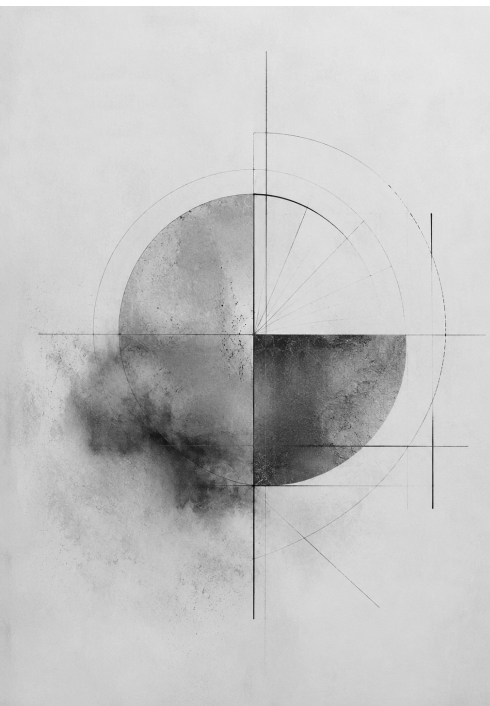




A cura di  
Gian Luca Brunetti Laura Daglio  
Andrea Tartaglia

Tecnologia  
per un futuro  
da costruire

BIBLION  
edizioni

SITdA - Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura nasce nel 2007 per costituire un'ampia e inclusiva rete di studiosi e docenti universitari afferenti all'area della Tecnologia dell'Architettura con la finalità di collegare università, professioni, istituzioni; attuare politiche di ricerca di alto profilo; sedimentare nel settore disciplinare una cultura dell'internazionalizzazione; divulgare la ricerca; promuovere un approccio multi e transdisciplinare della Tecnologia dell'Architettura; contribuire ai processi normativi; assistere le istituzioni nel controllo e nella valutazione della qualità edilizia; cooperare con il sistema educativo nazionale nella formazione; fungere da riferimento culturale; valorizzare l'eccellenza.

**Gian Luca Brunetti.** Professore Associato di Progettazione Tecnologica e Ambientale dell'Architettura (Politecnico di Milano). Svolge attività di ricerca sui temi del riscaldamento e raffrescamento passivo, delle tecnologie per l'autocostruzione e dei metodi di progettazione basati sulla previsione delle prestazioni.

**Laura Daglio.** Professore Associato di Progettazione Tecnologica e Ambientale dell'Architettura (Politecnico di Milano). Svolge attività di ricerca sui temi della sostenibilità alla scala architettonica e urbana e dell'adattabilità negli interventi di nuova costruzione e rigenerazione del patrimonio pubblico e privato.

**Andrea Tartaglia.** Professore Ordinario di Progettazione Tecnologica e Ambientale dell'Architettura (Università di Catania). Svolge attività di ricerca all'interno di scenari complessi con riferimento all'ambito tecnologico e le sue correlazioni di carattere socio-ambientale, procedurale e normativo.

Collana  
TECNOLOGIA ARCHITETTURA TERRITORIO

## **Collana TECNOLOGIA ARCHITETTURA TERRITORIO**

*direzione: Fabrizio Schiaffonati, Elena Mussinelli*

*direzione editoriale: Raffaella Riva*

*comitato scientifico: Filippo Angelucci, Marco Biraghi, Roberto Bolici, Eliana Cangelli, Giovanni Castaldo, Laura Daglio, Daniele Fanzini, Luigi Ferrara, Matteo Gambaro, Franz Graf, Francesco Karrer, Massimo Lauria, Mario Losasso, Maria Teresa Lucarelli, Massimo Perriccioli, Andrea Tartaglia, Fabrizio Tucci, Gianni Verga*

*redazione: Martina Mulinacci*

### **Tecnologia per un futuro da costruire**

*a cura di*

Gian Luca Brunetti, Laura Daglio, Andrea Tartaglia

*in copertina*

Suggerione sul tema Qualità e Progetto, immagine sviluppata con ChatGPT 5.5

Progetto grafico: Martina Mulinacci

ISBN 978-88-3383-585-3

L'opera è stata sottoposta al processo di *double blind peer review*.

La descrizione del processo di validazione scientifica è consultabile nel sito editore al seguente link: <https://www.biblionedizioni.it/architettura/>

© Copyright degli Autori

Pubblicato nel mese di giugno 2026

BIBLION edizioni Srl

Via G. Govone, 70 - 20155 Milano

[www.biblionedizioni.it](http://www.biblionedizioni.it)

[info@biblionedizioni.it](mailto:info@biblionedizioni.it)

CC BY-ND 4.0 International Attribution - Non commercial - No Derivatives



# **Tecnologia per un futuro da costruire**

**a cura di**

Gian Luca Brunetti

Laura Daglio

Andrea Tartaglia

# Indice

## Introduzione

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Le sfide della Tecnologia dell'Architettura - <i>Mario Losasso</i> | 10 |
| Tecnologia e qualità - <i>Andrea Campioli</i>                      | 14 |

