

IA e Disegno: processi ibridi per la rappresentazione digitale

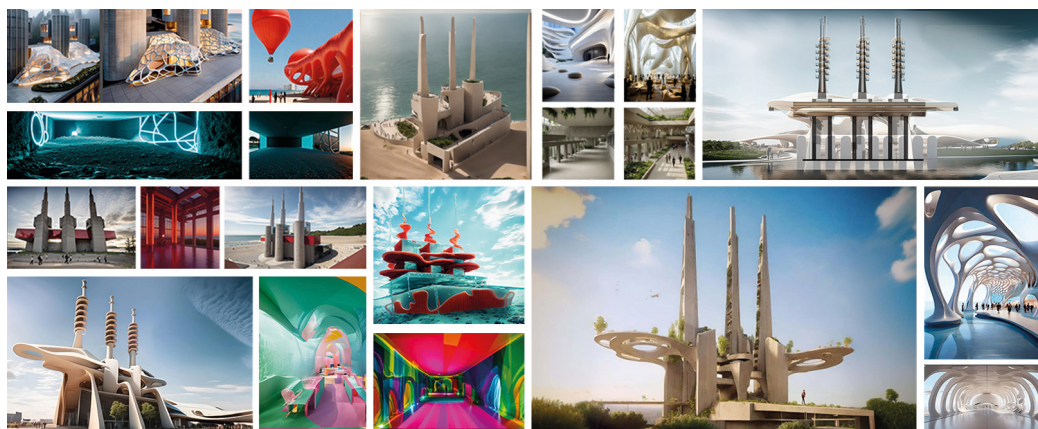
Marco Proietti
Fabio Zollo
Isidro Navarro Delgado
Janina Puig

Abstract

La ricerca propone lo sviluppo di un processo integrato per la rappresentazione, che combina tecniche analogiche, digitali e di generazione artificiale attraverso il caso studio analizzato presso l'Università Politecnica de Catalunya, organizzatrice del Workshop of Artificial Intelligence in Architecture: Digital, Audiovisual and Video Game 'Hub' in Sant Adrià de Besòs a Barcellona. Il processo è stato sviluppato in tre fasi principali attraverso il disegno manuale, la modellazione digitale 3D e le tecniche di generazione artificiale di immagini a partire da prompt descrittivi e grafici. I risultati emersi durante il workshop sono stati analizzati tramite un questionario che ha valutato gli aspetti tecnologici, metodologici e qualitativi con il fine di raccogliere dati che evidenziano il potenziale dell'intelligenza artificiale nel migliorare il processo di ideazione, visualizzazione e rappresentazione di un'immagine. Questo approccio apre scenari di ricerca sia in ambito accademico sia professionale, offrendo una metodologia adattabile alle diverse esigenze.

Parole chiave

IA generativa, disegno, modellazione 3D, rappresentazione digitale, comunicazione visiva.



Collage immagini del
Workshop (elaborazione
grafica di M. Proietti e
F. Zollo).

Introduzione

La rappresentazione visiva è una componente fondamentale della progettazione architettonica, attraverso cui l'idea progettuale prende forma, si sviluppa e si comunica. Storicamente, il disegno analogico, come lo schizzo e lo *sketch*, ha costituito la base del processo creativo, consentendo ai progettisti di tradurre intuizioni astratte in rappresentazioni concrete.

Lo schizzo offre una libertà espressiva che facilita l'analisi e l'iterazione rapida di idee, mentre lo *sketch* rappresenta un primo tentativo di formalizzare queste intuizioni [Goldschmidt 1991]. Gli strumenti digitali hanno trasformato la visualizzazione in un processo dinamico e iterativo, permettendo ai progettisti la modellazione di volumi, la simulazione di materiali e luci con un livello di precisione e realismo senza precedenti.

Con la rivoluzione dell'intelligenza artificiale generativa il processo di rappresentazione visiva ha acquisito una nuova dimensione [Unali 2024]. Tecnologie come il *text-to-image* (T2I) e l'*image-to-image* (I2I) consentono la creazione di contenuti visivi utilizzando modelli di IA pre-addestrati [Unali et al. 2024]. L'integrazione di tre livelli di rappresentazione: analogico, digitale e artificiale, offre una nuova prospettiva sul processo progettuale. Lo schizzo manuale conserva il suo valore come strumento esplorativo, ma può essere potenziato dalla modellazione digitale e dall'uso dell'IA per accelerare la generazione di rappresentazioni visive complesse.

Fondamenti di IA

L'evoluzione dell'intelligenza artificiale (IA) sta trasformando radicalmente il modo in cui concepiamo il disegno e la rappresentazione visiva nell'architettura. Tra le tecnologie più influenti emergono le *Generative Adversarial Networks* (GAN), il machine learning, l'IA generativa e il concetto di *prompting*, strumenti che stanno ridefinendo i paradigmi progettuali e visivi. Le GAN rappresentano una delle innovazioni più rilevanti nel campo IA generativa. Introdotte nel 2014 si basano su un sistema di due reti neurali che operano in competizione tra loro: un generatore, che crea nuovi dati, e un discriminatore, che valuta la qualità di questi dati rispetto a un dataset reale [Goodfellow et al. 2014; Salgado de la Rosa et al. 2024]. Nel contesto architettonico, le GAN vengono utilizzate per generare immagini traducendo parametri quantitativi in visualizzazioni qualitativamente realistiche. Questa metodologia offre la possibilità di esplorare alternative progettuali, ampliando l'immaginario creativo [Radford, Metz, Chintala 2016].

Attraverso algoritmi come le reti neurali profonde (*deep learning*), il machine learning analizza grandi quantità di dati e individua schemi utili per applicazioni pratiche [LeCun, Bengio, Hinton 2015]. Questa capacità di apprendimento autonomo ha aperto nuovi orizzonti per la rappresentazione visiva, consentendo di tradurre *input* complessi in immagini, animazioni e modelli tridimensionali. Ad esempio, strumenti basati su machine learning sono in grado di generare modelli architettonici che integrano dati ambientali e di utilizzo in tempo reale, facilitando processi decisionali più informati [Aguilar et al. 2021]. Un elemento centrale dell'interazione con l'IA generativa è il *prompt*, ossia l'input fornito all'algoritmo, che può essere testuale, visivo o una combinazione di entrambi. Il *prompt* guida l'*output* del modello e richiede un'accurata progettazione per ottenere risultati rilevanti [Flenghi, Proietti 2024].

Caso studio

La Centrale Termoelettrica di Sant Adrià de Besòs (fig. 1), identificata con il soprannome 'Le Tre Ciminiere', è un esempio iconico del patrimonio industriale di Barcellona. Costruita tra il 1970 e il 1976, questa struttura è stata operativa fino al 2011. La centrale, situata lungo la riva sinistra del fiume Besòs, al confine tra i comuni di Badalona e Sant Adrià de Besòs, ospitava tre gruppi termici di 350 MW ciascuno. Le tre ciminiere, alte 200 metri, sono oggi un punto di riferimento visivo e un simbolo della storia industriale della regione. Attualmente, il sito rappresenta una delle sfide più interessanti per la rigenerazione urbana e la valorizzazione del patrimonio post-industriale, con proposte

per la sua trasformazione in uno spazio multifunzionale, che includa aree verdi, centri culturali e infrastrutture educative. Nel Workshop of Artificial Intelligence in Architecture tenutosi presso l'Università Politecnica de Catalunya è stato esplorato il potenziale delle tecnologie IA per reinterpretare e riprogettare la centrale. Le proposte sviluppate includono l'uso di tecniche di IA generativa, come *text-to-image* e *image-to-image*, per immaginare nuove configurazioni degli spazi e per rappresentare visivamente scenari futuri in grado di integrare esigenze culturali, ambientali e sociali.



Fig. 1. Centrale termoelettrica di Sant Adrià de Besòs, Spagna. (fotografie di M. Proietti e F. Zollo).

Sviluppo del processo

Il processo di rappresentazione grafica è iniziato con una fase esplorativa volta a definire un *concept* in grado di rispettare l'identità storica e culturale della Centrale, mantenendo al centro le iconiche tre ciminiere.

1. Prima fase

La prima fase, strutturata in tre parti, è stata quella dell'Integrazione tra Disegno Analogico e IA generativa. Le tecniche utilizzate comprendono:

1.1 Text-to-Image (Prompt)

Piattaforme come DALL-E [1], Leonardo [2], e MidJourney [3] sono strumenti basati su tecnologie di IA generativa che consentono agli utenti di creare immagini a partire da input testuali. Questi strumenti appartengono alla categoria delle applicazioni di IA generativa, basate su reti neurali avanzate, spesso del tipo GAN (*Generative Adversarial Networks*) o modelli transformer, come CLIP e *Diffusion Models* [Ramesh et al. 2021]. Essi sfruttano vasti

Fig. 2. Processo *text-to-image* con software Leonardo, Dall-E3 e Midjourney (elaborazione immagini di M. Proietti e F. Zollo).



dataset visivi e testuali per addestrare le loro reti a generare immagini realistiche e creative [Jaruga-Rozdolska *et al.* 2022]. Questi *output* sono stati utilizzati per esplorare varianti concettuali che includessero combinazioni innovative di materiali, forme e cromie (fig. 2).

