

## Tecnologie e strumenti digitali per la progettazione strutturale: tendenze e soluzioni per affrontare le complessità costruttive

*L'evoluzione dei software di modellazione BIM e dei programmi di calcolo strutturale sta aprendo nuove frontiere nella progettazione e realizzazione di opere architettoniche e ingegneristiche. Paolo Sattamino, General Manager Technical presso Harpaceas, condivide con Ingenio quelli che sono gli attuali trend della digitalizzazione nel campo della progettazione di strutturale, illustrando in parallelo l'evoluzione degli strumenti software.*

### Tendenze nell'ambito della progettazione strutturale

*Quali sono le tendenze più significative nel 2024 nell'ambito della progettazione strutturale e come stanno influenzando lo sviluppo dei software di settore?*

**Paolo Sattamino:** Le tecnologie impiegate nella fase di progettazione strutturale sono numerose e variegate. Tra i diversi strumenti comunemente utilizzati, i software di modellazione BIM strutturali e i software di calcolo strutturale spiccano per il loro ruolo cruciale.

Una tendenza particolarmente significativa si manifesta nell'enfasi crescente sulla sostenibilità e sulla digitalizzazione, che sta guidando il settore delle costruzioni verso un modello innovativo, meno incentrato sulla mera realizzazione del "prodotto" – inteso come l'edificio in sé – e più orientato verso un approccio olistico. Si assiste a un incremento della necessità di spostare il focus dalla costruzione tradizionale "On site" (in loco) a pratiche "Off site" (fuori sede), un cambiamento che risulta dalla diffusione e dall'applicazione di nuove tecnologie e metodologie. Tale evoluzione promette di adattarsi meglio alle esigenze e alle preferenze non solo dei committenti ma anche degli utenti finali.

Una parte del mercato edile mostra un interesse crescente verso l'adozione di metodologie costruttive innovative, capaci di rendere i processi più efficienti e vantaggiosi dal punto di vista economico. In questo contesto, l'approccio OFF SITE rappresenta una soluzione ottimale. Tale modalità si concentra su un'edilizia "delocalizzata", caratterizzata da un alto grado di tecnologia; costruire "off-site" significa realizzare progetti in fabbrica per poi assemblarli in cantiere. Questo permette di trasferire la maggior parte delle operazioni in un ambiente controllato, dove è possibile produrre in modo più efficiente, riducendo costi e sprechi. Spostando le fasi costruttive dalle sedi tradizionali a impianti produttivi specializzati e limitando al cantiere solo l'assemblaggio finale, si ottimizzano risorse, tempi e budget.

Questa tendenza sottolinea l'importanza crescente dell'utilizzo di strumenti avanzati non solo in fase di progettazione ma anche per simulare diversi scenari costruttivi. L'inclinazione verso l'approccio off site necessita di procedure automatizzate; l'obiettivo primario è eliminare la produzione di documentazione grafica tradizionale, facendo sì che il modello BIM, con tutte le sue informazioni geometriche e non-, possa essere controllato e verificato per poi trasferire direttamente i dati agli impianti di produzione a controllo numerico.

Un altro aspetto rilevante è l'automazione della produzione in fabbrica dei componenti principali di

since 1990

**HARPACEAS**  
Your digital partner

un'opera, attraverso la modellazione dettagliata, la simulazione e la valutazione di ogni elemento strutturale, con l'intento di ottimizzare l'uso dei materiali e minimizzare le lavorazioni in cantiere.

Durante la fase di automazione del processo, è evidente la necessità di disporre di strumenti informatici che offrano diversi livelli di automazione, capaci di accelerare la modellazione di dettagli complessi. Questo approccio intende massimizzare l'efficienza e ridurre i costi lungo tutto il ciclo di vita dell'edificio, migliorando l'utilizzo dei materiali a vantaggio della sostenibilità del progetto.

I software BIM strutturali saranno sempre più integrati con tecnologie dedicate all'analisi avanzata e alla simulazione delle prestazioni strutturali, energetiche e ambientali, consentendo ai progettisti di valutare rapidamente l'impatto delle loro scelte progettuali e di ottimizzare le prestazioni dell'edificio in termini di efficienza energetica, comfort degli occupanti e sostenibilità.

Accanto a questa tendenza, è fondamentale considerare un altro argomento che sta diventando di grande attualità e che influisce sull'evoluzione e sullo sviluppo delle piattaforme di modellazione BIM strutturale: il concetto di gemello digitale o "digital twin". È importante precisare cosa si intende per gemello digitale; pur non esistendo una definizione universalmente accettata, un digital twin si distingue per alcune caratteristiche chiave: rappresenta digitalmente un oggetto fisico reale, fornisce in un ambiente virtuale dati e informazioni in tempo reale di varia natura riguardanti un'opera concreta e costituisce un duplicato digitale dell'ambiente fisico, unendo un modello computazionale a un sistema nel mondo reale.