## 1. Qualità e progetto

|                                                                                                                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.1 Qualità e progetto per l'architettura - <i>Giovanni Castaldo, Andrea Tartaglia</i>                                                                                                                                                       | 30  |
| 1.2 Qualità e progetto nel Green City Approach. Linee guida, strategie, soluzioni per una nature positive city - <i>Fabrizio Tucci, Valeria Cecafofso, Gaia Turchetti, Marco Giampaoletti</i>                                                | 39  |
| 1.3 Qualità Progetto Circolarità. Strumenti, criticità e prospettive di ricerca - <i>Elisabetta Ginelli, Alessandro Marco Greco</i>                                                                                                          | 52  |
| 1.4 Applicazione dell'intelligenza artificiale nel conceptual design per incrementare la qualità progettuale dell'ambiente costruito: opportunità e sfide - <i>Angelo Figliola, Maurizio Barberio</i>                                        | 64  |
| 1.5 Qualità dell'abbastanza e plusvalore del progetto - <i>Renata Valente, Roberto Bosco, Savino Giacobbe</i>                                                                                                                                | 76  |
| 1.6 Il ruolo dell'industrializzazione oggi per la residenza, tra assemblaggio a secco, sostenibilità sociale e certezza del risultato - <i>Gianluca Pozzi</i>                                                                                | 87  |
| 1.7 Progettare la qualità del paesaggio urbano, tra neutralità climatica, equilibri ecosistemici e valori culturali - <i>Elena Mussinelli, Raffaella Riva, Davide Cerati, Daniela Oreni, Dina Jovanovic, Marco Scaioni, Manuel Garramone</i> | 102 |
| 1.8 Qualità percepita e qualità vissuta. La rigenerazione del patrimonio abitativo come processo circolare e adattivo - <i>Cristiana Cellucci</i>                                                                                            | 115 |
| 1.9 Tecnologie, processi e strumenti per migliorare la qualità delle costruzioni con biomateriali - <i>Giulia Marchiano, Francesca Ciampa, Camilla Bottero</i>                                                                               | 128 |

|      |                                                                                                                                                           |     |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.10 | Second hand materials for second hand architecture: promuovere la circolarità dei processi per affrontare le sfide ambientali - <i>Monica Cannaviello</i> | 142 |
| 1.11 | Approcci integrati per progettare spazi aperti di qualità - <i>Claudia de Biase, Rossella Franchino, Caterina Frettoloso, Giuseppe Guida</i>              | 155 |
| 1.12 | Qualità e progetto: un orizzonte in evoluzione - <i>Eugenio Arbizzani, Serena Baiani</i>                                                                  | 165 |

## 2. Qualità e controllo

|     |                                                                                                                                                                                                                                                  |     |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.1 | Tra controllo della qualità e qualità del controllo - <i>Gian Luca Brunetti, Alessio Battistella</i>                                                                                                                                             | 182 |
| 2.2 | La qualità dell'architettura: tra procedure di assegnazione e verifica del progetto - <i>Roberto Bolici, Matteo Gambaro</i>                                                                                                                      | 192 |
| 2.3 | Gestione della qualità, tra statuti teorici e strumentazione digitale - <i>Daniele Fanzini, Angelo De Cocinis</i>                                                                                                                                | 204 |
| 2.4 | Intelligenza artificiale e partecipazione attiva: ottimizzare le fasi del processo edilizio tramite tecnologie digitali e modelli organizzativi innovativi - <i>Antonio Cristino, Antonio Vasapollo</i>                                          | 214 |
| 2.5 | Le metriche a supporto del circular design. Gli indicatori di circolarità come strumenti per il controllo della qualità del progetto in ottica multiscale - <i>Paola Altamura, Giada Romano, Marco Antonini, Gabriele Rossini, Serena Baiani</i> | 225 |
| 2.6 | Qualità tra processo e progetto. I concorsi e gli strumenti procedurali per la costruzione delle nuove chiese italiane - <i>Francesca Daprà</i>                                                                                                  | 239 |
| 2.7 | FUTURA. Quali indirizzi per la scuola di domani. Tra progettualità e innovazione - <i>Paola Gallo, Rosa Romano, Alessandra Donato</i>                                                                                                            | 251 |
| 2.8 | Criticità del progetto di edilizia sanitaria nelle diverse fasi del processo. Il caso degli interventi del PNRR - <i>Laura Sacchetti, Roberto Di Giulio</i>                                                                                      | 263 |
| 2.9 | Progetto e controllo: la qualità nello student accommodation - <i>Oscar Eugenio Bellini, Marianna Arcieri, Maria Teresa Gullace</i>                                                                                                              | 273 |

|      |                                                                                                                                                                     |     |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.10 | Pre e post occupancy evaluation come strumento per la qualità e il controllo del progetto - <i>Chiara Tagliaro, Alice Paola Pomè, Alessandra Migliore</i>           | 284 |
| 2.11 | L'integrazione dei componenti trasparenti nei sistemi di involucro evoluto: uno strumento predittivo a supporto dell'attività progettuale - <i>Valentina Frighi</i> | 295 |
| 2.12 | Nuove istanze di qualità e innovazione dei sistemi di controllo - <i>Valeria D'Ambrosio, Massimo Lauria</i>                                                         | 304 |