1.2 Image-to-Image (Prompt + Sketch)

Gli schizzi iniziali sono stati digitalizzati e combinati con descrizioni testuali tramite algoritmi di generazione ibrida, dove l'IA integra elementi del disegno manuale con nuove configurazioni proposte da strumenti come *Adobe Firefly* [4], *LookX.ai* [5] e *Stable Diffusion* [6].

Questa metodologia ha permesso di mantenere una coerenza con l'intento progettuale, pur esplorando varianti non previste inizialmente. Il risultato è stata una serie di immagini che hanno arricchito il processo, fornendo interpretazioni visive che oscillano tra il realismo e l'immaginazione creativa (figg. 3, 4).

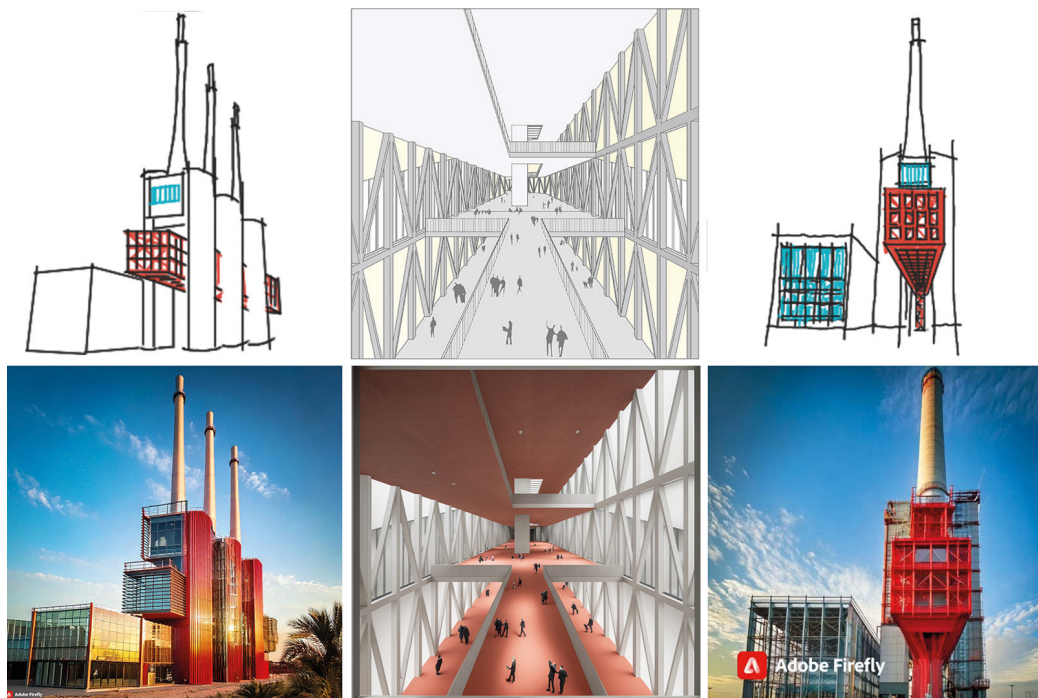


Fig. 3. Processo *image-to-image* (*sketch blend*) con software *Adobe Firefly* e *LookxAI* (elaborazione immagini di M. Proietti e F. Zollo).



Fig. 4. Processo image-to-image (sketch) con software Stable Diffusion (elaborazione immagini degli autori; gruppo 7).

1.3 Image-to-Image (Prompt + Photo)

Il processo utilizza fotografie digitali come *input*, combinate con un *prompt* testuale per generare immagini trasformate da modelli di IA. La fotografia originale fornisce dettagli visivi, mentre il *prompt* specifica modifiche come l'aggiunta di elementi, cambiamenti stilistici o variazioni strutturali.

Questo metodo è utile nell'architettura per sperimentare stili e simulare ambientazioni. Sebbene creativo e rapido, richiede *input* di qualità e precisione per risultati coerenti, rappresentando un efficace fusione tra fotografia e generazione artificiale (fig. 5).



Fig. 5. Processo image-to-image (photo Blend) con software Stable Diffusion [5] e LookXAI [6] (elaborazione immagini di M. Proietti e F. Zollo).

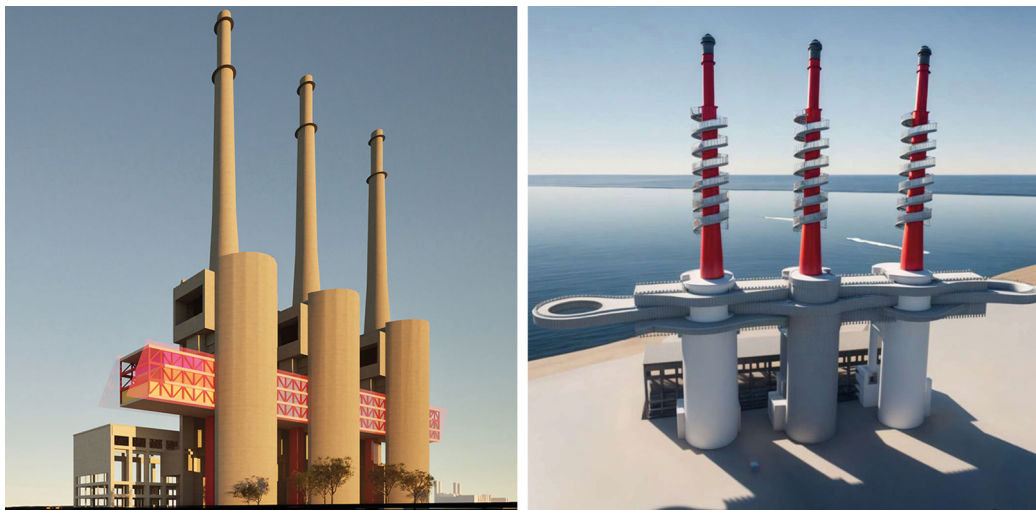
2. Seconda fase

La seconda fase sviluppata in due parti, ha visto l'integrazione tra un modello poligonale 3D e tecnologie di IA generativa *Image-to-Image*. Le tecniche utilizzate comprendono:

2.1 Rappresentazione del Modello

Sono stati elaborati modelli 3D poligonali, con proporzioni e geometrie della centrale inclusi i volumi delle ciminiere e le strutture di progetto. Dopo la modellazione, sono stati applicati i materiali definiti attraverso parametri come colore, riflessione e rifrazione con *texture* per caratterizzare i dettagli. I modelli sono stati poi renderizzati. Il processo trasforma il modello 3D in immagini dettagliate, calcolando l'interazione tra luce, materiali e *texture*. I *rendering* ottenuti sono stati utilizzati come base per l'integrazione con l'IA (fig. 6).

Fig. 6. Modello tridimensionale e *real-time rendering* (elaborazione immagini di M. Proietti, F. Zollo, gruppo 7).



2.2 Image-to-Image (Prompt + rendering)

I modelli renderizzati hanno costituito la base per ulteriori iterazioni visive con l'IA. Piattaforme come *Stable Diffusion* e *Midjourney* sono state utilizzate per elaborare il *rendering* insieme a *input* testuali. Queste applicazioni operano sfruttando il calcolo computazionale locale, spesso basato su hardware specifico come GPU ad alte prestazioni, e forniscono agli utenti un controllo completo sul processo di generazione delle immagini. *Stable Diffusion* è un modello di diffusione generativo *open-source* che traduce descrizioni testuali (*prompt*) in immagini, oppure modifica immagini esistenti sulla base di istruzioni specifiche (fig. 7).



Fig. 7. Processo *Image-to-image* (rendering *Blender*) con software *Stable Diffusion* [5] (elaborazione immagini di M. Proietti, F. Zollo, gruppo 7, gruppo 9).