Il Digital Twin apporta una nuova sofisticatezza ai modelli BIM, in particolare a quelli strutturali. Un modello 3D creato attraverso una piattaforma BIM strutturale può trasformarsi in un digital twin. Il passaggio chiave per realizzare un gemello digitale è l'arricchimento di un file IFC, aggiungendovi dati relativi ai sensori installati sull'opera.

Gli ambienti di modellazione BIM stanno evolvendo per adattarsi meglio alla rappresentazione dei digital twin, potenziando varie funzionalità progettate per la visualizzazione e la gestione di risorse o asset. Questo include strumenti per l'accesso ai dati, la categorizzazione delle risorse, la condivisione con altri utenti, l'integrazione con sistemi più ampi o software di gestione delle risorse digitali e il supporto a diversi formati di file per visualizzare un'ampia gamma di tipi di asset.

Un'altra tendenza emergente è quella di promuovere la collaborazione in tempo reale dei team su modelli condivisi, eliminando i problemi legati alla sincronizzazione delle versioni. Ciò favorisce una collaborazione distribuita e una gestione efficace delle informazioni in tutte le fasi del progetto. Da segnalare anche un interesse crescente verso l'applicazione della modellazione BIM strutturale a opere d'arte esistenti, con l'obiettivo non tanto di creare un modello virtuale dettagliato quanto di realizzare un oggetto virtuale organizzato secondo logiche strutturate come quelle di una Work Breakdown Structure (WBS). Disporre di strumenti che supportino queste attività è essenziale per sviluppare un archivio digitale strutturato, accessibile agli stakeholder, in particolare ai gestori delle opere esistenti.

Il modello BIM strutturale sta inoltre diventando sempre più integrato con tecnologie emergenti come la realtà aumentata (AR), virtuale (VR), mista (MR) e estesa (XR). Queste tecnologie permettono ai progettisti di visualizzare e interagire con i modelli BIM in modo più intuitivo e immersivo, migliorando la collaborazione e la comunicazione tra tutti i partecipanti al progetto. In particolare, la tecnologia di realtà mista offre numerose possibilità, come rappresentare i digital twin con un livello di dettaglio grafico elevato, creare modelli navigabili e realistici, leggeri e facili da usare, permettendo all'utente di esplorare l'opera in prima persona, ispezionare attributi,

since 1990

**HARPACEAS**

Your digital partner

confrontare l'esistente con il pianificato per coinvolgere gli stakeholder, connettersi alla sensoristica IoT, rappresentando i dati direttamente nel modello in tempo reale o quasi reale, e integrarsi con dispositivi di computer vision per introdurre metodi di formazione innovativi.

I fornitori di software BIM stanno rispondendo attivamente a queste tendenze attraverso l'integrazione di nuove funzionalità e il miglioramento delle prestazioni delle loro piattaforme.

Diventa cruciale implementare miglioramenti nell'usabilità e nell'esperienza utente per agevolare la creazione di modelli BIM strutturali sempre più dettagliati. Un maggiore livello di dettaglio richiede infatti un'ottimizzazione accurata nella gestione delle dimensioni dei modelli.

Le piattaforme BIM strutturali più avanzate devono essere in grado di archiviare modelli di grandi dimensioni in spazi di archiviazione compatti. Diventa altresì essenziale disporre di strumenti che facilitino l'interazione tra la piattaforma BIM strutturale e altri repository di dati o modelli, promuovendo l'integrazione con le tecnologie abilitanti dei digital twin.

Per quanto riguarda i software dedicati al calcolo strutturale, si prevede la continuazione di sviluppi ininterrotti in strumenti che consentono di elaborare e gestire modelli con un numero sempre maggiore di elementi monodimensionali, lastre-piastre e anche elementi tridimensionali. Questi modelli spesso necessitano di calcoli in ambito dinamico, includendo sia l'analisi elastica sia quella non lineare e temporale, per considerare anche gli effetti delle non linearità dei materiali e del secondo ordine.

Le nuove tecnologie abilitano la gestione di modelli su larga scala. Si assiste pertanto a una tendenza verso l'introduzione di interfacce grafiche sempre più intuitive e semplici per la gestione delle complessità strutturali, affiancate da solutori capaci di analizzare modelli con elevate complessità ed effetti non lineari in tempi brevi.

Queste piattaforme stanno evolvendo verso architetture in cui le interfacce grafiche diventano ambienti che combinano la modellazione a elementi finiti tradizionale con un approccio geometrico; l'utente opera con oggetti in modo simile a quello che si verifica negli ambienti di modellazione BIM strutturale. Diventa indispensabile la disponibilità di ambienti di elaborazione comparabili a quelli multifisici tipici dell'industria, offrendo agli utenti una vasta gamma di strumenti di analisi componibili tra loro.

I software di calcolo strutturale si arricchiranno di nuove capacità per simulare comportamenti non lineari dei materiali, analizzare grandi spostamenti e gestire le instabilità strutturali; si richiede inoltre una valutazione sempre più precisa del comportamento dinamico delle strutture sotto carichi dinamici, come il vento e i terremoti.