### 3. Qualità e informazione

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.1 | Qualità dell'informazione, informazione di qualità - <i>Laura Daglio, Giulia Vignati</i>                                                                                                                                                                                                             | 316 |
| 3.2 | Ricerca e qualità dell'informazione nelle riviste scientifiche: prassi e indicatori per la disseminazione del progetto tecnologico e ambientale dell'architettura - <i>Francesca Anania, Nazly Atta, Giovanni Castaldo, Maria Fabrizia Clemente, Serena Giorgi, Giuseppe Mangano, Giulia Vignati</i> | 329 |
| 3.3 | Tecnologie fragili. Qualità dei dati e affidabilità dei prodotti nella quarta rivoluzione industriale - <i>Monica Lavagna</i>                                                                                                                                                                        | 343 |
| 3.4 | Integrità storica e valore materico ed energetico del patrimonio - <i>Luciana Mastrodonardo, Andrea Benedetti</i>                                                                                                                                                                                    | 353 |
| 3.5 | Qualità dell'abitare. Resistere alla crisi della città - <i>Alberto De Capua</i>                                                                                                                                                                                                                     | 368 |
| 3.6 | Comunicazione multistakeholder per la transizione ecologica: approcci, esperienze e risultati della ricerca europea - <i>Maria Beatrice Andreucci, Marco Delli Paoli</i>                                                                                                                             | 379 |
| 3.7 | Qualità e informazione. Un binomio complesso - <i>Filippo Angelucci, Pietromaria Davoli</i>                                                                                                                                                                                                          | 399 |

### Conclusioni

|  |                                                                                                                                           |     |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|  | Il contributo della Tecnologia dell'Architettura per una nuova qualità dell'ambiente costruito - <i>Ernesto Antonini, Roberto Bologna</i> | 412 |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

## **1.4 APPLICAZIONE DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NEL CONCEPTUAL DESIGN PER INCREMENTARE LA QUALITÀ PROGETTUALE DELL'AMBIENTE COSTRUITO: OPPORTUNITÀ E SFIDE**

Angelo Figliola<sup>1</sup>, Maurizio Barberio<sup>2</sup>

### *Introduzione*

I recenti progressi tecnologici hanno accelerato in modo significativo lo sviluppo di diversi strumenti di *Artificial Intelligence* (AI) trasformando profondamente un'ampia gamma di discipline, tra cui l'architettura, l'ingegneria e il design industriale. Conversare con l'intelligenza artificiale, generare immagini a partire da prompt testuali, "addestrare" modelli predittivi: questa abbondanza tecnologica segna la nuova frontiera delle professioni tecniche e creative creando uno step ulteriore rispetto ai processi computazionali *Data-Driven* (Deutsch, 2015) e *Performance-Based* (PB) (Shi, 2010) che oramai rappresentano realtà consolidate.

L'adozione delle nuove tecnologie legate alla AI, da un lato favorisce la creatività progettuale nella fase *early-stage* promuovendo un approccio olistico e transdisciplinare, dall'altro potrebbe fornire soluzioni efficaci a questioni spinose legate alla transizione digitale ed ecologica e di conseguenza rappresentare un volano per l'incremento della qualità progettuale intesa come "esito di un coerente sviluppo progettuale che recepisca le esigenze di carattere funzionale, sociale e formale poste a base della ideazione e della realizzazione dell'opera e che garantisca il suo armonico inserimento nell'ambiente circostante", disegno di

<sup>1</sup> Angelo Figliola è RTdA in Progettazione Tecnologica e Ambientale dell'Architettura presso il Dipartimento di Pianificazione, Design, Tecnologia dell'Architettura della Sapienza Università di Roma.

<sup>2</sup> Maurizio Barberio è Senior Research Fellow presso il Politecnico di Bari.

legge recante *Legge Quadro sulla Qualità Architettonica*. Tuttavia, risulta fondamentale adottare nella fase concettuale una metodologia orientata alla "salvaguardia", tesa a ridurre il tasso di fallimento di una proposta progettuale in aspetti che incidono sulla qualità del prodotto finale. A tal fine, è necessario che i progettisti dispongano di strumenti adeguati a supportarli nelle scelte, in particolare nella fase del *conceptual design* in quanto questa fase del processo progettuale ha un'influenza significativa sul risultato finale.