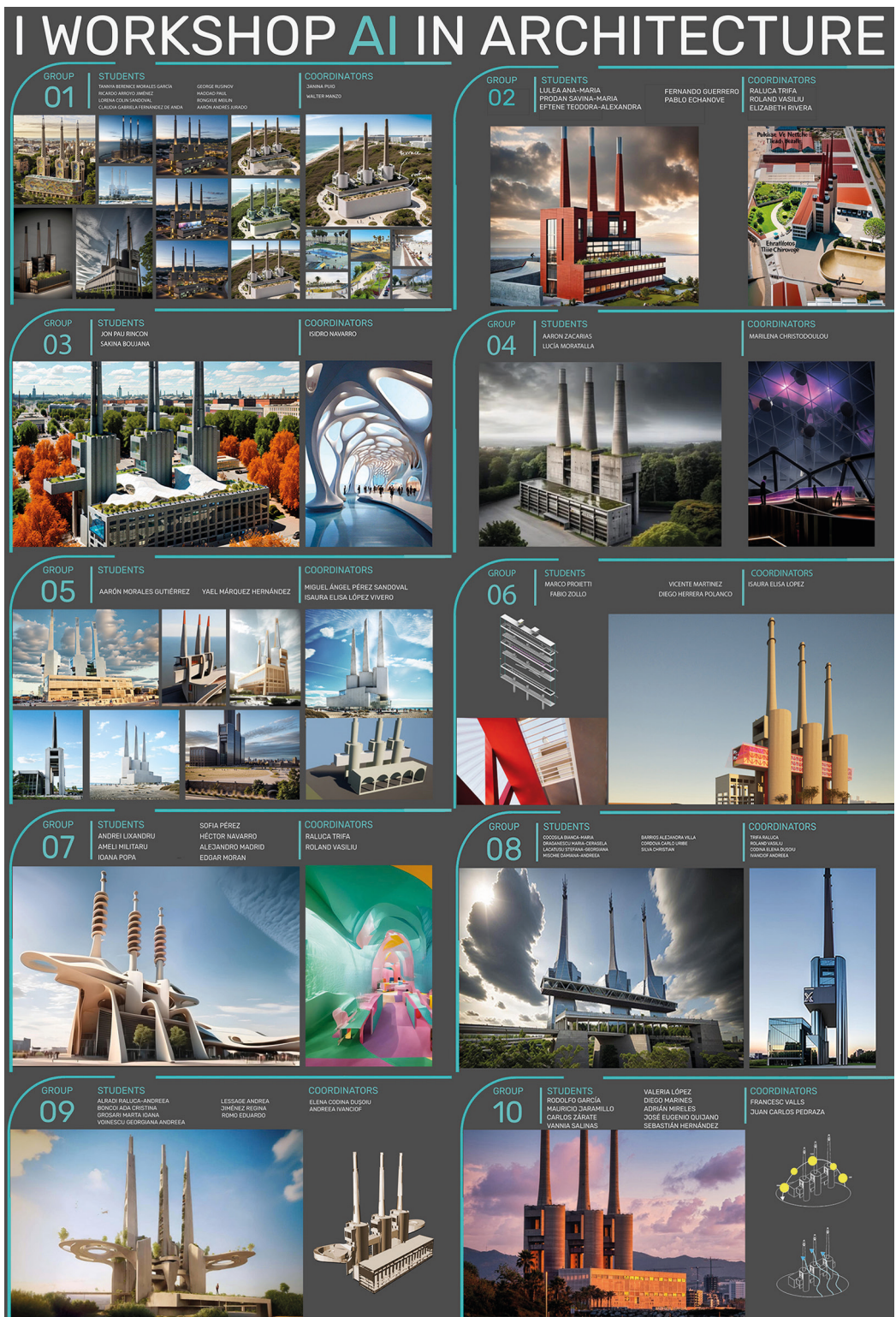


Fig. 8. Sintesi degli elaborati prodotti durante il workshop dagli studenti dei vari gruppi.

Risultati

Il workshop, incentrato sull'integrazione dell'IA nei processi architettonici, è stato analizzato attraverso un questionario strutturato in cinque sezioni principali [Fonseca et al. 2014].

Le valutazioni, espresse su una scala con un gradiente crescente di gradimento da 1 a 5, offrono una panoramica completa sui partecipanti, sull'efficacia dell'IA, sulla qualità del workshop, sulla metodologia adottata e sui feedback [Fonseca et al. 2021].

Sezione 1: Dati dei partecipanti

I partecipanti al workshop sono stati divisi in dieci gruppi di lavoro misti, provenienti dalle università:

UAM, Universidad Autónoma Metropolitana (México),

UDG, Universidad de Guadalajara (México),

TEC, Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (México),

UAU 'Ion Mincu' University of Architecture and Urban Planning (Romania),

UniRoma I, Sapienza Università di Roma (Italia),

UdA, Università degli Studi 'G. d'Annunzio' Chieti – Pescara (Italia)

I docenti della ETSAB, Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona (Spagna), autori di questo articolo, Isidro Navarro Delgado e Janina Puig, sono stati gli organizzatori del workshop. I dottorandi Marco Proietti e Fabio Zollo, rispettivamente di UniRoma I e UdA e autori di questo articolo, hanno partecipato al workshop all'interno del gruppo 6. (fig. 9).

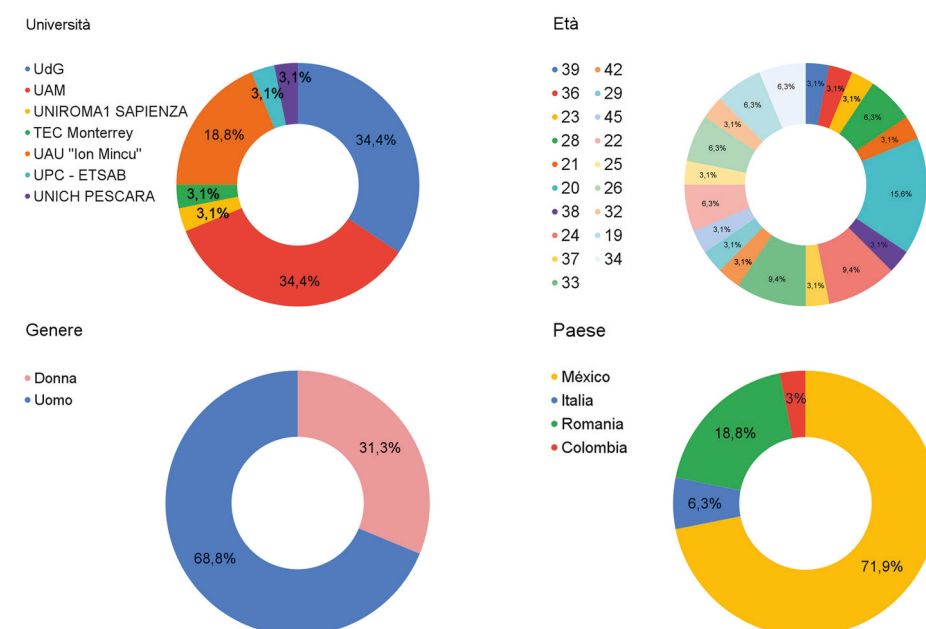
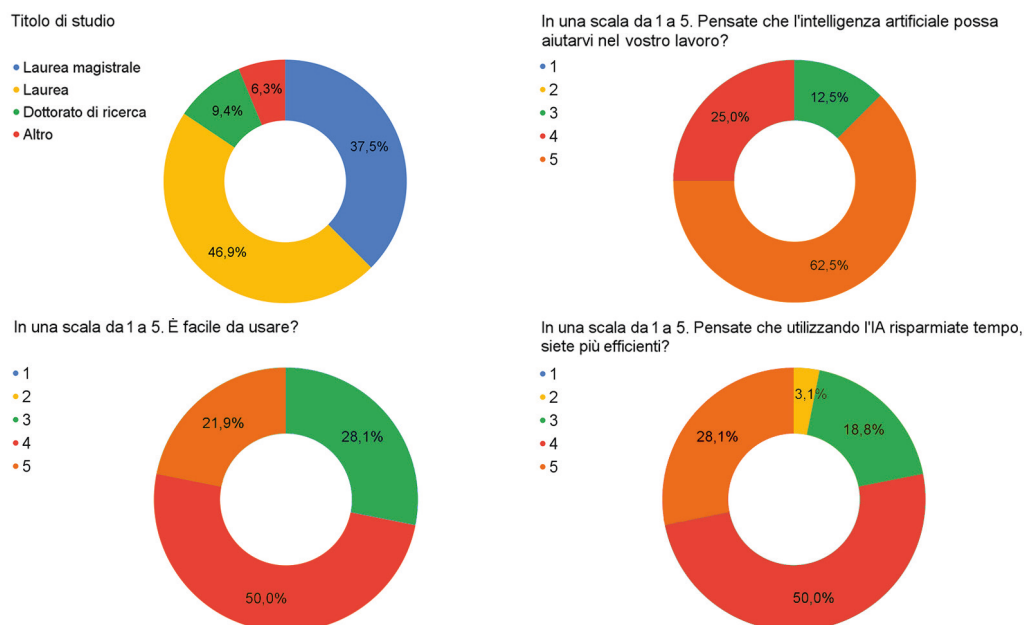


Fig. 9. Questionario di valutazione, risultati sezione 1: Dati dei partecipanti (elaborazione grafica di M. Proietti e F. Zollo).

Sezione 2: Intelligenza Artificiale

La percezione dell'intelligenza artificiale è stata complessivamente positiva, con una valutazione media di 4.5/5 sull'utilità dell'IA nei progetti architettonici. I partecipanti hanno sottolineato come l'IA abbia ampliato il potenziale creativo e ottimizzato i processi, soprattutto nelle fasi di visualizzazione e rappresentazione. Anche l'efficienza è stata riconosciuta come un aspetto chiave, con una media di 4.03/5, indicando che l'IA ha permesso di risparmiare tempo e migliorare la produttività. Tuttavia, l'accessibilità tecnica è stata valutata leggermente inferiore, con una media di 3.94/5, evidenziando la necessità di semplificare ulteriormente l'utilizzo di queste tecnologie per utenti meno esperti (fig. 10).

Fig. 10. Questionario di valutazione, risultati sezione 2: Intelligenza Artificiale (elaborazione grafica di M. Proietti e F. Zollo).



Sezione 3: Valutazione del workshop

La valutazione generale del workshop ha ottenuto punteggi positivi, con una media di 4.56/5 sulla soddisfazione complessiva e sull'interesse per continuare a utilizzare l'IA in futuro. La metodologia adottata è stata considerata efficace, ma il lavoro di gruppo ha ricevuto una media di 3.71/5, segnalando alcune criticità, come il disequilibrio del carico di lavoro. Inoltre, l'uso di *Discord* come piattaforma di comunicazione internazionale ha ottenuto un punteggio medio di 3.97/5, dimostrando una buona utilità, ma con margini di miglioramento in termini di integrazione e stabilità (fig. 11).

