range of actions needed to develop a project could be resolved through a precise description of requirements and technical regulations. However, this does not happen as long as we, alongside the evolution of tools available to designers, continue to enhance project quality, sensitivity towards users, and the environmental (as well as economic) sustainability of buildings. The ability of design professionals to listen cannot be replaced.

Objective: Sympathetic Design

The healthcare sector and the most advanced theorization dedicated to spaces serving health have long been open to dialogue and discussion on improving design, both through AI tools and through a better and more effective communication dynamic (dialogue and listening) between stakeholders and designers. This leads to sympathetic design, which is essential for defining and managing spaces. This approach not only addresses immediate safety and comfort needs but also recognizes a new sensitivity, placing the designer in harmony with users' ways of acting. The thoughts and feelings of patients and caregivers become fundamentally important: within this approach lie the foundations of new regulations and standards for environmental sustainability and the humanization of healthcare spaces. In this subtly sensitive way of understanding design, we find the basis for a future in which technology and architecture merge to promote human well-being. Architectural design as a whole may be revolutionized by new ways of handling generalizations and focusing on problem-solving details. However, buildings serving the healthcare sector are exemplary case studies for

tackling the complexities inherent in this innovation. First and foremost, healthcare buildings such as hospitals, community health centers, and nursing homes must necessarily function for the well-being of users. Additionally, they are composed of functional and spatial elements structured by regulations and standards that pose challenges for designers. BIM supports the design of new constructions in compliance with these standards, as well as the knowledge, management, and maintenance of existing buildings. By linking the BIM model with AI algorithms, it becomes possible to design and manage the flow of people and information: the potential for improvement in space functionality, safety, and energy efficiency is immense. The ongoing research, experimentation, and design development process occur in phases, starting with exploring the applicability of BIM in creating detailed digital models of healthcare buildings that serve the entire life cycle of the asset. The image 02 provided represents one of the projects analyzed. The first phase of this innovation work is already feasible, offering advantages such as allowing contracting authorities and contractors to have a unique, precise, and compliant description of the structures to be managed through activities that can be monitored in real time and/or remotely. Integrating AI and BIM enables the development of forecasts and simulations to support design and operational decisions: a database of pre- and post-rehabilitation states provides valuable statistics for developing future projects, whether for new buildings or renovation projects. Describing the field of investigation (the collection of experiences that make up the data pool to be used) and defining how this field is queried (filtering out anomalies and enhancing relevant data) is a fundamental step in the innovation process described here. This phase, along with validating the model through the analysis

of specific case studies, must be driven by continuous improvement and ongoing verification of the initial references. It becomes evident how risky the use of AI can be when delegating the definition of guidelines to algorithms: such guidelines would inevitably be based on average and median data, while architectural design must constantly strive to move beyond standards to develop ever-better solutions for higher levels of social, economic, and environmental quality.

Critical Issue: Infodemic

Structuring a reliable working method is essential to counteract the excess of data (as not all data is equally valid or useful). Equally important is the governance of the tools available, by defining the almost infinite tasks that AI can be assigned: data classification, variable estimation, structuring of unstructured data, anomaly detection, information retrieval within models (Zheng & Fischer, 2023). However, the performance of a project is undeniably a function of the accuracy of the model used to search for data with the correct or expected value.

Data quality is another fundamental parameter: designing using survey-derived data is vastly different from designing with data generated artificially through calculations, which are typically derived from accumulation and analysis of averages and medians. To understand the dangers of uncritical use and unstructured communication of all this data, we must consider the concept of “infodemic”. This term, recently examined in a series of discussions and publications by the WHO, refers to the phenomenon where, in the absence of high-quality healthcare information, low-quality healthcare information spreads rapidly, negatively affecting health-related decisions made by citizens. The most exemplary case is linked to the Covid-19 emergency, but this definition also applies well to the issue of infodemic in current BIM projects. To develop projects that meet the needs of the National Health Service, a thorough regulatory analysis is essential¹. This allows the identification of minimum requirements for homogeneous functional areas and their relationships with spatial domains. These minimum requirements and spatial relationships can be studied with specific information, such as regional distinctions and the types of healthcare facilities. Conducting this analysis in relation to the evolution of regulations helps identify key topics most affected by changes and transformations: safety, well-being, flexibility, and environmental sustainability.