Pertanto, il saggio indaga le potenzialità e le sfide legate all'impiego dei recenti strumenti di AI come *booster* per la qualità progettuale, considerando alcuni aspetti specifici della valutazione della qualità in ambito architettonico che possono essere rintracciati nella relazione illustrativa della relativa legge quadro sulla qualità del progetto architettonico, con l'intento di fornire una valutazione critica della loro applicabilità nell'ambito della progettazione architettonica e ambientale. Poiché, a nostro avviso, non esiste ancora una letteratura scientifica sufficientemente sviluppata sull'impiego sistematico dell'AI nel *conceptual design*, il presente contributo adotta un approccio critico-bibliografico basato su fonti *peer-reviewed*, con l'obiettivo di restituire un'analisi comparativa aggiornata delle opportunità e delle sfide emergenti.

### *Qualità nei processi progettuali e il ruolo dell'innovazione*

L'innovazione è considerata un elemento essenziale per promuovere la prosperità economica e migliorare la qualità della vita, soprattutto nei paesi industrializzati. Questo principio si riflette in maniera significativa nel settore delle costruzioni, dove la qualità del progetto si basa sempre più sull'integrazione di processi innovativi e tecnologici. La cooperazione tra gli attori della filiera e l'adozione di approcci interdisciplinari sono i punti nodali per una progettazione orientata al miglioramento continuo della qualità architettonica, garantendo anche sostenibilità ambientale ed efficienza operativa. In tal senso, le linee guida per la qualità architettonica elaborate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSLLPP) rappresentano un importante punto di riferimento normativo, sottolineando la necessità di un approccio interdisciplinare, in particolare riguardo a temi come

la sicurezza sismica, la resilienza urbana e la sostenibilità ambientale. Pertanto, un approccio olistico al progetto richiede di considerare l'intero ciclo di vita dell'edificio, dalla fase di ideazione e progettazione fino a quella di manutenzione, rinnovo e dismissione. Ne consente che per garantire la qualità del progetto, è essenziale una cooperazione stretta tra i diversi attori della filiera, come progettisti, fornitori e imprese di costruzione. La collaborazione può avvenire attraverso partenariati orizzontali, che coinvolgono attori dello stesso livello della filiera, o partenariati verticali, che comprendono attori operanti in diverse fasi del ciclo di vita del progetto (Campioli, 2011). La stretta collaborazione tra i diversi attori della filiera contribuisce a formare la cosiddetta intelligenza collettiva, concetto introdotto da Lévy nel 1994, che gioca un ruolo cruciale nei processi di innovazione del settore edilizio. Si tratta di un modello di collaborazione che valorizza le competenze di tutte le forze in campo, consentendo loro di affrontare problemi complessi in modo più efficace. In questo contesto, la digitalizzazione e l'uso delle tecnologie informatiche si rivelano strumenti essenziali per attivare questa intelligenza collettiva, migliorando la gestione e l'efficienza del progetto.

### *Tecnologie digitali AI nel conceptual design: metodi e strumenti*

L'AI è una tecnologia emergente basata sull'impiego di algoritmi, istruzioni automatizzate, che simulano i processi di apprendimento e processo decisionale del cervello umano. Metodi e strumenti correlati con la AI sono diventati parte integrante delle tecnologie digitali impiegate per la progettazione architettonica e ambientale (Ferrante & Romagnoli, 2023).

Il termine generico AI ingloba un'ampia gamma di tecnologie con un grado di complessità crescente, tra le quali troviamo il *Machine Learning* (ML), algoritmi con capacità di autoapprendimento senza una programmazione specifica, *Deep Learning* (DL) e *Reinforcement Learning* (RL), ossia algoritmi che impiegano reti neurali artificiali per adattarsi e apprendere da vaste quantità di dati senza istruzioni specifiche (Vissers-Similon et al., 2024). Algoritmi di ML vengono attualmente impiegati per integrare la progettazione archi-

tettonica, a diverse scale, e l'analisi delle prestazioni ambientali sfruttando la capacità degli stessi di analizzare una vasta quantità di dati e utilizzare questi ultimi per predire le prestazioni evitando processi di simulazione complessi e *time consuming* (Galanos, 2019) aprendo, di fatto, alla democratizzazione dei processi *datadriven* e PB. Attualmente sono presenti innumerevoli soluzioni sul mercato, tra le quali Autodesk Forma, Digital Blue Foam, Infrared, Vitras AI, che permettono di esplorare diverse varianti progettuali, grazie all'integrazione con i principali software di modellazione tridimensionale in commercio, per poi compararle sulla base di *Key Performance Indicators* (KPIs) specifici definiti dal progettista e dagli *stakeholder*. Processi di ML, DL e RL, vengono utilizzati per valutare in maniera speditiva *benchmark* progettuali al variare dei parametri che descrivono una specifica soluzione progettuale, dal comparto urbano al sistema tecnologico di facciata, per poi selezionare quella in grado di ottimizzare l'efficienza energetica senza aumentare i costi di costruzione (Karimi et al., 2024). Alla base di tali processi c'è un modello digitale parametrico attraverso cui generare le varianti da esplorare e quindi un controllo del progettista per quello che concerne *layout* funzionale, geometria e materiali (Edocia et al., 2025).