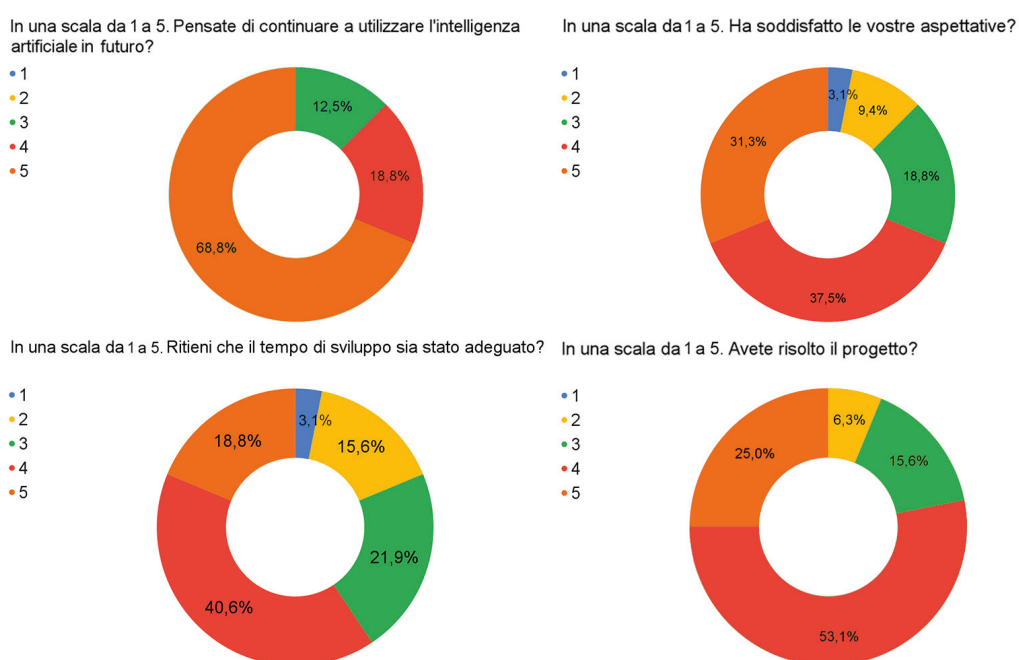


Fig. 11. Questionario di valutazione, risultati sezione 3: Valutazione del workshop (elaborazione grafica di M. Proietti e F. Zollo).

Sezione 4: Metodologia del workshop

La metodologia, che combinava l'utilizzo di strumenti analogici, digitali e di intelligenza artificiale, è stata valutata positivamente. I partecipanti hanno apprezzato l'approccio pratico e l'interdisciplinarietà del progetto, che ha favorito l'apprendimento di nuove tecniche applicabili sia in ambito accademico che professionale (fig. 12).

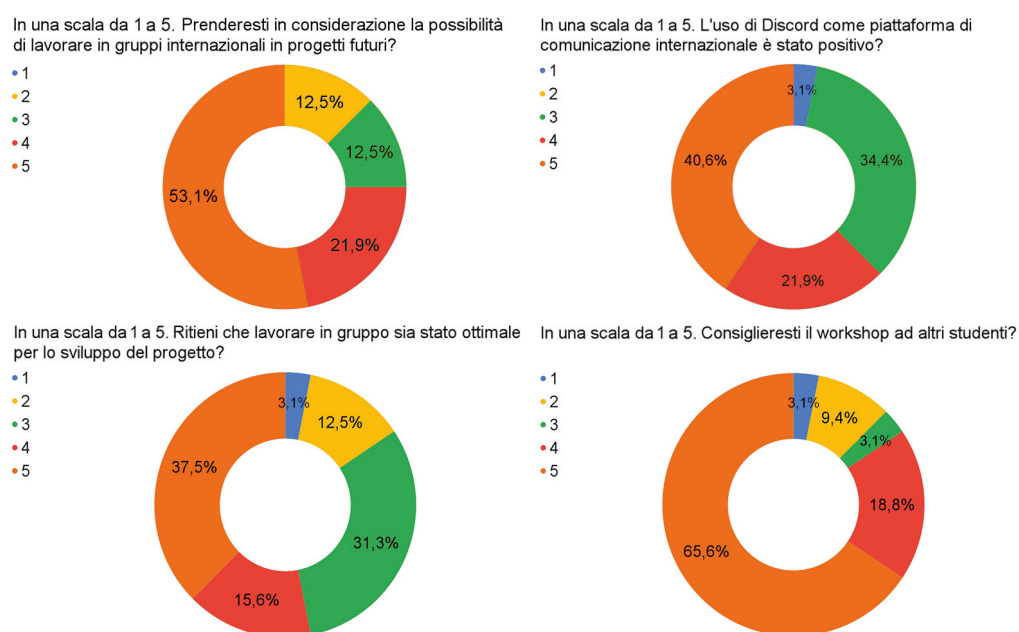


Fig. 12. Questionario di valutazione, risultati sezione 4: Metodologia del workshop (elaborazione grafica di M. Proietti e F. Zollo).

Sezione 5: Domande aperte

Tra i commenti aperti, i partecipanti hanno riconosciuto la qualità degli insegnanti e l'innovatività dei temi trattati. Molti hanno evidenziato come il workshop abbia ampliato i loro orizzonti progettuali e offerto spunti concreti per l'applicazione dell'IA nel processo. Tuttavia, alcuni feedback negativi hanno sottolineato la necessità di prevedere soluzioni per ridurre barriere linguistiche e tecniche tra i partecipanti.

Conclusioni

L'uso combinato di tecniche tradizionali, digitali e con tecnologie IA, ha permesso un'esplorazione più approfondita del progetto, generando output dettagliati e funzionali al processo. Il disegno analogico conserva la capacità di catturare idee in modo rapido e immediato, mantenendo una forte componente creativa e intuitiva.

La modellazione digitale consente di sviluppare queste idee con precisione e dettaglio, grazie a strumenti 3D che simulano materiali e illuminazioni reali. L'IA generativa arricchisce ulteriormente il processo, permettendo la generazione di immagini e varianti progettuali con velocità. Nonostante queste potenzialità, esistono alcune criticità. Le piattaforme IA su server locali come *Stable Diffusion* richiedono risorse hardware avanzate e conoscenze tecniche specifiche. D'altra parte, le piattaforme online, come *Dall-E* e *Midjourney*, pur essendo più semplici da utilizzare, implicano la trasmissione di dati sensibili a server remoti, sollevando problemi di privacy e sicurezza.

Gli sviluppi futuri si concentreranno sull'ottimizzazione di queste tecnologie. L'introduzione di modelli personalizzabili come *ComfyUI*, addestrati su dataset specifici, garantirà maggiore coerenza progettuale. Questa piattaforma offre un'interfaccia nodale che consente agli utenti di configurare pipeline visive complesse e di integrare strumenti avanzati per la generazione di contenuti personalizzati. Parallelamente, l'integrazione sempre più stretta

tra intelligenza artificiale e tecniche tradizionali potrà ridefinire i paradigmi creativi, favorendo una co-creazione tra progettista e macchina. In conclusione, il processo utilizzato nel workshop rappresenta un'innovazione metodologica della didattica ed apre la strada a nuove possibilità di ricerca trasformando profondamente il modo di concepire, sviluppare e comunicare l'architettura.

Note

[1] <https://openai.com/index/dall-e-3/>.

[2] <https://app.leonardo.ai/>.

[3] <https://midjourney.com/>.

[4] <https://firefly.adobe.com/>.

[5] <https://www.lookx.ai/>.

[6] <https://stablediffusionweb.com/>.

Riferimenti bibliografici

- Aguilar, J., Garcés-Jiménez, A., R-Moreno, M. D., García, R. (2021). A systematic literature review on the use of artificial intelligence in energy self-management in smart buildings. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 151, 111530. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111530>.
- Fleghi, G., Proietti, M. (2024). The Recognizability of a Place Through Generative Representation of Intangible Qualities. In A. Giordano, M. Russo, R. Spallone (Eds.). *Advances in Representation: New AI- and XR-Driven Transdisciplinarity*. London: Springer Nature.
- Fonseca, D., Cavalcanti, J., Peña, E., Valls, V., Sánchez-Sepúlveda, M., Moreira, F., Navarro, I., Redondo, E. (2021). Mixed assessment of virtual serious games applied in architectural and urban design education. In *Sensors*, vol. 21, n. 9, 3102; <https://doi.org/10.3390/s21093102>.
- Fonseca, D., Martí, N., Redondo, E., Navarro, I., Sánchez, A. (2014). Relationship between student profile, tool use, participation, and academic performance with the use of augmented reality technology for visualized architecture models. In *Computers in Human Behavior*, vol. 31, pp. 434-445. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.03.006>.
- Goldschmidt, G. (1991). The dialectics of sketching. In *Creativity Research Journal*, vol. 4, n. 2, pp. 123-143. <https://doi.org/10.1080/10400419109534381>.
- Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A., Bengio, Y. (2014). Generative adversarial networks. In *Communications of the ACM*, vol. 63, n. 11, pp. 139-144. <https://doi.org/10.1145/3422622>.
- Jaruga-Rozdolska, A. (2022). Artificial intelligence as part of future practices in the architect's work: MidJourney generative tool as part of a process of creating an architectural form. In *Architectus*, vol. 3, n. 71, pp. 95-104. <https://doi.org/10.37190/arc220310>.
- LeCun, Y., Bengio, Y., Hinton, G. (2015). Deep learning. In *Nature*, n. 521, pp. 436-444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>.
- Radford, A., Metz, L., Chintala, S. (2016). Unsupervised representation learning with deep convolutional generative adversarial networks. In *arXiv*, pp. 1-16. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1511.06434>.
- Ramesh, A., Pavlov, M., Goh, G., Gray, S., Voss, C., Radford, A., Chen, M., Sutskever, I. (2021). Zero-shot text-to-image generation. In *Proceedings of the 38th International Conference on Machine Learning*. <https://proceedings.mlr.press/v139/ramesh21a.html>.
- Salgado de la Rosa, M. A., Raposo Grau, J. F., Butragueno Diaz-Guerra, B. (2024). The Importance of GAN Networks in Graphic and Creative Learning Processes Associated with Architecture. In A. Giordano, M. Russo, R. Spallone (Eds.). *Beyond Digital Representation. Digital Innovations in Architecture, Engineering and Construction*. Cham: Springer, pp. 565-578. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36155-5_36.
- Unali, M., Caffio, G., Zollo, F. (2024). Hypotheses of Images and Architectural Spaces in the Age of Artificial Intelligence. In A. Giordano, M. Russo, R. Spallone (Eds.). *Beyond Digital Representation. Digital Innovations in Architecture, Engineering and Construction*. Cham: Springer, pp. 851-865. https://doi.org/10.1007/978-3-031-62963-1_52.
- Unali, M. (2024). Per una storia dell'abitare virtuale: dalle origini alle novità dell'Intelligenza Artificiale. In *Opus. Storia architettura, restauro, disegno*, n. 8, pp. 7-21.