Un altro aspetto che richiede ulteriori progressi è l'interazione terreno-struttura. Il terreno su cui si erge una struttura può influenzarne significativamente il comportamento. La presenza di terreni instabili o di compattazione irregolare può causare deformazioni e movimenti strutturali.

Un'accurata considerazione dell'interazione terreno-struttura permette di valutare correttamente questi effetti e di progettare la struttura in modo appropriato. Ignorare o semplificare troppo questa interazione può portare a valutazioni imprecise della sicurezza strutturale, aumentando il rischio di cedimento. Una corretta simulazione dell'interazione terreno-struttura è fondamentale per identificare e mitigare potenziali problemi, riducendo così il rischio di cedimenti strutturali.

Durante eventi sismici o altri tipi di carichi dinamici, l'interazione tra terreno e struttura può avere un impatto rilevante sul comportamento delle costruzioni. Il terreno può, infatti, amplificare o attenuare le vibrazioni generate da un sisma, influenzando significativamente la risposta dinamica dell'edificio. È quindi fondamentale tenere in considerazione questi effetti per una corretta valutazione della sicurezza sismica e della stabilità strutturale.

In presenza di carichi laterali, come quelli che agiscono sulle fondazioni di ponti o su edifici elevati, l'interazione terreno-struttura diventa un fattore critico che può influenzare la distribuzione dei carichi e, di conseguenza, la stabilità complessiva della costruzione. Tralasciare questi effetti potrebbe portare a valutazioni imprecise della capacità portante dell'edificio, mettendone a rischio la sicurezza.

Nel caso di costruzioni pesanti o realizzate su terreni compressibili, quali argini, dighe o edifici su terreno argilloso, l'interazione terreno-struttura può incidere sul processo di consolidamento del terreno, influenzando il comportamento a lungo termine della struttura. Prendere in considerazione questi aspetti è cruciale per garantire la stabilità e la durata nel tempo dell'opera.

Va inoltre evidenziato un trend consolidato che vede una stretta correlazione tra le tecnologie BIM e quelle di calcolo, sottolineando la crescente necessità di avanzare nell'interoperabilità tra questi due ambiti. Il collegamento tra un modellatore BIM strutturale e un software di calcolo strutturale è vitale per assicurare un flusso di lavoro efficiente e preciso in ingegneria strutturale. La questione dei formati di scambio dati è centrale: è essenziale che modellatori BIM e software di calcolo possano scambiarsi informazioni in formati compatibili, superando le limitazioni dei formati standard come l'IFC, che, nonostante sia ben affermato per lo scambio di modelli tra piattaforme BIM o per la collaborazione, risulta meno idoneo per il dialogo con strumenti di calcolo.

I modellatori BIM dovrebbero essere capaci di trasferire dettagliatamente geometrie, informazioni geometriche, dati relativi a sezioni trasversali e materiali al software di calcolo strutturale, facendo attenzione allo scambio di informazioni complesse come carichi e vincoli, che richiedono un'attenzione particolare.

Persiste l'aspettativa di migliorare la conversione automatica degli elementi del modello BIM in elementi strutturali appropriati per il calcolo, inclusi colonne, travi, pilastri, pareti e fondazioni. Si auspica inoltre una sincronizzazione efficiente delle modifiche apportate al modello BIM con il software di calcolo e viceversa, evitando la necessità di aggiornamenti manuali ripetitivi.

Emergono tendenze interessanti, come l'adozione di soluzioni basate su cloud nel calcolo strutturale, che promettono di offrire maggiore scalabilità, flessibilità e accessibilità rispetto ai metodi di calcolo locali. L'uso di soluzioni in cloud apre nuove prospettive, ad esempio facilitando l'integrazione di strumenti di calcolo strutturale con piattaforme per la creazione di digital twin numerici. Queste piattaforme consentono di collegare modelli numerici a sistemi di sensoristica installati sull'opera, permettendo calibrazioni basate sulle variazioni rilevate dai sensori e introducendo l'uso dell'intelligenza artificiale per analisi predittive.

L'ottimizzazione topologica, una tecnica già consolidata nell'industria, sta guadagnando importanza anche nel settore della progettazione strutturale, utilizzando algoritmi per generare strutture ottimizzate secondo criteri specifici. I fornitori di software di calcolo strutturale stanno integrando nuove funzionalità e migliorando le prestazioni delle loro piattaforme per rispondere a queste esigenze emergenti, puntando su scalabilità, algoritmi avanzati per l'analisi non lineare e l'ottimizzazione, e l'incorporazione di capacità di machine learning per affinare l'accuratezza delle analisi e automatizzare processi complessi

## Come l'esperienza sul campo influenza l'evoluzione tecnologica

*L'evoluzione dei modelli di calcolo, l'introduzione di nuove tecnologie e le esperienze sul campo stanno influenzando lo sviluppo dei software di calcolo e modellazione strutturale? In che modo ne state tenendo conto?*

**Paolo Sattamino:** Un primo aspetto cruciale che sta guidando l'evoluzione sia dei software di modellazione BIM sia dei programmi di calcolo strutturale è la capacità di simulare con precisione crescente la sequenza costruttiva delle opere, replicando fedelmente ogni fase del processo realizzativo. Questa tendenza riflette la crescente ambizione dei progettisti di realizzare strutture sempre più innovative e complesse, necessitando di una valutazione accurata degli effetti e delle possibili criticità che la struttura potrebbe presentare durante le diverse fasi di costruzione, inclusa quella di montaggio. Di conseguenza, i software di progettazione strutturale sono chiamati a gestire questi aspetti con flessibilità e precisione sempre maggiori.