L'impiego estensivo di algoritmi di DL su vaste quantità di dati multimodali è alla base dello sviluppo dei *Large Language Models* (LLMs), ampiamente utilizzati in diversi ambiti professionali e di ricerca (Rane, 2023). I LLMs sono alla base dello sviluppo di soluzioni commerciali come ChatGPT e Gemini, garantendo il funzionamento di varie applicazioni di elaborazione del linguaggio naturale. Numerose ricerche impiegano tali modelli per espletare una serie di operazioni volte all'automazione dei processi e a coadiuvare il *datadriven decision making*, quali ad esempio l'interrogazione ed esplorazione di *dataset* e database esterni, la strutturazione di dati e la generazione di parametri attraverso apposite funzioni. L'AI generativa impiega modelli di DL in grado di creare autonomamente contenuti originali su richiesta, come testi, immagini, video, audio o codice software, in risposta al prompt o alla richiesta di un utente. Tale tecnologia è alla base dello sviluppo di software quali Midjourney, DALL-E, Adobe Firefly, Flux (Krea.ai) e Comfy UI, che permettono di generare immagini da prompt testuali. In particolare, l'innovazione più dirompente riguarda l'im-

piego sempre più diffuso dell'AI Generativa basata sull'uso di *Generative Adversarial Networks* (GAN). Ricerche come l'esplorazione dell'architettura neurale di Matias del Campo sottolineano il potenziale di tale approccio che favorisce un'interazione dinamica tra materialità ed espressione simbolica (del Campo & Leach, 2022; del Campo, 2022).

*Dai processi performance based a quelli user centered nell'era della AI*

Negli ultimi anni, il campo della progettazione architettonica e ambientale ha vissuto un significativo cambiamento di paradigma, passando dalla logica prestazionale, *Performance-Based Design* (PBD), a un approccio olistico e maggiormente centrato sull'utente (Rossi & Attaianese, 2023; Zhang et al., 2024). Questo passaggio è particolarmente rilevante nella fase di *conceptual design*, dove le decisioni influenzano profondamente l'esito finale dell'opera ed incidono inevitabilmente sulla qualità del prodotto finale.

Adottando la logica PB, l'attenzione dei progettisti è focalizzata su metriche quantificabili come l'efficienza energetica, la resistenza strutturale e altri parametri tecnici con l'intento di migliorare e massimizzare le prestazioni dell'edificio, privilegiando un approccio quantitativo basato su *benchmark* oggettivamente misurabili, che privilegiano l'efficienza ma trascurano la *human experience* e le esigenze specifiche degli occupanti in relazione al contesto.

L'approccio moderno coadiuvato dall'innovazione digitale, invece, pone l'utente e, in generale, gli *stakeholder* al centro del processo di progettazione considerando non solo le prestazioni tecniche, ma anche le esigenze, le esperienze e il *comfort* degli occupanti. Questo metodo tiene conto di aspetti urbanistici, architettonici, psicologici e socioculturali, riconoscendo l'importanza di creare spazi che rispondano alle reali necessità delle persone estendendo l'area di analisi ed intervento dall'edificio alla comunità.

Un elemento chiave di questo nuovo paradigma è l'analisi dei dati sul comportamento e sulle preferenze degli utenti attraverso strumenti avanzati di raccolta e analisi. La progettazione partecipativa svolge un ruolo fondamentale in questo contesto: la collaborazione tra progettisti e utenti, consentendo una co-progettazione più efficace creando una

base di dialogo comune. Questo coinvolgimento attivo degli utenti nel processo decisionale assicura potenzialmente che le soluzioni progettuali siano in linea con la qualità attesa, le loro aspettative e necessità. In questo caso, l'approccio olistico amplia ulteriormente la prospettiva progettuale in quanto i dati raccolti e utilizzati nel *data driven decision making* non riguardano solo l'edificio, ma anche il contesto ambientale, sociale ed economico. Questo permette una visione più completa e integrata, in cui l'edificio non è un elemento isolato, ma parte di un sistema complesso che dovrebbe quindi integrarsi armoniosamente con l'ambiente circostante in modo da contribuire positivamente allo sviluppo sociale e culturale della comunità.

Il passaggio dalla logica PB a quella *user centered* rappresenta, dunque, un'evoluzione significativa nel modo in cui affrontiamo la progettazione. Il *paradigm shift* dell'era tecnologica contemporanea rappresenta una risposta alle sfide contemporanee dell'architettura che sono alla base della redazione della bozza di legge 18/04/2024 n. 1112. Questa evoluzione riflette una crescente consapevolezza dell'importanza di progettare non solo edifici performanti, ma anche spazi che siano in sintonia con le esigenze dell'utenza e che contribuiscano positivamente alla società e all'ecosistema ampliando sensibilmente il concetto di qualità progettuale.