Autori

Marco Proietti, Sapienza Università di Roma, m.proietti@uniroma1.it
Fabio Zollo, Università degli Studi "G. D'Annunzio" Chieti - Pescara, fabio.zollo@unich.it
Isidro Navarro Delgado, Universitat Politècnica de Catalunya - UPC, isidro.navarro@upc.edu
Janina Puig, Universitat Politècnica de Catalunya - UPC, janina.puig@upc.edu

Per citare questo capitolo: Marco Proietti, Fabio Zollo, Isidro Navarro Delgado, Janina Puig (2025). IA e Disegno: processi ibridi per la rappresentazione digitale. In L. Carlevaris et al. (a cura di). *èkphrasis. Descrizioni nello spazio della rappresentazione/èkphrasis. Descriptions in the space of representation*. Atti del 46° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione. Milano: FrancoAngeli, pp. 4031-4054. DOI: 10.3280/oa-1430-c964.

AI and Drawing: Hybrid Processes for Digital Representation

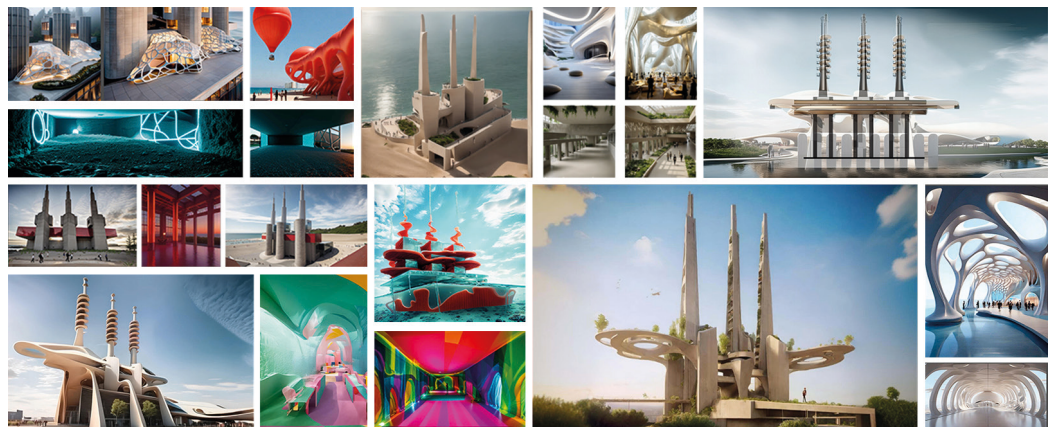
Marco Proietti
Fabio Zollo
Isidro Navarro Delgado
Janina Puig

Abstract

The research proposes the development of an integrated representation process that combines analog, digital, and artificial generation techniques, through a case study conducted at the Universitat Politècnica de Catalunya, organizer of the Workshop of Artificial Intelligence in Architecture: Digital, Audiovisual and Video Game 'Hub' in Sant Adrià de Besòs, Barcelona. The process was developed in three main phases: manual drawing, 3D digital modeling, and artificial image generation techniques based on descriptive and graphic prompts. The outcomes of the workshop were analyzed through a questionnaire that assessed technological, methodological, and qualitative aspects, aiming to gather data that highlights the potential of artificial intelligence in enhancing the processes of ideation, visualization, and image representation. This approach opens new research scenarios in both academic and professional fields, offering a methodology adaptable to various needs.

Keywords

Generative AI, drawing, 3D modeling, digital representation, visual communication.



Workshop image collage
(graphic processing of
M. Proietti e F. Zollo).

Introduction

Visual representation is a fundamental component of architectural design, through which the design concept takes shape, develops, and is communicated. Historically, analog drawing, such as sketching, has formed the basis of the creative process, allowing designers to translate abstract intuitions into concrete representations. Sketching offers expressive freedom that facilitates the analysis and rapid iteration of ideas, while sketching is an initial attempt to formalize these intuitions [Goldschmidt 1991].

Digital tools have transformed visualization into a dynamic and iterative process, enabling designers to model volumes and simulate materials and lighting with unprecedented precision and realism. With the revolution of generative artificial intelligence, the process of visual representation has acquired a new dimension [Unali 2024]. Technologies such as text-to-image (T2I) and image-to-image (I2I) allow the creation of visual content using pre-trained AI models [Unali *et al.* 2024].

The integration of three levels of representation: analog, digital, and artificial, offers a new perspective on the design process. Manual sketching retains its value as an exploratory tool but can be enhanced by digital modeling and AI applications to accelerate the generation of complex visual representations.

AI Fundamentals

The evolution of artificial intelligence (AI) is radically transforming the way we conceive drawing and visual representation in architecture. Among the most influential technologies are Generative Adversarial Networks (GANs), machine learning, generative AI, and the concept of prompting—tools that are redefining design and visual paradigms.

GANs represent one of the most significant innovations in generative AI. Introduced in 2014, they are based on a system of two neural networks that compete with each other: a generator, which creates new data, and a discriminator, which evaluates the quality of these data compared to a real dataset [Goodfellow *et al.* 2014; Salgado de la Rosa *et al.* 2024]. In the architectural context, GANs are used to generate images by translating quantitative parameters into qualitatively realistic visualizations, expanding creative possibilities [Radford, Metz, Chintala 2016].

Through algorithms such as deep learning neural networks, machine learning analyzes large amounts of data and identifies useful patterns for practical applications [LeCun, Bengio, Hinton 2015]. This autonomous learning capability has opened new horizons for visual representation, enabling the translation of complex inputs into images, animations, and three-dimensional models. For example, machine learning-based tools can generate architectural models that integrate real-time environmental and usage data, facilitating more informed decision-making [Aguilar *et al.* 2021].

A key element in interacting with generative AI is the prompt, which is the input provided to the algorithm and can be textual, visual, or a combination of both. The prompt guides the model's output and requires careful design to achieve relevant results [Flenghi, Proietti 2024].

Case Study

The Sant Adrià de Besòs Thermal Power Plant (fig. 1), known as 'The Three Chimneys', is an iconic example of Barcelona's industrial heritage. Built between 1970 and 1976, this structure remained operational until 2011. Located along the left bank of the Besòs River, at the border between Badalona and Sant Adrià de Besòs, the power plant housed three thermal groups of 350 MW each. The three 200-meter-high chimneys are now a visual landmark and a symbol of the region's industrial history.

Currently, the site represents one of the most interesting challenges for urban regeneration and the enhancement of post-industrial heritage, with proposals to transform it into a multifunctional space including green areas, cultural centers, and

educational infrastructures. During the Workshop of Artificial Intelligence in Architecture at the Polytechnic University of Catalonia, the potential of AI technologies was explored to reinterpret and redesign the power plant. The proposals developed included the use of generative AI techniques, such as text-to-image and image-to-image, to envision new spatial configurations and visually represent future scenarios integrating cultural, environmental, and social needs.



Fig. 1. Thermoelectric power station of Sant Adrià de Besòs, Spain (photographs by M. Proietti and F. Zollo).

Process Development

The graphic representation process began with an exploratory phase aimed at defining a concept that respects the historical and cultural identity of the Power Plant while maintaining the iconic three chimneys at the center of the design.

1. The first phase

Integration between Analog Drawing and Generative AI:

1.1 Text-to-Image (Prompt)

Platforms like *DALL-E* [1], *Leonardo* [2], and *MidJourney* [3] are tools based on generative AI technologies that allow users to create images from textual input. These tools belong to the category of generative AI applications, relying on advanced neural networks, often of the GAN (Generative Adversarial Networks) type or transformer-based models, such as *CLIP* and *Diffusion Models* [Ramesh et al. 2021]. They leverage vast visual and textual datasets to train their networks to generate realistic and creative images

Fig. 2. Text-to-image process using Leonardo, DALL·E 3, and Midjourney software (image processing by M. Proietti and F. Zollo).