L'impatto di questa esigenza sull'evoluzione tecnologica si manifesta in modo distinto nei due ambiti. Nei sistemi di modellazione BIM, la sfida è quella di tracciare l'evoluzione temporale (4D) dell'opera, identificando chiaramente gli elementi coinvolti in ogni fase. Nel campo del calcolo strutturale, invece, l'obiettivo è fornire strumenti capaci di condurre analisi fase per fase della struttura, adottando un approccio intrinsecamente non lineare che possa adattarsi all'evoluzione del progetto.

Un ulteriore elemento di spicco riguarda le tecnologie impiegate nei cantieri, specialmente nel contesto del restauro strutturale di opere esistenti di grande rilievo e valore, come nel caso di strutture monumentali. Le sfide poste da questi interventi stanno spingendo i software di calcolo strutturale specializzati a offrire una gamma sempre più ampia di modelli di calcolo e leggi costitutive. Questi modelli devono essere in grado di coprire sia soluzioni semplici, con caratteristiche non lineari e pochi parametri, sia soluzioni più complesse, capaci di modellare con precisione il comportamento di strutture in calcestruzzo armato, acciaio, muratura, e di includere interventi di rinforzo.

È in crescita la domanda di modelli in grado di affrontare anche la dinamica delle strutture sottoposte a sollecitazioni sismiche, simulando fenomeni come il confinamento del calcestruzzo, il degrado ciclico, e l'integrazione di sistemi di isolamento sismico o dispositivi di dissipazione dell'energia. Questi strumenti avanzati sono fondamentali per migliorare la resilienza sismica delle costruzioni, consentendo ai progettisti di prevedere e mitigare gli effetti dei terremoti sulle strutture, garantendo così una maggiore sicurezza.

Parallelamente, l'integrazione tra i software di modellazione BIM e i programmi di calcolo sta diventando sempre più raffinata, con lo sviluppo di interfacce intuitive che permettono una transizione fluida tra la progettazione e l'analisi strutturale. Questa sinergia è essenziale per una progettazione integrata, dove le decisioni progettuali possono essere validate in tempo reale attraverso analisi strutturali accurate.

Inoltre, l'adozione di tecnologie basate sull'intelligenza artificiale e il machine learning sta iniziando a giocare un ruolo chiave nella progettazione strutturale, consentendo di esplorare soluzioni ottimali e di prevedere comportamenti strutturali complessi con un livello di dettaglio senza precedenti. Questi approcci innovativi promettono di rivoluzionare il modo in cui vengono concepite e realizzate le strutture, offrendo ai progettisti strumenti potenti per affrontare le sfide costruttive del futuro.

In questo panorama in rapida evoluzione, la formazione continua dei professionisti diventa un pilastro fondamentale per sfruttare appieno le potenzialità offerte dalle nuove tecnologie. La comprensione

since 1990

**HARPACEAS**  
Your digital partner

approfondita dei principi che regolano l'interazione terreno-struttura, unita alla padronanza degli strumenti software più avanzati, è essenziale per progettare edifici che non solo siano esteticamente validi, ma che rispondano anche ai più alti standard di sicurezza e sostenibilità.

In conclusione, l'evoluzione dei software di modellazione BIM e dei programmi di calcolo strutturale sta aprendo nuove frontiere nella progettazione e realizzazione di opere architettoniche e ingegneristiche. Affrontare con successo le complessità costruttive richiede un approccio olistico, che integri competenze tecniche avanzate con una visione innovativa, orientata al futuro del settore edile e delle infrastrutture.

## **Sostenibilità, sicurezza e durabilità: come il mondo del software tiene conto di questi parametri**

*Le esigenze di coniugare sostenibilità, sicurezza e durabilità oggi portano i progettisti a dover considerare nuovi parametri in fase di progetto di nuovi edifici, anche strutturale. Questa esigenza sta toccando il mondo del software strutturale?*

**Paolo Sattamino:** Le esigenze menzionate riguardano la diversificazione nell'uso delle piattaforme tecnologiche, orientate a ottimizzare il processo costruttivo in tutte le sue fasi, dalla progettazione alla realizzazione, fino alla gestione del ciclo di vita dell'opera.