### *AI nel Conceptual Design: opportunità e prospettive*

L'introduzione della AI nel campo del *conceptual design* sta aprendo nuove prospettive nel mondo dell'architettura come volano per incrementare la qualità progettuale (Peña et al., 2021). In particolare, l'uso dell'AI generativa offre numerose opportunità per supportare l'intelligenza collettiva, come definita da Pierre Lévy, al fine di migliorare la qualità dei progetti architettonici e ingegneristici. Questi strumenti permettono ai team di progettisti di esplorare rapidamente soluzioni che altrimenti richiederebbero molto più tempo per essere messe a punto, migliorando la fase esplorativa e promuovendo un dialogo più ricco tra i vari attori coinvolti nel progetto, favorendo l'innovazione tramite la collaborazione tra uomo e macchina. Infatti, uno dei maggiori ostacoli all'intelligenza collettiva precedente citata è la difficoltà

di prendere decisioni informate e coordinate in modo efficiente. L'AI, analizzando in tempo reale dati storici e le nuove informazioni a disposizione, può fornire raccomandazioni predittive che aiutano i team a scegliere le soluzioni migliori per ogni progetto, permettendo agli stessi di effettuare simulazioni di scenari complessi, fornendo valutazioni *ex ante* delle performance di un progetto.

Un contributo fondamentale a questa discussione è dato dai lavori di John Gero, che con il suo *Function-Behaviour-Structure (FBS) Model* ha sviluppato un quadro concettuale per comprendere come le interazioni tra funzione, comportamento e struttura possano essere ottimizzate nei processi di progettazione (Gero, 1990). Il modello FBS, in seguito implementato con il concetto di *situatedness* in un successivo lavoro di Gero e Kannengiesser (2004), evidenzia l'importanza dell'adattamento del progetto all'ambiente in cui è situato. La Generative AI può essere vista come un potenziamento di questo modello, fornendo soluzioni progettuali basate su dati in tempo reale e su simulazioni che migliorano la qualità complessiva del *design* garantendo una migliore integrazione nel contesto (Vermaas & Dorst, 2007).

Sebbene le possibilità applicative siano molteplici, una delle principali opportunità offerte da questa tecnologia disruptive è il potenziamento delle possibilità creative nella fase preliminare del processo progettuale (Albukhari, 2025). Grazie all'AI, gli architetti possono espandere tali possibilità, accedendo a nuove prospettive e fonti di ispirazione utilizzando "linguaggi" differenti come il *text to image*. La generazione semiautomatica di molteplici soluzioni progettuali consente di valutare idee che altrimenti potrebbero rimanere inesplorate stimolando processi potenzialmente innovativi e permettendo ai professionisti di andare oltre i limiti tradizionali dei processi progettuali consolidati (Emad, 2025).

Un'altra opportunità significativa è l'aumento dell'efficienza nei processi progettuali. L'AI può automatizzare compiti ripetitivi e analitici, liberando tempo prezioso da dedicare alla fase ideativa, volta alla definizione della migliore strategia progettuale, aumentando inoltre la produttività dei gruppi di lavoro. Gli architetti possono così concentrarsi sugli aspetti più critici e innovativi del progetto, migliorando la qualità complessiva degli *output* progettuali.

Operando come assistente del progettista, l'AI può contribuire a ridurre l'incertezza che accompagna molto spesso le decisioni progettuali, basando quest'ultima sulla elaborazione intelligente di un gran numero di dati, fornendo strumenti pratici e *user friendly* per affrontare scenari complessi (Paterakis & Manoudaki, 2025). L'accesso a dati dettagliati sulle prestazioni energetiche, sui costi e sulle preferenze degli utenti migliora la qualità delle scelte progettuali, rendendo possibile una pianificazione più informata e strategica. Questo approccio *data driven* consente di prevedere meglio le implicazioni delle decisioni prese e di adattare il progetto in modo più efficace alle esigenze reali, garantendo che il risultato finale sia un edificio che soddisfa pienamente le aspettative funzionali, sociali e formali.

L'implementazione della AI nei processi PB contribuisce all'ottimizzazione delle prestazioni degli edifici permettendo l'analisi simultanea di numerose variabili progettuali a partire dal *layout* funzionale. Questo porta alla realizzazione di edifici più performanti e sostenibili, che rispondono alle esigenze attuali di riduzione dell'impatto ambientale e di utilizzo responsabile delle risorse. Questo contribuisce in modo sostanziale agli obiettivi globali di decarbonizzazione e alla lotta contro il cambiamento climatico.

Infine, l'AI facilita la collaborazione multidisciplinare migliorando la comunicazione tra architetti, ingegneri, urbanisti e altri *stakeholder*, attraverso l'integrazione di dati e processi progettuali in piattaforme digitali. Questo approccio multidisciplinare è essenziale per affrontare le sfide complesse dell'architettura contemporanea, garantendo che tutte le competenze coinvolte siano armonizzate e che il progetto finale sia coerente sotto tutti gli aspetti in campo.