[Jaruga-Rozdolska *et al.* 2022]. These outputs have been used to explore conceptual variations, including innovative combinations of materials, shapes, and colors (fig. 2).

1.2 Image-to-Image (Prompt + Sketch)

The initial sketches were digitized and combined with textual descriptions through hybrid generation algorithms, where AI integrates elements of manual drawing with new configurations proposed by tools such as *Adobe Firefly* [4], *LookX.ai* [5], and *Stable Diffusion* [6]. This methodology allowed for maintaining coherence with the design intent while exploring variations that were not initially anticipated. The result was a series of images that enriched the process, providing visual interpretations that oscillate between realism and creative imagination (figs. 3, 4).



Fig. 3. Image-to-image (sketch blend) process using *Adobe Firefly* and *LookXAI* software (image processing by M. Proietti and F. Zollo).

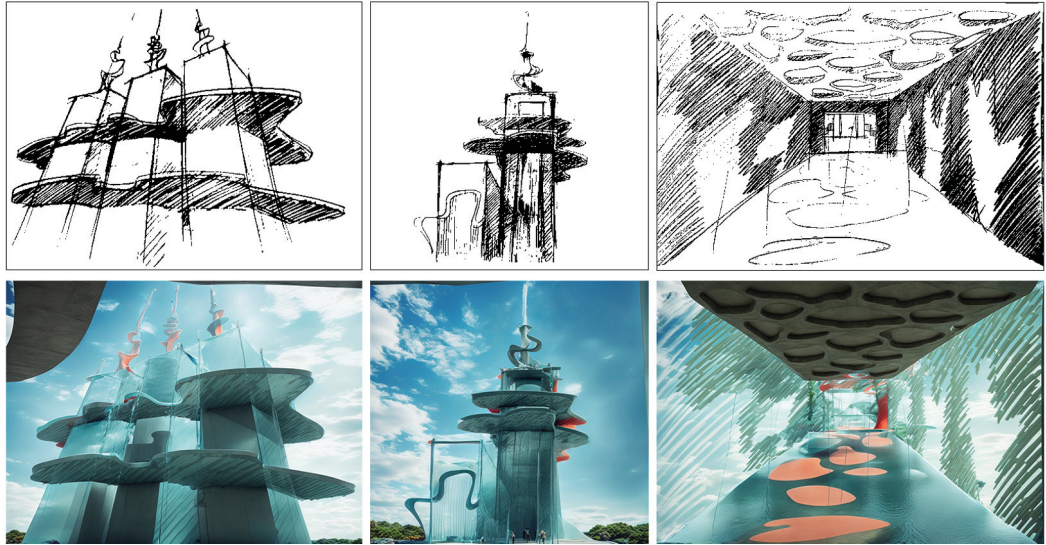


Fig. 4. Image-to-image (sketch) process using *Stable Diffusion* software (image processing by the authors; Group 7).

1.3 Image-to-Image (Prompt + Photo)

The process uses digital photographs as input, combined with a textual prompt to generate AI-transformed images. The original photograph provides visual details, while the prompt specifies modifications such as the addition of elements, stylistic changes, or structural variations. This method is useful in architecture for experimenting with styles and simulating environments. While creative and fast, it requires high-quality and precise input to achieve consistent results, representing an effective fusion between photography and artificial generation (fig. 5).



Fig. 5. Image-to-image (photo blend) process using *Stable Diffusion* and *LookXAI* software (image processing by M. Proietti and F. Zollo).

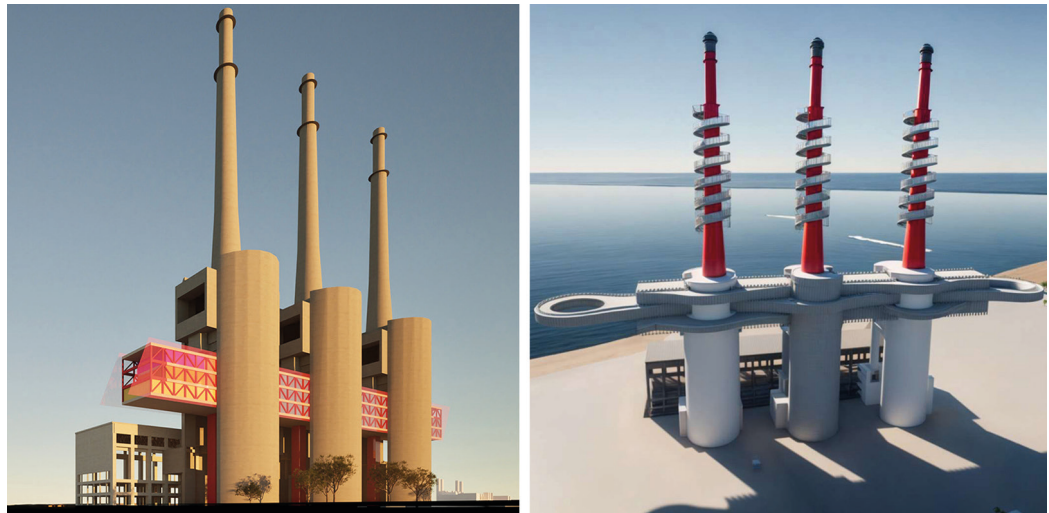
2. The second phase

The second phase, developed in two parts, involved the integration of a 3D polygonal model with generative AI Image-to-Image technologies. The techniques used include:

2.1 Model Representation

Polygonal 3D models were developed, incorporating the proportions and geometries of the power plant, including the volumes of the chimneys and project structures. After modeling, materials were applied based on parameters such as color, reflection, and refraction, along with textures to define details. The models were then rendered. This process transforms the 3D model into detailed images by calculating the interaction between light, materials, and textures. The resulting renderings were used as a foundation for integration with AI (fig. 6).

Fig. 6. 3D model and real-time rendering (image processing by M. Proietti, F. Zollo, Group 7).



2.2 Image-to-Image (Prompt + rendering)

The rendered models served as the foundation for further visual iterations with AI. Platforms such as *Stable Diffusion* and *Midjourney* were used to process the renderings alongside textual input. These applications leverage local computational processing, often relying on specialized hardware like high-performance GPUs, providing users with full control over the image generation process. *Stable Diffusion* is an open-source generative diffusion model that translates textual descriptions (prompts) into images or modifies existing images based on specific instructions (fig. 7).



Fig. 7. Image-to-image (rendering blend) process using *Stable Diffusion* software (image processing by M. Proietti, F. Zollo, Group 7, Group 9).

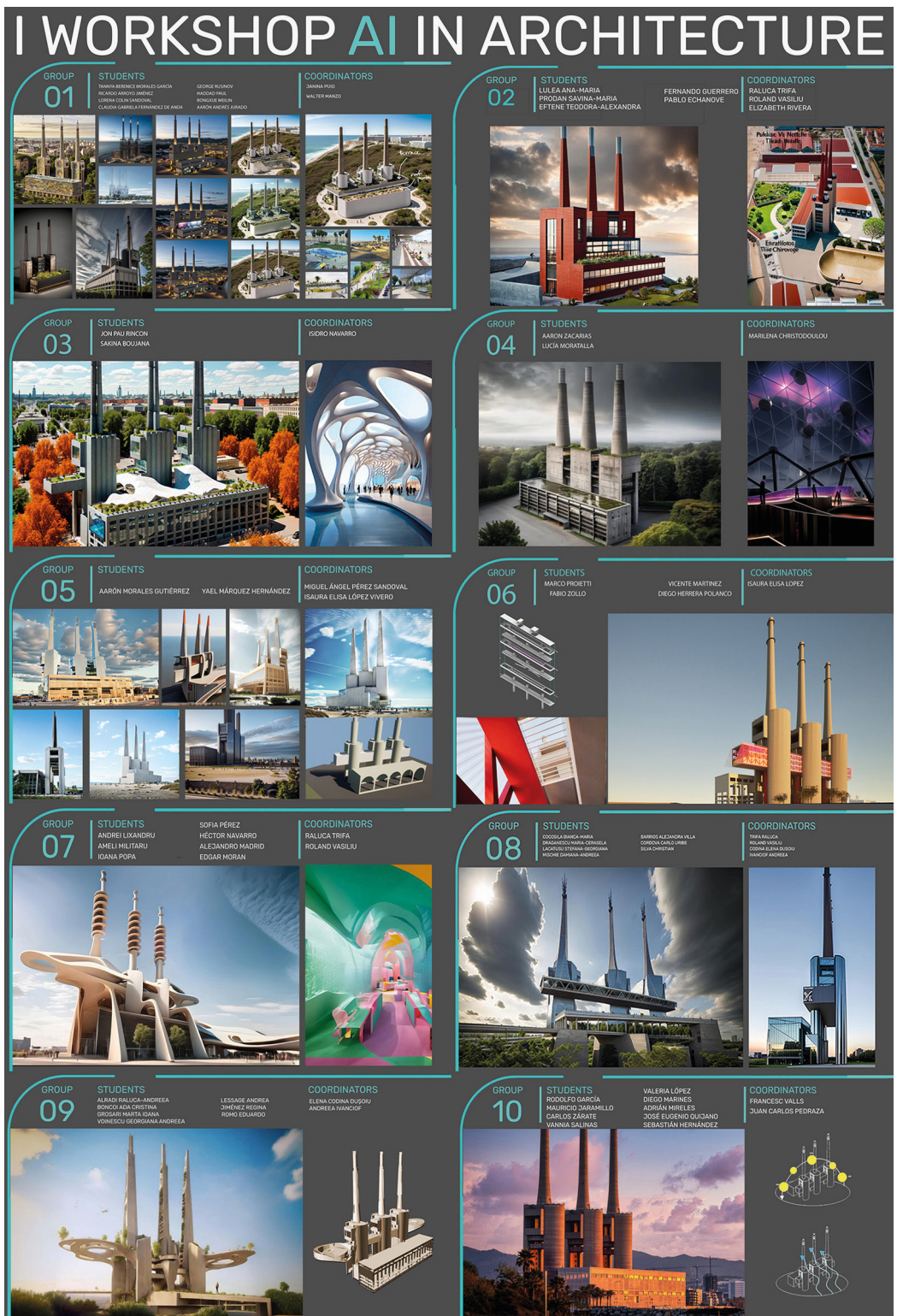


Fig. 8. Summary of the works produced during the workshop by the various student groups.

