

L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

e il ruolo dell'architetto

Mohamed Elkazzaz, Dario Trabucco

Una tesi laurea per il Master in Architetture recentemente discussa all'Università Iuav di Venezia affronta il crescente utilizzo dell'intelligenza artificiale in architettura, esplorandone i potenziali vantaggi e svantaggi sulla professione nel suo complesso. Si concentra su modelli AI Text to Image come Midjourney e DALL.E 2 per la creazione di idee progettuali e strumenti di generazione AI per la produzione dello schema distributivo di edifici.

L'ultima tappa di un lungo viaggio

Il termine "AI", acronimo di Artificial Intelligence o IA in italiano, è di grande moda in questo periodo, ma la sua storia risale al 1936 con l'introduzione della Alan Turing Machine. Tuttavia, all'epoca, l'integrazione dell'intelligenza artificiale nell'architettura era considerata una fantasia inverosimile. Negli anni '60, il potenziale dell'IA per l'architettura iniziò ad emergere con l'introduzione del Computer-Aided Design (CAD), che utilizzava algoritmi di base. Da allora, gli algoritmi e i computer si sono evoluti, ma è stato solo nel 2014 con l'introduzione dei Generative Adversarial Networks (GAN) da parte di Ian Goodfellow che l'utilizzo dell'IA in architettura ha fatto progressi significativi.

La tecnologia ha già rivoluzionato il settore della progettazione architettonica negli ultimi decenni con strumenti e tecnologie come la cianografia, CAD, software di modellazione 3D e BIM con il suo flusso di lavoro integrato che sta diventando essenziale per incrementare la produttività di progettisti e di tutti gli attori della filiera. Questi strumenti hanno sempre una funzione principale, ovvero quella di semplificare il processo di progettazione e migliorare la comunicazione tra i vari attori coinvolti nel processo. E sebbene lo scripting parametrico e generativo sia stato utilizzato per anni, questi programmi non sono considerati sistemi di intelligenza artificiale perché non hanno la capacità di apprendere e migliorare le proprie prestazioni nel tempo come fanno invece gli algoritmi di apprendimento automatico di cui si parla al giorno d'oggi. Al contrario, l'Intelligenza Artificiale ha il potenziale per essere non solo "un altro strumento", ma un vero e proprio assistente alla progettazione, perché può essere educata ad

imparare facendo ciò che viene facilmente fatto da persone, imparare seguendo esempi, e di conseguenza realizzare prodotti originali: un radicale cambio di paradigma rispetto agli strumenti disponibili fino a pochi anni fa.

GAN e CLIP: il dizionario di base

Generative Adversarial Networks (GAN) è un concetto di machine learning che consiste in un modello (una parte del "software") Generatore e un modello Discriminatore che lavorano insieme per produrre immagini che imitano quelle reali. I due modelli funzionano l'uno "contro" l'altro, con il Discriminatore che valuta la qualità del prodotto del Generatore confrontandolo con la realtà e fornendo un feedback al Generatore stesso perché si migliori progressivamente. La reiterazione del processo accresce la qualità del risultato finale, man mano che il Generatore impara a "ingannare" il Discriminatore e il Discriminatore diventa sempre più bravo a distinguere l'output prodotto dal Generatore dal mondo reale. I modelli Text to Image come DALL.E 2 e Midjourney utilizzano GAN migliorati, modelli di diffusione guidati da CLIP e una libreria di dati da miliardi di immagini esistenti per creare immagini basate su istruzioni testuali. CLIP è un modello di rete neurale che collega le immagini ai testi abbinandoli alle didascalie corrispondenti. Il modello di diffusione è un modello generativo che utilizza un disturbo grafico progressivo per generare dati e quindi ricrea un'immagine che assomiglia a quella originale rimuovendo gradualmente il disturbo grafico precedentemente aggiunto. I modelli Text to Image utilizzano queste tecniche per convertire i prompt di testo in rappresentazioni di immagini e quindi trasformarli in immagini reali che corrispondono ai prompt di testo.