Tra i requisiti che gli edifici devono soddisfare non ci sono solo l'efficienza energetica, il controllo dei costi e il comfort degli utenti, ma anche le regole di sviluppo urbano. Tenere a mente tutte queste complesse interdipendenze quando si cerca una soluzione architettonicamente creativa e di alta qualità ha sempre rappresentato per gli architetti una sfida progettuale, che possono ora superare più agevolmente con il supporto di nuovi strumenti digitali come algoritmi di AI che creano e analizzano automaticamente le varianti di progettazione e che consentono, ad esempio, di aggregare dati relativi alla conoscenza dei contesti geometrici e semantici e l'interpretazione dei parametri dell'edificio, utilizzando l'a-

nalisi spaziale. Non di minore importanza è l'utilizzo della AI per alimentare l'intelligenza collettiva tramite meccanismi di apprendimento collaborativo continuo. La capacità dell'AI di apprendere dalle interazioni tra i membri del team e di archiviare le informazioni derivanti da ogni progetto può migliorare la gestione della conoscenza aziendale e favorire la creazione di una base di dati progettuali utilizzabile in futuro, aiutando aziende e organizzazioni a realizzare miglioramenti partenariati orizzontali e verticali.

### *AI nel Conceptual Design: sfide e criticità*

L'adozione dell'AI nel *conceptual design* rappresenta un *booster* significativo per la qualità progettuale favorendo l'espansione delle capacità creative, soprattutto grazie all'AI generativa, l'ottimizzazione delle prestazioni oggettivamente misurabili e la promozione di un più ampio concetto di sostenibilità che abbraccia considerazioni ambientali, socio-culturali e di integrazione con il contesto. All'interno di questo scenario, la comparazione tra *PB design* e *user centered design* evidenzia l'importanza di un approccio integrato, che l'AI può sicuramente facilitare creando un base di dialogo comune tra i diversi *stakeholder* coinvolti nel processo progettuale.

Per sfruttare appieno il potenziale dell'AI nel *conceptual design*, è fondamentale investire nella formazione dei professionisti, promuovere un uso etico dell'AI, favorire la collaborazione multidisciplinare e coinvolgere attivamente gli utenti nel processo progettuale.

Una delle principali sfide riguarda le questioni etiche e il potenziale ridimensionamento del ruolo del progettista nel processo progettuale: l'AI, con la sua capacità di analizzare enormi quantità di dati e generare molteplici soluzioni progettuali informate da questi ultimi, potrebbe ridurre il ruolo creativo dell'architetto, trasformandolo in un semplice supervisore di processi automatizzati e portando a una parziale omogenizzazione dei risultati. A tal fine, è fondamentale assicurarsi che l'AI rimanga uno strumento al servizio dei professionisti come supporto al processo decisionale, potenziando la loro creatività anziché sostituirla.

La complessità tecnologica può rappresentare una ulteriore barriera di ingresso significativa per molti professio-

nisti, in quanto l'implementazione efficace di queste tecnologie richiede competenze specialistiche che non tutti possiedono. Questo aspetto pone l'accento sulla necessità di investire nella formazione continua, affinché i progettisti acquisiscano le conoscenze necessarie per utilizzare gli strumenti di AI in modo competente. Inoltre, rendere questi strumenti più accessibili e intuitivi è essenziale per facilitare la loro adozione su larga scala e garantire che non diventino appannaggio di una ristretta *élite* tecnologica.

L'introduzione dell'AI richiede non solo l'adozione di nuovi strumenti, ma anche un ripensamento dei flussi di lavoro e delle dinamiche di team più legati ai processi progettuali consolidati. Per superare queste resistenze, è importante gestire attentamente la transizione, coinvolgendo attivamente tutti gli *stakeholder* e dimostrando i benefici tangibili che l'AI può apportare al processo progettuale. In sintesi, l'AI rappresenta una risorsa preziosa nel *conceptual design*, offrendo opportunità che spaziano dall'incremento della creatività all'ottimizzazione delle prestazioni, dall'efficienza dei processi alla sostenibilità ambientale, fino alla facilitazione della collaborazione multidisciplinare. Abbracciare queste opportunità permette agli architetti di innovare, migliorare la qualità dei progetti in chiave olistica e transdisciplinare.

### *Acknowledgements*

Gli autori sono indicati come primo e co-primo autore nella preparazione dell'articolo. L'articolo potrebbe contenere parti estratte da ChatGPT 4.0, poiché l'uso dei LLM costituisce una componente essenziale del lavoro.

### **References**

- Albukhari, I.N. (2025), "The role of artificial intelligence (AI) in architectural design: a systematic review of emerging technologies and applications", *Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture*, online first.
- Campoli, A. (2011), "Qualità dell'architettura: innovazione, ricerca tecnologica e progetto", *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 1, pp. 62-69.