I software BIM (Building Information Modeling) strutturali stanno evolvendo per integrarsi sempre più strettamente con tecnologie avanzate dedicate all'analisi strutturale, energetica e ambientale delle costruzioni. Questo trend di integrazione consente ai progettisti di valutare con precisione l'impatto delle loro scelte progettuali, non solo in termini di resistenza strutturale e facilità costruttiva, ma anche rispetto all'efficienza energetica, al comfort abitativo e alla sostenibilità complessiva dell'edificio. La sostenibilità diviene quindi un criterio progettuale paritario alla resistenza meccanica, influenzando significativamente le decisioni architettoniche e ingegneristiche.

Parallelamente, si assiste a un'ampia diffusione di software dedicati alla valutazione del Life Cycle Assessment (LCA) per edifici, infrastrutture e materiali da costruzione. Questi strumenti, fondamentali per calcolare l'impronta ambientale di un progetto, sono indispensabili per ottenere certificazioni di bioedilizia, conformemente alle normative vigenti in Italia. Attraverso l'analisi dell'impatto ambientale dei materiali e dei prodotti costruttivi, i progettisti sono in grado di selezionare le soluzioni più sostenibili, contribuendo alla riduzione dell'impatto ecologico dell'opera.

L'utilizzo di database contenenti informazioni dettagliate su materiali e prodotti, inclusi quelli con Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD), consente di calcolare il carbonio incorporato (embodied carbon) di materiali e processi coinvolti in un progetto. Questa capacità di analisi approfondita rappresenta un passo avanti significativo nella progettazione sostenibile, permettendo di quantificare e minimizzare l'impatto ambientale delle costruzioni fin dalle fasi preliminari del disegno architettonico.

Gli strumenti di modellazione BIM strutturali continuano a evolversi, seguendo una tendenza ormai consolidata di integrazione con tecnologie che facilitano una progettazione olistica e sostenibile. Questa evoluzione testimonia l'impegno del settore verso la realizzazione di opere che rispettino i principi di eco-compatibilità e di efficienza energetica.

La sicurezza sul lavoro rappresenta un altro ambito di fondamentale importanza, nel quale le nuove tecnologie offrono opportunità innovative. Strumenti di modellazione sempre più sofisticati permettono di

since 1990

**HARPACEAS**  
Your digital partner

simulare non solo l'opera in sé ma anche l'intero cantiere, includendo la gestione delle aree di lavoro e la logistica. L'introduzione nel modello BIM di elementi relativi alla sicurezza consente di prevedere e gestire i rischi, migliorando la sicurezza degli operatori.

La connessione tra i modelli informativi e i dati raccolti tramite dispositivi IoT (Internet of Things) dedicati alla sicurezza, come i sensori per il controllo degli accessi o per la verifica dell'utilizzo dei dispositivi di protezione individuale (DPI), apre nuove frontiere nella gestione della sicurezza in cantiere. L'interazione tra le tecnologie BIM, la computer vision e l'intelligenza artificiale consente di sviluppare sistemi di monitoraggio avanzati, capaci di rilevare automaticamente situazioni di pericolo e di intervenire tempestivamente per la tutela degli addetti ai lavori.

Questi progressi tecnologici non solo migliorano l'efficienza e la sostenibilità dei processi costruttivi ma elevano anche gli standard di sicurezza e di benessere per tutti gli attori coinvolti nel ciclo di vita dell'opera. La sfida futura sarà quella di integrare armoniosamente queste innovazioni, assicurando che le nuove soluzioni siano accessibili e applicabili in una vasta gamma di progetti, dal piccolo intervento alla grande infrastruttura, ponendo le basi per una costruzione sempre più consapevole, responsabile e orientata al benessere collettivo.

## **Come la normativa tecnica nel campo delle costruzioni influenza lo sviluppo delle soluzioni software**

*Tenendo in considerazione i quesiti e le richieste dei vostri clienti nonché le vostre analisi, esistono aspetti delle normative attuali, in particolare le norme tecniche, che dovrebbero essere rivisti o aggiornati?*

**Paolo Sattamino:** Il quadro normativo attuale si presenta estremamente articolato e dettagliato. Le esigenze manifestate dalla clientela, che fa sempre maggiore affidamento su strumenti di calcolo avanzati, riflettono un'esigenza crescente di piattaforme altamente performanti, sia in fase di modellazione che di analisi. Le strutture oggetto di studio e progettazione si stanno evolvendo verso configurazioni sempre più complesse e eterogenee, spaziando tra nuove costruzioni e interventi su edifici preesistenti, e interessando un ampio ventaglio di settori, dall'edilizia civile e industriale, alle infrastrutture, fino a settori specialistici come quello oil & gas e le telecomunicazioni. In questo contesto, i software più avanzati tendono a offrire strumenti di verifica capaci di rispondere efficacemente alle richieste normative, integrando funzionalità che permettono collegamenti con strumenti esterni e la creazione di soluzioni di verifica personalizzate, soluzioni che raramente possono essere sviluppate su scala industriale dalle aziende produttrici del software stesso.