Strumenti AI mirati

al settore dell'architettura

PlanFinder è uno strumento di intelligenza artificiale creato da Jeroen van Lith che genera planimetrie di appartamenti a un piano utilizzando l'apprendimento automatico. Può essere utilizzato con Rhino e Revit. Fornendo all'intelligenza artificiale i contorni dell'edificio, lo strumento può generare opzioni utilizzando l'apprendimento automatico e un database di planimetrie di appartamenti raccolte attraverso numerose collaborazioni con diversi studi di architettura.

La tesi magistrale discussa allo luav ha testato gli strumenti utilizzando layout semplici e complessi. PlanFinder ha fornito buoni risultati dal punto di vista della distribuzione e la funzionalità degli appartamenti con opzioni di priorità dei risultati. Sebbene lo strumento abbia dimostrato di avere dei limiti nel lavorare con forme complesse, vale la pena notare che, analogamente a quanto accade in tutti gli ambienti AI, la qualità dell'output dipende molto dal tipo e dalla qualità degli input forniti. Il software ha il potenziale per essere ampliato per funzionare con altri tipi di edifici modificando il processo di apprendimento automatico e fornendo più dati.

Un altro strumento importante è Spacemaker di Autodesk, un software supportato da intelligenza artificiale basato su cloud che mira ad aiutare architetti, urbanisti e sviluppatori immobiliari nella progettazione generativa in fase iniziale per la pianificazione urbana. Il software sviluppa proposte progettuali utilizzando set di dati automatici partendo da informazioni specifiche del sito considerato e consente agli utenti di disegnare modelli 2D e 3D ed eseguire calcoli di base in tempo reale per l'area e i differenti tipi di edificio possibili. L'intelligenza artificiale di Spacemaker può creare analisi considerando vari criteri, tra cui propagazione del rumore, creazione di visuali, la migliore collocazione dei pannelli solari, il vento, le condizioni microclimatiche e gli spazi esterni. È inoltre in grado di creare proposte progettuali generative per spazi urbani e parcheggi, con adeguamenti in tempo reale.

Riconoscendo le grandi potenziali implicazioni sull'architettura, diversi importanti studi di architettura stanno attualmente esplorando e adottando tecnologie di intelligenza artificiale nel loro flusso di lavoro per migliorare il processo di progettazione. Foster + Partners e Gensler stanno studiando le potenziali applicazioni dell'apprendimento automatico nella progettazione architettonica. Coop Himmelblau sta creando una rete neurale utilizzan-

do GAN in grado di apprendere caratteristiche semantiche per generare interpretazioni più dettagliate, mentre Zaha Hadid Architects ha collaborato con Refik Anadol Studio per sperimentare la tecnologia AI utilizzando GAN e DALL.E 2 creando un progetto artistico chiamato "Architecting the Metaverse". Queste aziende ritengono che l'integrazione della tecnologia AI possa migliorare la velocità e la qualità della progettazione architettonica.

Possibilità degli strumenti Text-to-Image (ovvero: l'architettura per tutti!)

Gli strumenti Text-to-Image, sebbene non siano pensati in particolare per il settore dell'architettura, hanno il potenziale per essere integrati nel flusso di lavoro tipico della progettazione. Durante la ricerca sono stati utilizzati due diversi modelli di intelligenza artificiale, DALL.E 2 e Midjourney, per comprendere la capacità e i limiti dei modelli text-to-image nella creazione di opere architettoniche. L'esperimento ha testato il riconoscimento da parte dei modelli delle opere degli architetti e il loro controllo sui risultati. Sebbene entrambi i modelli abbiano replicato con successo le opere di Zaha Hadid, hanno faticato a produrre immagini simili al lavoro di meno architetti meno conosciuti dal grande pubblico, come l'architetto egiziano del XX secolo Hassan Fathy, i cui progetti non sono così ampiamente disponibili online come quelli di ZHA. Ciò dimostra il valore degli input ricevuti, che devono avere sia qualità che quantità: i lavori di Zaha sono edifici iconici, fotografati in quantità massicce sia da fotografi professionisti che "taggati" da milioni di utenti di Instagram, mentre i lavori di Fathy hanno avuto una diffusione più regionale nell'era pre-digitale, quindi la quantità e la qualità delle fotografie disponibili per istruire l'AI è molto più limitata. Ai fini della ricerca, i modelli sono stati addestrati con un dataset più completo anche per le opere di Fathy, l'integrazione di testo e immagini ha facilitato la generazione di immagini che somigliassero molto ai dati di addestramento. Inoltre, il modello DALL.E 2 consente un editing mirato attraverso tecniche di Inpainting e Outpainting, che possono essere combinate con prompt di testo per una manipolazione delle immagini più efficiente e veloce rispetto a strumenti tradizionali come Photoshop.

