

Il ruolo delle tecnologie digitali per la rappresentazione progettuale

Matteo Del Giudice

Abstract

Negli ultimi anni si è assistito a un processo di innovazione dell'industria delle costruzioni basato sulla digitalizzazione delle informazioni utili per descrivere in modo affidabile il patrimonio immobiliare esistente. È emersa quindi la necessità di adottare un nuovo linguaggio grafico basato sulla modellazione informativa che riesce a sintetizzare le caratteristiche grafiche e quelle alfanumeriche di un certo manufatto. Il contributo si concentra sull'analisi di aspetti che hanno caratterizzato l'idea di rappresentazione nel passato, proponendo la modellazione informativa come naturale rinnovamento della rappresentazione progettuale attraverso le tecnologie digitali.

Parole chiave: disegno, modellazione parametrica 3D, BIM, edifici esistenti.

Introduzione

La capacità di trasmettere una certa idea o un'informazione sul progetto è fondamentale per l'essere umano che ha studiato nella storia modi e strumenti diversi per descrivere la realtà, grazie all'impiego di vari metodi di rappresentazione, utilizzando il disegno come dispositivo fondamentale per comunicare una certa idea progettuale.

La capacità quindi di passare dall'idea alla forma, attraverso la mediazione del disegno, ha posto nel tempo una serie di interrogativi sul senso della rappresentazione a cui molti studiosi hanno provato a dare risposta con le loro ricerche. Questo contributo si propone di esplorare la scienza del disegno, prendendo in considerazione le varie definizioni che nel tempo sono state

date dagli studiosi e andando a chiarire quale sia oggi il ruolo delle tecnologie digitali per la rappresentazione progettuale del patrimonio esistente.

Nel XVIII secolo la ricerca di una teorizzazione del disegno si ha con Gaspard Monge che, grazie alla geometria descrittiva, ha codificato il metodo delle proiezioni ortogonali definendo regole per rappresentare gli enti dello spazio sulla superficie piana. Anche in questo caso il disegno viene declinato come una lingua necessaria sia all'uomo che concepisce un progetto, sia a quelli che devono realizzarlo [Bennicelli 2006, pp. 261, 262]. Una delle sfide principali affrontate da Monge è stata l'esplicitazione della necessità di descrivere le proprietà degli enti dello spazio tridimensionale in quello bidimensio-

nale dei piani di quadro. La soluzione proposta dallo studio prevedeva che la posizione di un certo oggetto fosse descritta da una rappresentazione su due piani tra loro ortogonali. Secondo questa procedura, l'oggetto può assumere qualsiasi posizione rispetto ai piani di riferimento che descrivono la posizione dell'oggetto stesso nello spazio attraverso un sistema di proiezione. Attraverso questo sistema di codifica il matematico francese è riuscito ad eliminare ogni ambiguità nel passaggio dalla rappresentazione alla realtà e viceversa.

In questo modo è stato generato un metodo discreto che ha reso le operazioni da compiere più oggettive e più chiaro il processo di rappresentazione. Gaspard Monge è riuscito quindi a codificare con i suoi testi il tema delle proiezioni parallele trasformando il disegno in scienza della rappresentazione grafica. Il metodo da lui proposto ha soddisfatto l'esigenza di rappresentare forme e dimensioni effettive e molto accurate che saranno utili per la produzione in serie [Docci, Migliari 1992, pp. 74-78].

Il linguaggio proposto dalla geometria descrittiva diventa quindi un valido candidato per giocare un ruolo fondamentale nell'era della produzione industriale.

Con la modernità, il disegno tecnico riesce a rispondere alle richieste relative alla meccanizzazione delle città che con la rivoluzione industriale conosce l'introduzione di forme e spazi architettonici di nuova concezione basati su nuovi materiali come il ferro. Con esso mutò la dimensione delle città e con esse la forma e il rapporto degli edifici nel contesto urbano, proponendo nuovi stili di rappresentazione urbana. L'utilizzo della trave prefabbricata in ferro divenne presto il simbolo di un nuovo formalismo architettonico che estremizzò anche il valore del disegno come strumento necessario per restituire l'idea di progetto pronta per essere realizzata in serie.