Alla luce di questa complessità crescente, le norme tecniche dovrebbero continuare il loro percorso di aggiornamento e adattamento. Idealmente, le future normative dovrebbero proporsi come guide che delineano le prestazioni attese da una struttura per garantire adeguati livelli di sicurezza, offrendo agli utenti la flessibilità nella scelta del metodo di verifica più idoneo e efficace. Questo approccio permetterebbe non solo di orientarsi verso un'ingegneria basata sulle prestazioni, ma anche di facilitare l'innovazione nel campo del calcolo strutturale, stimolando lo sviluppo di soluzioni customizzate che meglio si adattano ai casi specifici.

since 1990

**HARPACEAS**  
Your digital partner

Nel contesto delle normative tecniche vigenti, ritenute spesso come l'unica fonte normativa obbligatoria di riferimento, emerge la necessità di minimizzare le ambiguità interpretative. Queste ultime, infatti, possono creare notevoli difficoltà per i professionisti impegnati nello sviluppo di codici di calcolo, limitando la loro capacità di offrire risposte chiare e univoche alle sfide progettuali. La richiesta del settore è quindi quella di lavorare verso normative tecniche che, pur mantenendo rigorosi standard di sicurezza, offrano maggiore chiarezza e riducano al minimo il margine di interpretazione. Ciò consentirebbe di agevolare il lavoro di ingegneri e progettisti, che si trovano a navigare tra requisiti normativi complessi e la necessità di applicare soluzioni innovative e personalizzate.

In aggiunta, vi è l'esigenza di un maggiore dialogo tra il mondo della ricerca, quello della pratica ingegneristica e le istituzioni preposte alla definizione delle normative. Questo scambio continuo di informazioni e conoscenze potrebbe garantire che le norme tecniche rimangano all'avanguardia, adeguandosi tempestivamente ai progressi tecnologici e alle nuove sfide progettuali. La collaborazione tra questi ambiti potrebbe altresì stimolare lo sviluppo di normative che promuovano l'adozione di tecnologie emergenti, come l'intelligenza artificiale e il machine learning, nel processo di verifica e analisi delle strutture, aprendo a scenari innovativi per il settore dell'ingegneria strutturale.

In conclusione, l'evoluzione delle normative tecniche in ambito strutturale dovrebbe tendere verso un modello più flessibile e prestazionale, che favorisca l'innovazione tecnologica e risponda in maniera efficace e tempestiva alle dinamiche di un settore in continua evoluzione.

## **Riflessioni sul livello di preparazione dei professionisti che si occupano di progettazione strutturale**

*Qual è la vostra valutazione sulla preparazione dei tecnici italiani che si occupano di progettazione strutturale e la loro evoluzione nel tempo?*

**Paolo Sattamino:** Rispondere a una domanda apparentemente semplice può rivelarsi tutt'altro che banale. Un'analisi basata sull'esperienza maturata da Harpaceas, che da anni offre supporto tecnico, formazione e consulenza a un vasto numero di professionisti nel nostro settore, può fornire spunti di riflessione validi.

Nel campo del calcolo strutturale, la preparazione dei professionisti che si avventurano nella progettazione, facendo affidamento su strumenti di modellazione BIM o su software di calcolo strutturale, deve essere valutata considerando l'importanza di una profonda conoscenza in una materia estremamente specializzata e tecnica. Questa richiesta di competenza è amplificata dall'utilizzo crescente di tecnologie capaci di effettuare simulazioni di notevole complessità. Il vero punto di sfida consiste nel trovare un giusto equilibrio tra la conoscenza approfondita della meccanica delle strutture, la comprensione del vasto corpus normativo e l'abilità nell'applicare queste nozioni fondamentali attraverso le tecnologie a disposizione per la progettazione strutturale.

Diventa cruciale, per chi utilizza questi strumenti ingegneristici, avere a disposizione una metodologia chiara e ben strutturata per la validazione dei modelli, sia che si tratti di calcoli o di modellazioni informative. Questa necessità sottolinea quanto sia impegnativo acquisire competenze in questi ambiti, richiedendo dedizione, tempo e impegno sostanziali.



La presenza di una solida preparazione in questi tre aspetti fondamentali eleva significativamente la qualità e l'efficacia nell'uso degli strumenti di progettazione strutturale. La produttività ottenuta varia in base al contesto specifico in cui il professionista opera. Le difficoltà emergono soprattutto quando, nonostante la disponibilità di strumenti performanti, si riscontrano lacune in uno o più dei pilastri fondamentali menzionati, portando a risultati insoddisfacenti e a frustrazioni.

Con il passare del tempo, la complessità di queste tre aree di conoscenza è aumentata costantemente, raggiungendo livelli di notevole complessità. Il percorso naturale prevede una prosecuzione di questa tendenza verso una maggiore sofisticazione.