Results

The workshop, focused on the integration of AI in architectural processes, was analyzed through a questionnaire structured into five main sections [Fonseca et al. 2014]. The evaluations, expressed on a scale with an increasing gradient of preference from 1 to 5, provide a comprehensive overview of the participants, the effectiveness of AI, the quality of the workshop, the methodology adopted, and the feedback [Fonseca et al. 2021].

Section 1: Participant Data

The participants of the workshop were divided into ten mixed working groups, composed of students from the following universities:

UAM, Universidad Autónoma Metropolitana (Mexico),

UDG, Universidad de Guadalajara (Mexico),

TEC, Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (Mexico),

UAU 'Ion Mincu' University of Architecture and Urban Planning (Romania),

UniRoma I, Sapienza University of Rome (Italy),

UdA, Università degli Studi 'G. d'Annunzio' Chieti – Pescara (Italy).

The faculty members from ETSAB, Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona (Spain), and authors of this article, Isidro Navarro Delgado and Janina Puig, were the organizers of the workshop. Doctoral candidates Marco Proietti and Fabio Zollo, from UniRoma I and UdA respectively and co-authors of this article, took part in the workshop within Group 6 (fig. 9).

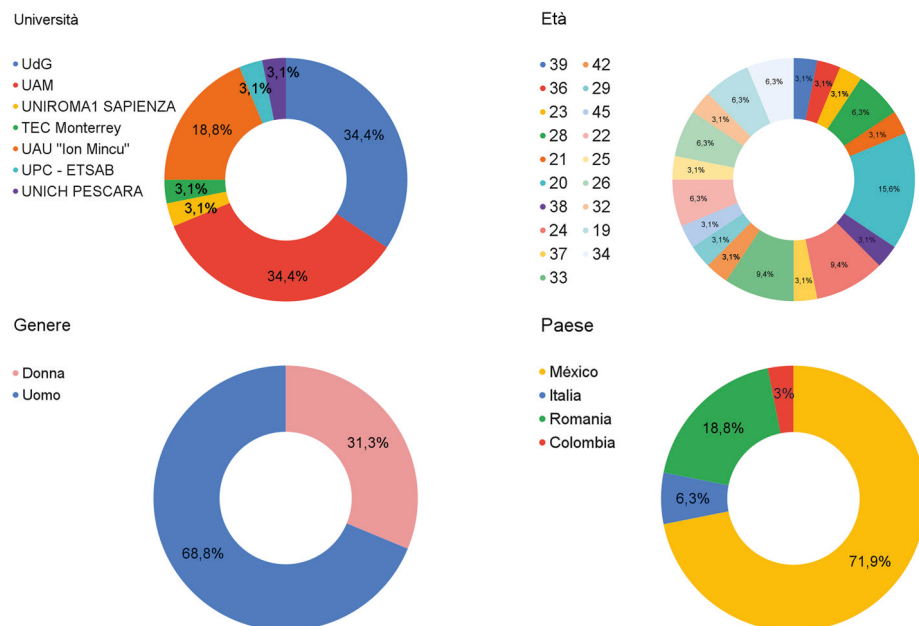


Fig. 9. Evaluation questionnaire, results from Section 1: Participant Data (graphic processing by M. Proietti and F. Zollo).

Section 2: Artificial Intelligence

The perception of artificial intelligence was generally positive, with an average rating of 4.5/5 regarding its usefulness in architectural projects. Participants highlighted how AI expanded creative potential and optimized processes, particularly in visualization and representation phases.

Efficiency was also recognized as a key aspect, with an average rating of 4.03/5, indicating that AI helped save time and improve productivity. However, technical accessibility received a slightly lower score, averaging 3.94/5, emphasizing the need to further simplify these technologies for less experienced users (fig. 10).

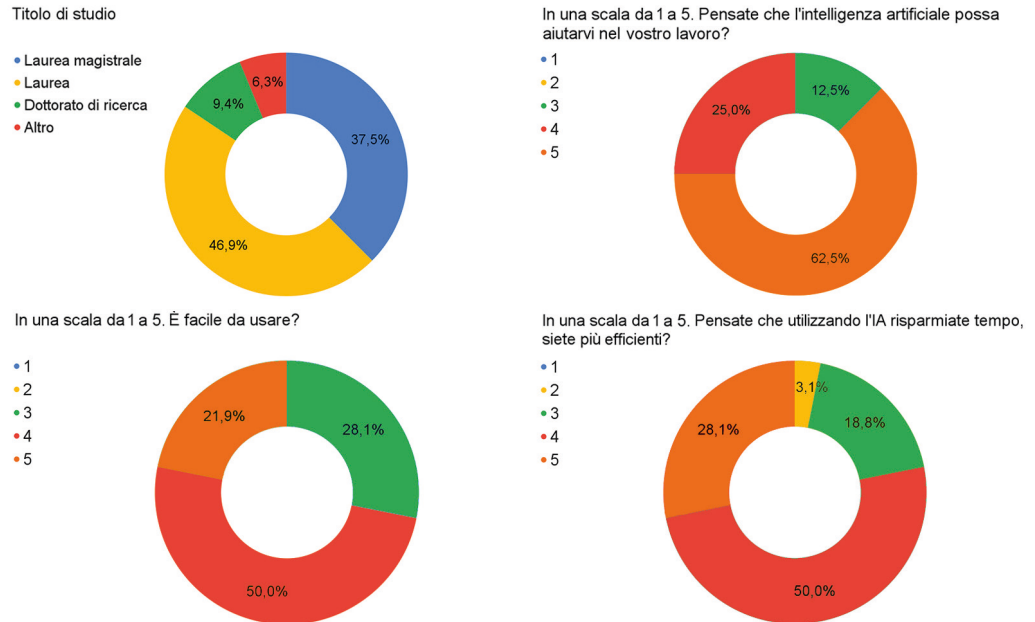


Fig. 10. Evaluation questionnaire, results from Section 2: Artificial Intelligenc (graphic processing by M. Proietti and F. Zollo).

Section 3: Workshop Evaluation

The overall evaluation of the workshop received positive scores, with an average rating of 4.56/5 for overall satisfaction and interest in continuing to use AI in the future. The adopted methodology was considered effective, but group work received an average score of 3.71/5, indicating some challenges, such as workload imbalance. Additionally, the use of Discord as an international communication platform received an average rating of 3.97/5, demonstrating good usefulness but with room for improvement in terms of integration and stability (fig. 11).

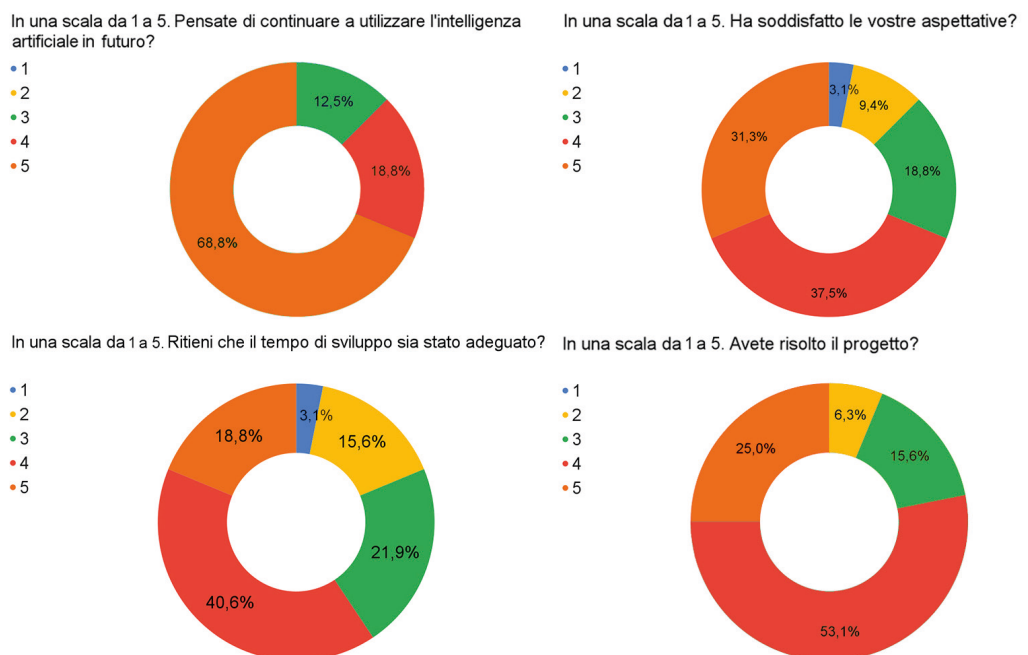


Fig. 11. Evaluation questionnaire, results from Section 3: Workshop Evaluation (graphic processing by M. Proietti and F. Zollo).