Con l'era industriale il disegno architettonico si trasforma da strumento ideativo e conoscitivo a progetto funzionale alla produzione edilizia che avrà poi la necessità di creare norme e regole precise per codificare il linguaggio del disegno progettuale [Bennicelli 2006, p. 265]. Il settore del disegno si allineò alle esigenze dell'epoca, evidenziando le caratteristiche descrittive di un certo manufatto ricomposto nella sua interezza, anche se osservato per parti significative e non più privilegiando le singole parti, pianta prospetto, sezione [Bennicelli 2006, p. 266].

Nell'era moderna il disegno architettonico ha conosciuto un largo impiego dell'assonometria utilizzata come

linguaggio informativo della comunicazione spaziale, evidenziando la volumetria e descrivendo i componenti di un manufatto attraverso il disegno "esploso".

Attraverso questi linguaggi, l'importanza dell'interdisciplinarietà viene valorizzata evidenziando la necessità di comunicare diverse informazioni relative alla forma, alla materia e alla tecnologia in rapporto ai livelli di focalizzazione quali il contesto, il manufatto e il particolare. Accanto alla ricerca stilistica caratterizzata dalla purezza formale, il disegno progettuale aveva l'obiettivo di rappresentare la complessità architettonica e urbanistica in due momenti della progettazione: quello relativo all'idea identificato dallo schizzo e quello dell'elaborazione progettuale attraverso la sistematica proposta di materiali e tecnologie costruttive derivati dalla produzione industriale, ricercando quindi una nuova estetica industriale [Bennicelli 2006, p. 268].

Il tentativo di comprendere e descrivere il ruolo della rappresentazione, non solo come strumento di traduzione dell'idea mentale a segno grafico, ma come luogo in cui l'idea progettuale si manifesta come massima espressione della poetica dell'architetto. Lo spirito del Movimento Moderno quindi si incarna e si sostanzia esaminando il disegno architettonico come strumento mentale e culturale [Florio 2012, p. 12].

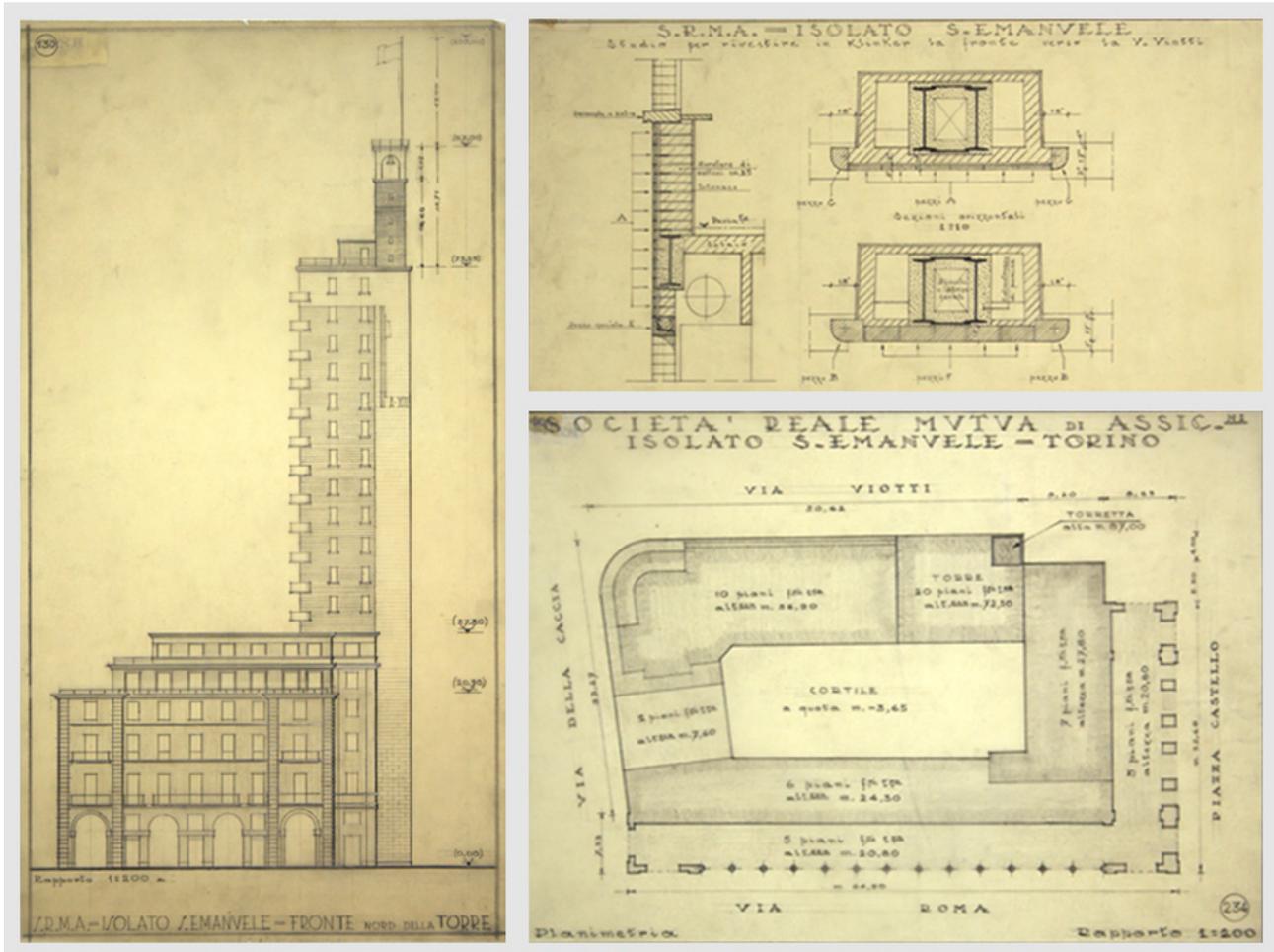
In questo senso il disegno è concepito come veicolo per la trasmissione di informazioni e soprattutto come possibilità che esso si identifichi con il fine da raggiungere [Melis 2016, p. 891].