Sebbene questi risultati generati dall'intelligenza artificiale possano sembrare simili all'architettura del mondo reale o esteticamente gradevoli, non è sufficiente affinché vengano considerati come lavori di progettazione architettonica. In effetti, non mancano solo la raffinatezza e le sfumature che l'architetto può apportare a un



Opera di Hassan Fathy, l'immagine in alto è El Gournia Village Project (fonte immagine: UNESCO), le immagini in basso sono per il progetto New Baris Village (fonte immagine: Hannah Collins & Archi-datum)

progetto, ma va notato che i modelli di intelligenza artificiale non comprendono appieno (forse solo per ora?) i requisiti strutturali di un edificio e fanno fatica a considerare l'esperienza umana. In una parola, le immagini che gli attuali modelli AI text-to-image possono generare sono solo "sequenze di pixel colorati" che imitano il mondo reale ma che non lo rappresentano nella sostanza. Capiscono come dovrebbero apparire le parole utilizzate per la descrizione, ma non capiscono la fisica degli oggetti rappresentati. L'AI può creare un tetto fatto d'acqua, che è creativo, ma irrealistico. L'output dei modelli è influenzato dalle loro librerie di input e algoritmi, che gli architetti possono adattare ai loro progetti specifici. Nonostante questi modelli non sostituiscano ancora gli strumenti attuali, offrono un nuovo modo per trarre ispirazione e hanno il potenziale per aprire la strada a modelli di intelligenza artificiale più incentrati sull'architettura in futuro.

Un ulteriore passo nell'integrazione AI-Architetto

Quindi, se tutti questi strumenti possono creare dei prodotti che sembrano architettura senza architetti, è questo sufficiente per sostituire gli architetti? Per cercare di dare una risposta a questa domanda è stato condotto un esperimento per delineare il processo di ideazione e creazione di un progetto di architettura: la AI House, è stata progettata utilizzando gli strumenti AI menzionati in precedenza integrandoli con le competenze di un architetto per capire fino a che punto questo potesse essere sostituito dal computer. Il processo di progettazione si compone di tre fasi: la generazione del rendering concettuale, la modellazione in 3D effettuata manualmente e l'adattamento del prodotto generato per trasformarlo in un prodotto di architettura, ovvero un edificio. La prima fase del processo di progettazione ha coinvolto modelli AI Text to Image per generare dei rendering che simulano il processo di ideazione dell'edificio. Midjourney è stato



Immagini create dall'intelligenza artificiale in seguito all'addestramento del prompt di immagini e testo a Midjourney e DALL.E 2 dopo diverse iterazioni e prove con diverse combinazioni di prompt (fonte: Mohamed Elkazzaz)



Esempio di manipolazione dell'immagine utilizzando DALL.E 2, in alto a destra immagine dell'Università Iuav di Venezia – Edificio Cottonificio (Fonte: asean-EU), in alto a destra DALL.E 2 immagine alterata dopo la rimozione della famosa struttura in legno detta "vela di Scolari". (Modifica di Mohamed Elkazzaz).