Section 4: Workshop Methodology

The methodology, which combined the use of analog, digital, and artificial intelligence tools, received positive feedback. Participants appreciated the hands-on approach and the interdisciplinary nature of the project, which facilitated the learning of new techniques applicable in both academic and professional contexts (fig. 12).

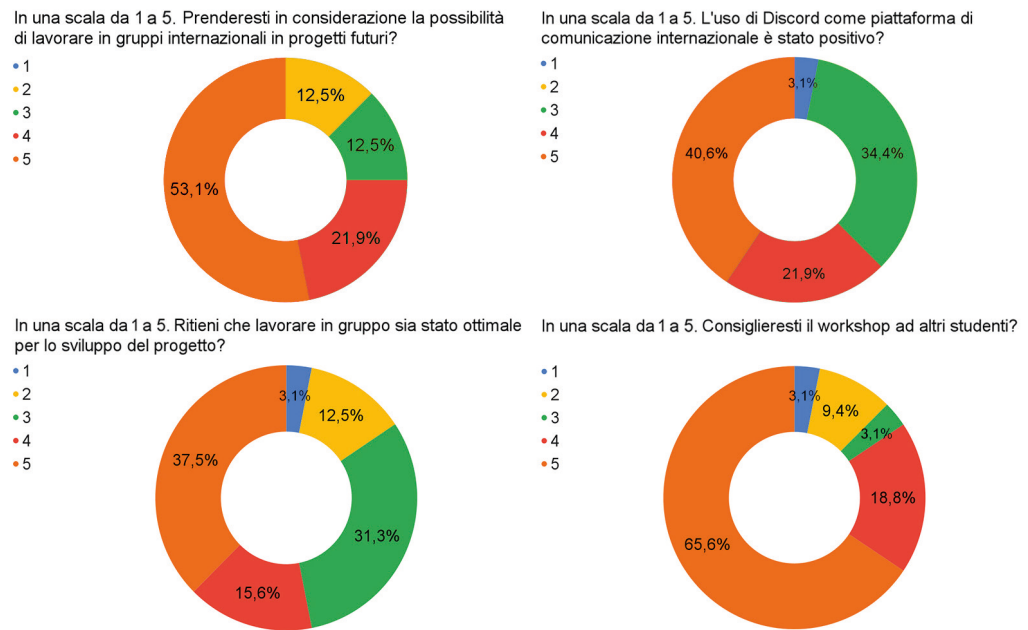


Fig. 12. Evaluation questionnaire, results from Section 4: Workshop Methodology (graphic processing by M. Proietti and F. Zollo).

Section 5: Open Questions

Among the open-ended comments, participants acknowledged the quality of the instructors and the innovative nature of the topics covered. Many highlighted how the workshop expanded their design perspectives and provided concrete insights for applying AI in the process. However, some negative feedback pointed out the need to implement solutions to reduce language and technical barriers among participants.

Conclusions

The combined use of traditional, digital, and AI-based techniques enabled a deeper exploration of the project, generating detailed and functional outputs for the process. Analog drawing retains the ability to capture ideas quickly and intuitively, maintaining a strong creative and expressive component. Digital modeling allows for the precise and detailed development of these ideas, using 3D tools that simulate real materials and lighting. Generative AI further enriches the process by enabling the rapid generation of images and design variations.

Despite these capabilities, some challenges remain. AI platforms running on local servers, such as *Stable Diffusion*, require advanced hardware resources and specific technical knowledge. On the other hand, online platforms like *DALL-E* and *MidJourney*, while easier to use, involve transmitting sensitive data to remote servers, raising concerns about privacy and security.

Future developments will focus on optimizing these technologies. The introduction of customizable models like *ComfyUI*, trained on specific datasets, will ensure greater design consistency. This platform offers a node-based interface, allowing users to configure complex visual pipelines and integrate advanced tools for generating personalized content. At the same time, the growing integration between artificial intelligence and

traditional techniques may redefine creative paradigms, fostering a co-creation process between designer and machine. In conclusion, the methodology used in the workshop represents an innovative approach to architectural education, paving the way for new research opportunities and profoundly transforming the way architecture is conceived, developed, and communicated.

Notes

[1] <https://openai.com/index/dall-e-3/>.

[2] <https://app.leonardo.ai/>.

[3] <https://midjourney.com/>.

[4] <https://firefly.adobe.com/>.

[5] <https://www.lookx.ai/>.

[6] <https://stablediffusionweb.com/>.

Reference List

- Aguilar, J., Garcés-Jiménez, A., R-Moreno, M. D., García, R. (2021). A systematic literature review on the use of artificial intelligence in energy self-management in smart buildings. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 151, 111530. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111530>.
- Fleghi, G., Proietti, M. (2024). The Recognizability of a Place Through Generative Representation of Intangible Qualities. In A. Giordano, M. Russo, R. Spallone (Eds.). *Advances in Representation: New AI- and XR-Driven Transdisciplinarity*. London: Springer Nature.
- Fonseca, D., Cavalcanti, J., Peña, E., Valls, V., Sánchez-Sepúlveda, M., Moreira, F., Navarro, I., Redondo, E. (2021). Mixed assessment of virtual serious games applied in architectural and urban design education. In *Sensors*, vol. 21, n. 9, 3102; <https://doi.org/10.3390/s21093102>.
- Fonseca, D., Martí, N., Redondo, E., Navarro, I., Sánchez, A. (2014). Relationship between student profile, tool use, participation, and academic performance with the use of augmented reality technology for visualized architecture models. In *Computers in Human Behavior*, vol. 31, pp. 434-445. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.03.006>.
- Goldschmidt, G. (1991). The dialectics of sketching. In *Creativity Research Journal*, vol. 4, n. 2, pp. 123-143. <https://doi.org/10.1080/10400419109534381>.
- Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A., Bengio, Y. (2014). Generative adversarial networks. In *Communications of the ACM*, vol. 63, n. 11, pp. 139-144. <https://doi.org/10.1145/3422622>.
- Jaruga-Rozdolska, A. (2022). Artificial intelligence as part of future practices in the architect's work: MidJourney generative tool as part of a process of creating an architectural form. In *Architectus*, vol. 3, n. 71, pp. 95-104. <https://doi.org/10.37190/arc220310>.
- LeCun, Y., Bengio, Y., Hinton, G. (2015). Deep learning. In *Nature*, n. 521, pp. 436-444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>.
- Radford, A., Metz, L., Chintala, S. (2016). Unsupervised representation learning with deep convolutional generative adversarial networks. In *arXiv*, pp. 1-16. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1511.06434>.
- Ramesh, A., Pavlov, M., Goh, G., Gray, S., Voss, C., Radford, A., Chen, M., Sutskever, I. (2021). Zero-shot text-to-image generation. In *Proceedings of the 38th International Conference on Machine Learning*. <https://proceedings.mlr.press/v139/ramesh21a.html>.
- Salgado de la Rosa, M. A., Raposo Grau, J. F., Butragueno Diaz-Guerra, B. (2024). The Importance of GAN Networks in Graphic and Creative Learning Processes Associated with Architecture. In A. Giordano, M. Russo, R. Spallone (Eds.). *Beyond Digital Representation. Digital Innovations in Architecture, Engineering and Construction*. Cham: Springer, pp. 565-578. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36155-5_36.
- Unali, M., Caffio, G., Zollo, F. (2024). Hypotheses of Images and Architectural Spaces in the Age of Artificial Intelligence. In A. Giordano, M. Russo, R. Spallone (Eds.). *Beyond Digital Representation. Digital Innovations in Architecture, Engineering and Construction*. Cham: Springer, pp. 851-865. https://doi.org/10.1007/978-3-031-62963-1_52.
- Unali, M. (2024). Per una storia dell'abitare virtuale: dalle origini alle novità dell'Intelligenza Artificiale. In *Opus. Storia architettura, restauro, disegno*, n. 8, pp. 7-21.

Authors

Marco Proietti, Sapienza Università di Roma, m.proietti@uniroma1.it
Fabio Zollo, Università degli Studi "G. D'Annunzio" Chieti - Pescara, fabio.zollo@unich.it
Isidro Navarro Delgado, Universitat Politècnica de Catalunya - UPC, isidro.navarro@upc.edu
Janina Puig, Universitat Politècnica de Catalunya - UPC, janina.puig@upc.edu

To cite this chapter: Marco Proietti, Fabio Zollo, Isidro Navarro Delgado, Janina Puig (2025). AI and Drawing: Hybrid Processes for Digital Representation. In L. Carlevaris et al. (Eds.). *èkphrasis. Descrizioni nello spazio della rappresentazione/èkphrasis. Descriptions in the space of representation*. Proceedings of the 46th International Conference of Representation Disciplines Teachers. Milano: FrancoAngeli, pp. 4031-4054. DOI: 10.3280/oa-1430-c964.