- Del Campo, M. (2022), *Neural Architecture: Design and Artificial Intelligence*, Applied Research and Design Publishing, San Francisco, CA.
- Del Campo, M. and Leach, N. (2022), *Machine hallucinations: architecture and artificial intelligence*, John Wiley and Sons, New York, NY.
- Deutsch, R. (2015), *Data-driven design and construction: 25 strategies for capturing, analyzing and applying building data*, Wiley, London, UK.
- Edocia, M., Tandra, K., Go, C., Salim, N.C., Chang, Y.-T. and Hsieh, S.-H. (2025), "A generative design workflow for residential building: a comparative study", *Proceedings of the 29th Symposium on Construction Engineering and Management*, Kaohsiung, Taiwan, July 2025.
- Emad, S., Aboulmaga, M., Wanas, A. and Abouaiana, A. (2025), "The role of artificial intelligence in developing the tall buildings of tomorrow", *Buildings*, vol. 15, n. 5, article 749.
- Ferrante, T. and Romagnoli, F. (2023), "Support or automation in decision-making: the role of artificial intelligence for the project", *TECHNE – Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 25, pp. 68–77.
- Galanos, T. (2019), "Machine-learned regenerative design", in Nabori, E. and Havinga, L. (eds.), *Regenerative design in digital practice*, Eurac Research, Bolzano, Italy, pp. 95–99.
- Gero, J.S. (1990), "Design prototypes: a knowledge representation schema for design", *AI Magazine*, vol. 11, n. 4, pp. 26–36.
- Gero, J.S. and Kannengiesser, U. (2004), "The situated function-behaviour-structure framework", *Design Studies*, vol. 25, n. 4, pp. 373–391.
- Karimi, H., Adibhesami, M.A., Hoseinzadeh, S., Salehi, A., Groppi, D. and Astiaso Garcia, D. (2024), "Harnessing deep learning and reinforcement learning synergy as a form of strategic energy optimization in architectural design: a case study in Famagusta, North Cyprus", *Buildings*, vol. 14, article 1342.
- Paterakis, I. and Manoudaki, N. (2025), "Osmosis: generative AI and XR for the real-time transformation of urban architectural environments", *International Journal of Architectural Computing*, pp. 1–16.
- Peña, M.L.C., Castro, M.L. and Carballal, A. (2021), "Artificial intelligence applied to conceptual design: a review on major research projects", *Automation in Construction*, vol. 122, article 103550.
- Rane, N. (2023), "ChatGPT and Similar Generative Artificial Intelligence (AI) for Building and Construction Industry: Contribu-

- tion, Opportunities and Challenges of Large Language Models for Industry 4.0, Industry 5.0, and Society 5.0", *SSRN Electronic Journal*.
- Rossi, E. and Attaianese, E. (2023), "Research synergies between sustainability and human-centered design: a systematic literature review", *Sustainability*, vol. 15, article 12884.
- Shi, X. (2010), "Performance-based and performance-driven architectural design and optimization", *Frontiers of Architecture and Civil Engineering in China*, vol. 4, n. 4, pp. 512–518.
- Vermaas, P. and Dorst, C. (2007), "On the conceptual framework of John Gero's FBS-model and the prescriptive aims of design methodology", *Design Studies*, vol. 28, n. 2, pp. 133–157.
- Visser-Similón, E., Dounas, T. and De Walsche, J. (2024), "Classification of artificial intelligence techniques for early architectural design stages", *International Journal of Architectural Computing*, vol. 23, n. 2, pp. 387–404.
- Zhang, Y., Chen, J., Liu, H., Chen, Y., Xiao, B. and Li, H. (2024), "Recent advancements of human-centered design in building engineering: a comprehensive review", *Journal of Building Engineering*, vol. 84, article 108529.



BIBLION  
edizioni

A 15 anni di distanza dal Convegno fondativo di SITdA "L'invenzione del Futuro" del 2008, lo scenario esigenziale e le condizioni operative nei quali ricercatori e progettisti svolgono la loro azione si sono significativamente trasformati. Da un lato, il contesto normativo è fortemente cambiato; dall'altro, il progetto rischia di perdere la capacità di governare la qualità architettonica, tecnica ed ecosistemica degli interventi. La grande sfida è quella ambientale, che si declina nelle dimensioni climatica, energetica e delle risorse, e in quella ecologica, per una transizione verso i nuovi modelli circolari.

L'articolato quadro che ne risulta è stato affrontato dal Convegno SITdA del 6 ottobre 2023 "Tecnologia per un futuro da progettare", dal quale il presente volume prende le mosse per esprimere una riflessione critica intorno al tema della qualità nelle costruzioni, evidenziando opportunità e contraddizioni tra gli statuti teorici e operativi del progetto, anche a partire dall'esperienza di ricerca.

La riflessione critica che deriva dai contributi che compongono il presente volume apre a un confronto tra la dimensione auspicata e concettualizzata della qualità e la sua interpretazione e attuazione nel processo edilizio da parte dei suoi attori, esaminata nelle relazioni tra Qualità e Progetto, Qualità e Controllo, e Qualità e Informazione e sotto le differenti prospettive della legislazione, delle normative, dei protocolli, delle pratiche virtuose e delle tendenze operative.