Molti professionisti, anche quelli con esperienza, hanno sviluppato, accanto alla loro indiscussa competenza sul campo, una notevole abilità nell'utilizzo di software di calcolo, trovando spesso un equilibrio efficace tra le potenzialità di queste tecnologie e le reali esigenze progettuali. Tuttavia, in numerosi casi, professionisti esperti incontrano ostacoli nell'adeguarsi all'evoluzione delle normative e nel comprendere nuove metodologie di calcolo, spesso a causa di una mancanza di trasparenza e chiarezza da parte dei software.

Non di rado, spinti dalla necessità di rispondere alle sfide del loro lavoro, alcuni professionisti tentano di affidarsi completamente agli strumenti informatici, sperando di trovare in essi la soluzione ai loro problemi. In altri casi, cercano di compensare le proprie lacune coinvolgendo giovani ingegneri, presumibilmente più abili nell'uso delle nuove tecnologie. Tuttavia, questo approccio ibrido non sempre riesce a colmare le lacune di conoscenza, risultando in un impiego poco efficace delle tecnologie disponibili.

I giovani ingegneri mostrano risultati variabili, influenzati dal loro percorso di studi e dalla dedizione individuale. Sebbene possano dimostrare un'elevata conoscenza della meccanica delle strutture e delle normative, la loro competenza informatica tende a concentrarsi sull'operatività di base. La capacità di identificare le criticità nei propri modelli di calcolo è, in media, limitata, ma questi aspetti possono essere migliorati con una formazione adeguata da parte di esperti del settore.

Costruire una solida base in meccanica delle strutture e nella comprensione delle normative rappresenta una sfida data l'ampiezza delle conoscenze richieste. Tuttavia, la nostra esperienza dimostra che è possibile definire percorsi formativi mirati, che richiedono un significativo impegno da parte dei professionisti.

Nell'ambito della modellazione BIM, stiamo assistendo a una transizione da utenti principalmente disegnatori a professionisti con solide competenze di calcolo che interagiscono con ambienti BIM. L'obiettivo è quello di adottare un approccio integrato, dove chi realizza il modello BIM strutturale possiede anche le conoscenze necessarie per affrontare le questioni meccaniche e comportamentali delle strutture. Durante la redazione degli esecutivi, il controllo non riguarderà solo gli aspetti geometrici ma anche la funzione strutturale di ogni elemento nel garantire la sicurezza.

Una preparazione approfondita nelle aree menzionate facilita un uso consapevole degli strumenti di modellazione BIM, portando a risultati estremamente positivi. È ragionevole aspettarsi un utilizzo virtuoso del modello BIM nel passaggio all'ambiente di calcolo. La conoscenza delle differenze tra modello BIM e modello di calcolo, se ben compresa, può portare a uno scambio di dati molto produttivo.

Al contrario, interpretare il modello BIM come identico al modello di calcolo può creare ostacoli significativi nella trasmissione delle informazioni, con esiti potenzialmente negativi.

since 1990

**HARPACEAS**  
Your digital partner

## Come l'intelligenza artificiale e BIM cambiano e cambieranno il mondo del software strutturale

*Dal 1° gennaio 2025 ci sarà l'obbligo dell'applicazione del BIM in gran parte degli appalti pubblici. Parallelamente stiamo assistendo a una forte evoluzione dei sistemi di intelligenza artificiale. Quanto il BIM e l'AI stanno cambiando e cambieranno il mondo del software strutturale?*

**Paolo Sattamino:** Il Building Information Modeling (BIM) e l'Intelligenza Artificiale (AI) stanno rivoluzionando il settore del software strutturale, con un impatto che si prevede diventerà sempre più marcato nei prossimi anni. Con l'obbligo dell'applicazione del BIM in gran parte degli appalti pubblici a partire dal 1° gennaio 2025, si assiste a una diffusione sempre più capillare di questa metodologia nell'industria delle costruzioni, influenzando in modo sostanziale lo sviluppo e l'evoluzione dei software strutturali. La tendenza è verso una sempre maggiore integrazione tra i software di modellazione strutturale e i modellatori BIM, allo scopo di realizzare un flusso di lavoro integrato che copra tutte le fasi del processo costruttivo, dalla progettazione iniziale fino alla gestione del ciclo di vita dell'edificio.

Il BIM enfatizza la necessità di interoperabilità tra diversi software e piattaforme, spingendo i produttori di software strutturali a ottimizzare la compatibilità e lo scambio di dati. Ciò facilita la collaborazione tra i diversi attori coinvolti nel processo edilizio, migliorando l'efficienza e riducendo gli errori e i tempi di progettazione.

Parallelamente, l'avanzamento delle tecnologie di Intelligenza Artificiale e di apprendimento automatico sta trasformando il modo in cui vengono eseguiti e automatizzati numerosi processi nel campo del software strutturale. L'AI rende possibile l'automazione di attività come la modellazione degli elementi strutturali, l'ottimizzazione dei progetti, l'analisi dettagliata dei dati e la proposta di soluzioni progettuali innovative. Questi progressi tecnologici aumentano l'efficienza degli ingegneri strutturali, permettendo loro di dedicarsi a mansioni che richiedono un elevato valore aggiunto.