Method

We define the “organizational model” as the set of rules, operational mechanisms, strategic planning and organizational strategies, activities, and objectives to be achieved. It is developed based on the specific internal structure’s users and socio-assistance needs (img. 03). According to the guide-

lines provided by AGENAS of the Ministry of Health, an organization and an appropriate internal layout aimed at reducing construction, maintenance, and management costs require a refined granularity of homogeneous functional areas, divided into the following sectors: special diagnostic and treatment services, operating block, emergency and urgent care, inpatient wards, maternity services, and general services. Additionally, assigning appropriate responsibilities for coordinating professional and instrumental resources, interacting with healthcare management, actively involving the technical component in corporate planning, and identifying the minimum requirements for staffing and qualification in technical sectors are further necessary elements for improving technical governance in healthcare (Pedrini, 2018). Within a hospital, flow management is a fundamental aspect that must be organized based on the requirements of the organizational model and the relationships between different spatial domains. The main flow types to be considered, according to AGENAS, include the movement of medical personnel, staff, patients, logistical and general services (img. 04). Finally, defining the specific project scope involves considering: the strategic framework, understood as a comprehensive knowledge of the state-of-the-art services available in the market; the requirements and performance framework, which encompasses the social and economic needs and requests of the client; the technical and technological framework, including details related to engineering and system integration; the management framework, which consists of structured activities throughout the entire nominal life of the facility. These subsets interact and contribute to the systematic implementation of the asset, subsequently influencing human-building interactions by adapting, evolving, and improving human experiences and building behavior. To enable a structured visualization of the spatial breakdown of the facility, the IFC taxonomy has been employed. The *IfcSite*, *IfcBuilding*, *IfcBuildingStorey*, *IfcSpace*, *IfcGroup*, and *IfcZone* classes (img. 05) have been selected as they best suit the spatial decomposition of a healthcare environment. This ensures that every element and its related information are uniquely defined within the informational model, making them easily accessible and analyzable both by operators, using open-source tools, and by AI (img 06).

BIM-AI: Current Applications and Future Prospects

BIM and AI support technical requirements and enable the management of vast amounts of data, ultimately placing users at the center of the design process. This approach, referred to as “sympathetic design,” “integrates the empathetic perception of spaces and relationships with advanced information modeling technology” (Farrugia, 2024). By doing so, it enhances

the management of movement flows, increasing both safety and user comfort. BIM models, in addition to being essential for organizing, managing, and overseeing the various phases of the design process, can be integrated with AI-driven IoT intelligent control systems. These integrations allow operational systems to dynamically adjust energy usage based on real-time needs, significantly improving sustainability efforts. Moreover, they can calculate CO₂ emissions, assess environmental impact, and optimize the building’s lifecycle—from design to operation—enhancing maintenance efficiency and environmental sustainability (Alavi et al., 2024). For healthcare facilities, predictive maintenance and lifecycle management are critical concerns. By incorporating BIM models with AI-driven predictive analytics, building lifecycle management becomes more intuitive and efficient. AI facilitates proactive and predictive maintenance, reducing costs and extending infrastructure durability. These models not only enhance the management and maintenance of healthcare structures but also empower professionals, enriching expertise and improving project quality. This transformation lays the groundwork for digital innovation that can be replicated across the entire construction industry. Looking ahead, it is crucial for the engineering, architecture, and development communities to continue collaborating in refining and adapting these tools to create global solutions that address the evolving needs of society. This tested and refined approach within the healthcare sector can be extended to other construction domains, helping to tackle the broader challenges of modern building design.*

NOTES

1 – The World Health Organization (2023) recommends integrated sustainable management supported by predictive design tools to enhance the social and natural context of the territorial context and the functional design of flows. Flexibility and resilience of structures are at the service of prevention, safety, comfort and digitalization.