In questo contesto l'attività di lettura di un edificio del patrimonio immobiliare esistente mediante un segno o una tecnologia deve concretizzare l'immagine del pensiero umano di un certo manufatto attraverso la consultazione diretta di documenti grafici prodotti nel tempo dell'attività progettuale (fig. 1).

L'attività di rilievo consente quindi di sviluppare per successive approssimazioni rappresentazioni della realtà che producono immagini mentali del manufatto che possono essere materializzate nello sviluppo di un modello virtuale informativo (fig. 2).

In questo contesto Riccardo Antonini ha provato a dare un formalismo a questa visione del disegno introducendo un modello teorico formale in cui la rappresentazione della realtà da parte dell'essere umano produce intrinsecamente un mondo virtuale tridimensionale che viene attuata grazie al meccanismo della percezione [Antonini 2004, pp. 54-61].

Fig. 1. Fronte nord, sezioni verticali e orizzontali e planimetria della Torre Littoria di Torino. Fondo Melis de Villa, LSBC Politecnico di Torino.



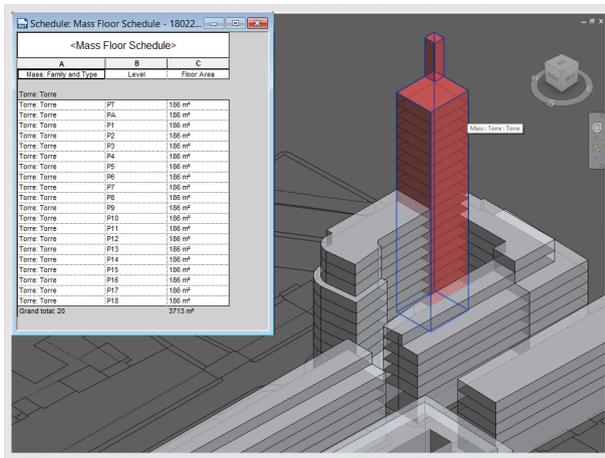


Fig. 2. Vista assometrica volumetrica dell'isolato Sant'Emanuele con abaco dei pavimenti di massa (elaborazione grafica dell'autore).

Le immagini mentali della realtà e della sua stessa rappresentazione producono una serie di relazioni che danno vita al progetto che può assumere una serie di definizioni: la rappresentazione dell'immagine mentale di un individuo che si immagina la percezione di un oggetto come se fosse stato già realizzato e la figurazione del progetto stesso attraverso l'attività del disegnare. Questa operazione ha consentito nel tempo di avvicinare il mondo reale a quello virtuale definendo alcune differenze tra disegnare e simulare l'immaginazione, creando due settori quali quella del disegno-progetto/rilievo e quello della *Virtual Reality* (VR) (fig. 3). Attraverso la modellazione ad oggetti, ossia grazie alla materializzazione dell'immagine del progetto attraverso modelli 3D informativi, i due settori stanno producendo una serie di relazioni mirate a ottimizzare il processo edilizio.