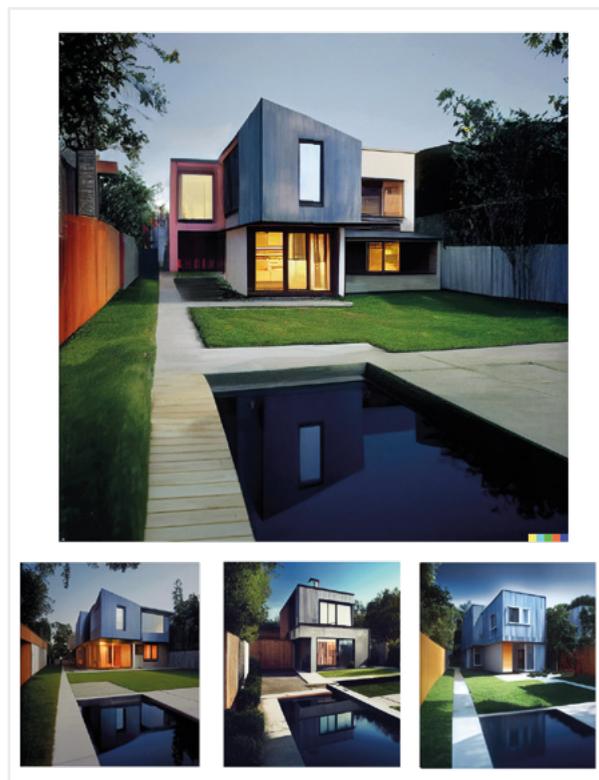
utilizzato per creare vari rendering di viste frontali anteriori e posteriori della Ai House utilizzando diversi set di dati di immagini e suggerimenti di testo che vengono poi ulteriormente perfezionati utilizzando DALL-E2. Questa è la parte più creativa del lavoro di un architetto e quella che i precedenti strumenti di progettazione come CAD o BIM non intaccavano minimamente. Finora i committenti lasciavano all'architetto la parte creativa del progetto, fornendo eventualmente esempi di edifici di loro gradimento, come riferimenti e suggestioni da seguire. Ora, il grande pubblico può "giocare" con questi strumenti di intelligenza artificiale, creando senza alcun know-how architettonico immagini fotorealistiche di come vogliono che appaia il "loro" edificio. È un cambiamento improvviso e radicale nella professione, con il lavoro dell'architetto minacciato di passare da un approccio creativo ma tecnicamente informato a un semplice "traduttore" di un'immagine artistica in una serie di disegni tecnici.

Le immagini 2D risultanti devono infatti essere convertite manualmente in un modello 3D. Durante questo processo l'architetto può modificare l'edificio per trasformare quella "sequenza di pixel" che il cliente desidera in qualcosa che abbia un senso dal punto di vista strutturale, tecnico,

spaziale e normativo. Revit è stato utilizzato per creare una linea di base che simulasse i volumi contenuti nell'immagine, estrarre i muri esterni e rifinire e regolare il modello in modo che corrisponda al meglio alle immagini create dall'intelligenza artificiale. Sebbene questa tecnica funzioni per volumi semplici, può richiedere molto tempo e una buona conoscenza dei principi architettonici e delle tecniche di modellazione 3D. Forme più complesse potrebbero richiedere strumenti di modellazione 3D più avanzati come Rhino, Grasshopper e 3D Max.

Quindi, il modello 3D viene integrato nel sito scelto utilizzando il software di intelligenza artificiale di Autodesk Spacemaker.