L'introduzione di strumenti di analisi predittiva avanzati, grazie all'AI, nei software strutturali offre la possibilità di anticipare il comportamento delle strutture sotto varie condizioni di carico e ambientali. Questa capacità consente agli ingegneri di effettuare scelte progettuali più consapevoli, basate su previsioni accurate. Inoltre, l'AI facilita l'ottimizzazione automatica dei progetti strutturali, considerando una vasta gamma di vincoli e obiettivi, per giungere a soluzioni che massimizzino l'efficacia e la sostenibilità delle strutture.

L'analisi dei dati, inoltre, assume un ruolo centrale nella definizione delle strategie progettuali. Utilizzando l'AI per elaborare e interpretare grandi volumi di dati provenienti da progetti precedenti e dal monitoraggio delle prestazioni delle strutture in tempo reale, gli ingegneri possono accedere a un patrimonio informativo prezioso per affinare i design futuri e formulare decisioni più accurate.

Questa sinergia tra BIM e AI non solo sta migliorando la precisione e l'efficacia della progettazione strutturale, ma sta anche aprendo la strada a un'era di innovazione senza precedenti nel campo dell'ingegneria civile. Gli ingegneri, grazie a queste tecnologie, possono esplorare nuove frontiere della progettazione, sfruttando al meglio le potenzialità offerte dall'integrazione tra conoscenza umana e intelligenza artificiale. In futuro, possiamo aspettarci che queste tecnologie continueranno a evolversi,

offrendo soluzioni sempre più avanzate per affrontare le sfide complesse del mondo delle costruzioni, promuovendo edifici più sicuri, efficienti e sostenibili.

## **Novità tecniche e commerciali di Harpaceas nel 2024**

*Quali novità tecniche e commerciali la vostra azienda sta pianificando per il 2024?*

**Paolo Sattamino:** Harpaceas continua a percorrere la via dell'innovazione, espandendo la sua offerta sia in termini di prodotti che di servizi, con l'obiettivo di posizionarsi come leader nella trasformazione digitale del settore delle costruzioni. La nostra strategia per il 2024 mira a consolidare la proposta tecnologica, strutturata per affrontare le principali tendenze di mercato, e a intensificare la nostra gamma di servizi nell'ambito dell'ingegneria della trasformazione digitale. L'intento è quello di affiancare i professionisti e le aziende del settore costruzioni che desiderano avviare o proseguire il loro percorso di digitalizzazione, offrendoci come partner strategico in questa evoluzione.

Ribadiamo l'importanza di una fase iniziale di analisi e strutturazione dei flussi informativi, fondamentale anche nei contesti più innovativi. Questo primo passo è cruciale per garantire che l'introduzione di nuove tecnologie avvenga in modo organizzato e coerente, massimizzando l'efficacia della trasformazione digitale. Parallelamente, stiamo potenziando i nostri servizi di ingegnerizzazione digitale, con l'obiettivo di promuovere approcci metodologici che consentano di sviluppare ecosistemi informativi efficienti e di adottare strategie operative in grado di capitalizzare pienamente i benefici della digitalizzazione.

La nostra offerta si basa su un mix di competenze che spazia dalla profonda conoscenza delle tematiche specifiche dell'ingegneria civile, arricchita dall'esperienza nel project management, fino allo sviluppo e all'integrazione di soluzioni informatiche avanzate. Questo approccio multidisciplinare ci permette di integrare tecnologie all'avanguardia, favorendo l'innovazione e la competitività dei nostri clienti nel panorama costruttivo moderno.

Per il 2024, Harpaceas si propone di introdurre nuove soluzioni tecnologiche che siano in grado di interpretare e anticipare le esigenze di un mercato in costante evoluzione, offrendo strumenti che facilitino la progettazione, l'esecuzione e la gestione delle opere in chiave digitale. Tra le novità previste, vi è l'implementazione di piattaforme BIM ancora più integrate e intuitive, capaci di interfacciarsi efficacemente con i sistemi di intelligenza artificiale per ottimizzare la fase di progettazione e costruzione.

Inoltre, stiamo lavorando allo sviluppo di servizi di consulenza personalizzata per accompagnare le aziende nella transizione verso processi costruttivi digitalizzati, offrendo supporto nella scelta e nell'implementazione delle soluzioni tecnologiche più adatte alle loro specifiche esigenze. La formazione e l'aggiornamento professionale rappresenteranno un altro pilastro della nostra offerta, con l'obiettivo di fornire ai professionisti del settore le competenze necessarie per navigare con successo nell'era della digitalizzazione.

In conclusione, l'impegno di Harpaceas per il 2024 è quello di rafforzare il suo ruolo di partner affidabile e all'avanguardia per tutte quelle realtà che, nel settore delle costruzioni, intendono abbracciare con determinazione e visione il processo di trasformazione digitale, garantendo soluzioni innovative, supporto competente e una visione orientata al futuro.