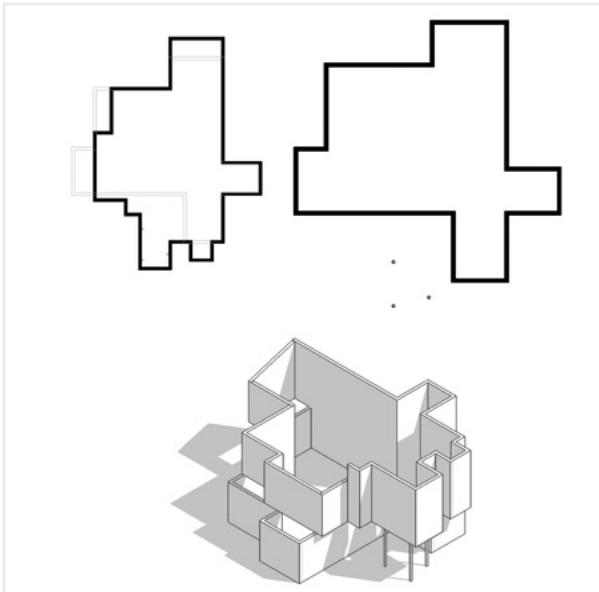
Successivamente è stato utilizzato lo strumento di intelligenza artificiale PlanFinder per generare il distributivo interno della casa. Sebbene il software abbia fornito diversi scenari utilizzabili, la forma insolita della casa generata dal primo strumento di intelligenza artificiale ha reso difficile generare scenari ottimali e si è dovuti spesso intervenire manualmente per forzare alcuni automatismi del software. Inoltre, lo strumento non può attualmente considerare le scale per la creazione di edifici multipiano, quindi la loro posizione è stata selezionata manualmente.



**Output di Midjourney e DALL.E 2 per il fronte principale e il retro del progetto Ai House
(Fonte: Mohamed Elkazzaz)**

La pianta più logica tra le quattro opzioni per ogni piano è stata selezionata manualmente come base e sono state apportate le modifiche necessarie per raggiungere un livello architettonico soddisfacente.

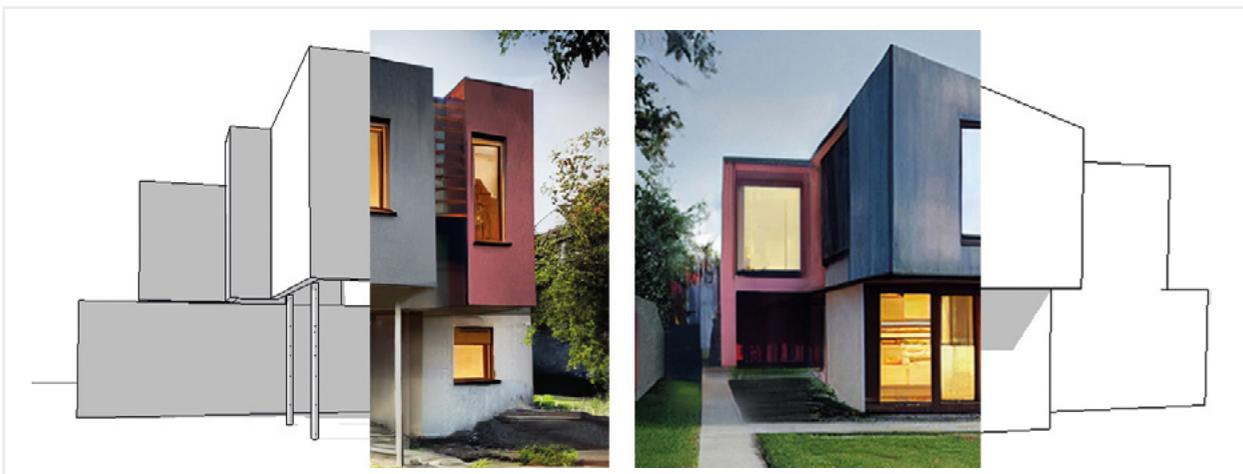
Dal modello 3D sono state successivamente generate immagini fotorealistiche invertendo il processo seguito in precedenza. Tuttavia, se il committente dovesse scegliere una delle varianti proposte, si renderebbe necessario ripetere l'intero processo, dal perfezionamento dell'output alla sua trasformazione in architettura.



Creazione di un modello di massima a partire dall'output dei software di Text to Image (fonte: Mohamed Elkazzaz)

Sebbene gli strumenti di intelligenza artificiale offrano nuove possibilità come assistenti alla progettazione, al momento hanno dei limiti. L'utilizzo di questi strumenti richiede una profonda comprensione dei problemi architettonici a causa della mancanza di integrazione e del tempo considerevole necessario per convertire l'output dell'immagine 2d nel progetto di un edificio. Inoltre, i risultati ottenuti non tengono conto della fattibilità della costruzione, degli aspetti strutturali o dell'impatto che alcune scelte progettuali hanno sul costo di costruzione dell'edificio, che vengono invece istintivamente tenuti in considerazione da un professionista consapevole.

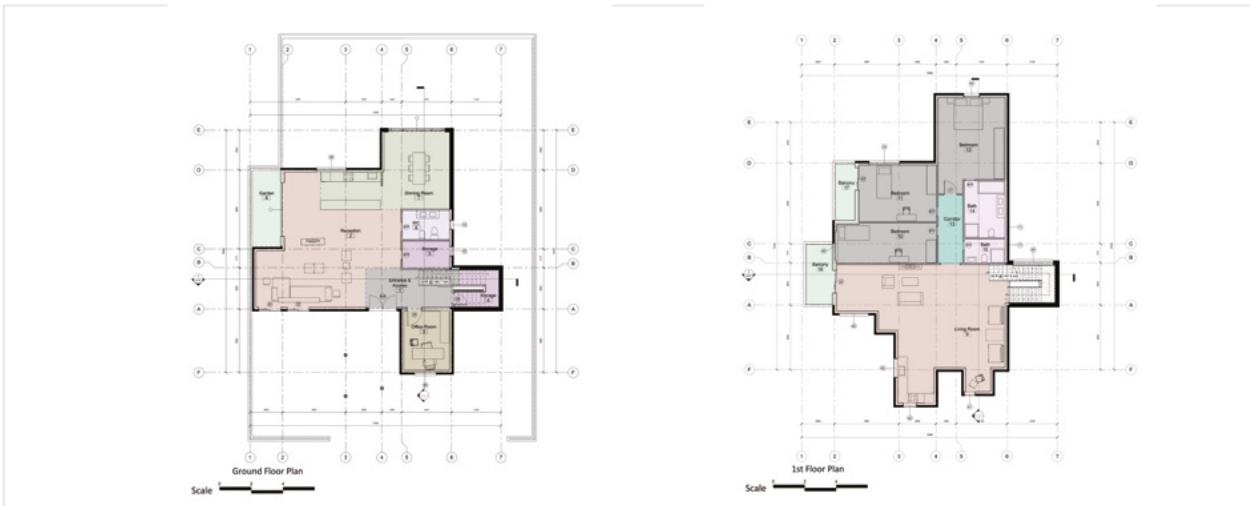
In conclusione, mentre sul mercato sono già presenti molti strumenti di progettazione generativa basati sull'intelligenza artificiale, gli architetti sono ancora necessari per proporre alternative nuove e innovative per l'ambiente costruito. Sebbene molti strumenti e piattaforme di intelligenza artificiale offrano modelli pre-addestrati e interfacce intuitive, gli architetti possono trarre vantaggio dall'apprendimento di linguaggi di codifica come Python per acquisire una comprensione più profonda di come funziona l'IA e avere un maggiore controllo sul processo di progettazione. Piuttosto che temere l'intelligenza artificiale, gli architetti dovrebbero abbracciarne il potenziale e le soluzioni innovative che può portare. Gli architetti potrebbero aver bisogno di sviluppare competenze aggiuntive, come la scrittura di codici di progettazione, al fine di integrare efficacemente la loro conoscenza delle teorie architettoniche, della storia e del proprio set di dati in questi modelli di intelligenza artificiale e utilizzarli come preziosi assistenti per il nostro lavoro.



Confronto delle masse create manualmente con l'output dell'immagine AI originale. (fonte: Mohamed Elkazzaz)



Diversi output di PlanFinder per il piano terra e il primo piano della AI House (fonte: Mohamed Elkazzaz)

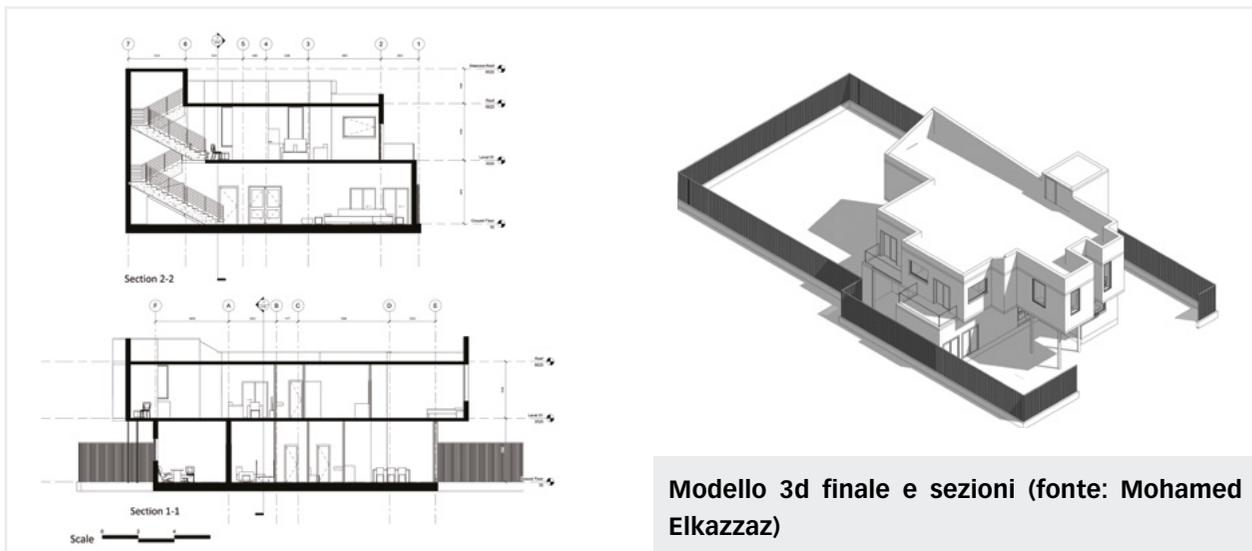


Versione migliorata delle piante (fonte: Mohamed Elkazzaz)

Tuttavia, è importante sottolineare che questi nuovi strumenti potrebbero avere un impatto significativo su alcune parti del lavoro dell'architetto, dall'interazione con il cliente a quella con altri consulenti. Gli strumenti per l'architettura, finora, hanno aiutato gli architetti ad aumentare la loro produttività poiché erano semplicemente in grado di automatizzare alcuni processi manuali.

L'AI sta ora entrando nella sfera della creatività, sfidando così quegli stessi aspetti che caratterizzano l'essere umano.

È chiaro che l'IA è qui per restare e plasmerà sempre di più il futuro dell'architettura. Tuttavia, architetti e designer hanno un vantaggio unico rispetto all'intelligenza artificiale poiché hanno emozioni, influenze culturali,



Modello 3d finale e sezioni (fonte: Mohamed Elkazzaz)

ideologie e sono soggettivi nel loro processo decisionale. L'intelligenza artificiale può essere efficace in attività che richiedono obiettività e precisione, ma alla fine si basa sull'input e sul giudizio umano per prendere decisioni finali.

Sebbene l'intelligenza artificiale possa migliorare alcuni aspetti del processo di progettazione, non è probabile

che sostituisca gli architetti umani o renda la professione obsoleta.

Gli architetti devono adattarsi e imparare a lavorare con l'intelligenza artificiale, affrontando anche considerazioni etiche. L'impatto dell'IA in architettura dipenderà da come viene utilizzata e da come gli architetti scelgono di incorporarla nella loro pratica.



Variazioni create utilizzando il modello 3d ottenuto riproposto ai modelli AI Text to Image (fonte: Mohamed Elkazzaz)