La comunicazione dell'idea progettuale può essere attuata non più solo con un segno grafico su una superficie, ma anche mediante l'elaborazione di un modello digitale. Questo viene di volta in volta arricchito di informazioni, generando una serie di prodotti tra cui la visualizzazione immersiva e gli elaborati grafici che producono l'effetto di avvicinare il mondo della rappresentazione a quello reale. In questo modo la rappresentazione del patrimonio esistente avviene mediante la produzione di modelli virtuali che trasformano l'immagine tradizionale

del disegno come istante che arresta il fluire del tempo [Dal Co 1989, p. 6], in un percorso di contemporaneità che rende dinamica la lettura di un edificio, mediante un linguaggio di comunicazione focalizzato alla gestione efficiente dei dati attraverso le *Information and Communication Technologies* (ICTs).

Nell'era della trasformazione digitale la rappresentazione viene innovata con questo linguaggio basato sulla realizzazione di modelli tridimensionali parametrizzati in cui confluiscono informazioni eterogenee che vengono messe a sistema. Il settore del Disegno viene quindi riscoperto come attore fondamentale del percorso che, dalla realtà, passa per le immagini mentali presenti nella concezione formale dell'oggetto rappresentato [Spallone 2012].

Il ruolo delle tecnologie digitali e dell'*information modelling*

Tradizionalmente, attraverso una serie di documenti grafici 2D e 3D, i professionisti hanno comunicato i loro contenuti progettuali utili all'intero processo edilizio. A questo si associa il concetto di rilievo che sottolinea il valore della consultazione diretta di tali documenti osservati nella loro materialità originale per comunicare la conoscenza del un patrimonio costruito.

Attualmente, il Building Information Modelling (BIM) sta innovando questa procedura, concentrandosi sullo sviluppo di un database grafico condiviso in grado di descrivere una grande quantità di informazioni memorizzate in oggetti parametrici 3D tra cui muri, pavimenti, travi e connessioni analitiche più ricchi di dati rispetto a semplici disegni basati su segni. L'informazione digitale è considerata il vero valore aggiunto poiché favorisce la gestione ottimizzata dei dati che può avvenire anche in modo decentralizzato basandosi su piattaforme che permettono la condivisione della conoscenza interdisciplinare. La collaborazione tra tutti gli attori coinvolti nel processo edilizio avviene adottando una metodologia di lavoro basata su linguaggi che devono essere utilizzati per trasferire informazioni ottimizzando la gestione dei dati. Attraverso l'elaborazione di una o più banche dati è, infatti, possibile creare relazioni che valorizzano l'unicità del dato che può essere filtrato per usi diversi grazie all'interoperabilità. I modelli informativi possono quindi essere integrati da tutti i professionisti, adottando un protocollo condiviso basato sulla creazione di oggetti intelligenti basati su regole di scambio definite [Osello 2012, p. 61].

Mentre la rappresentazione tradizionale del costruito è caratterizzata da elaborati bidimensionali basati su oggetti muti senza alcun collegamento o relazione tra essi, con l'elaborazione di modelli 3D parametrici è possibile descrivere la realtà con oggetti intelligenti che vengono combinati tra loro per realizzare un'unica banca dati (fig. 4) contenente tutte le informazioni dell'edificio [Ciribini 2013, pp. 15-22].

Questa nuova metodologia di lavoro si basa sul concetto di condivisione del lavoro tra i diversi attori coinvolti in un'attività progettuale che viene identificato come quel momento in cui l'individuo tenta di definire un'immagine della realtà o di ciò che vorrebbe realizzare per soddisfare una certa esigenza. Nel tempo, quindi, gli elaborati informativi hanno migliorato la loro qualità, grazie anche all'evoluzione tecnologica, sviluppando un importante incremento nella *performance* di lavoro.

Prendendo in considerazione il patrimonio architettonico esistente, la fase conoscitiva di un fabbricato esistente attuabile anche con l'attività di rilievo, stabilisce una prima immagine del mondo reale che può essere tracciata attraverso la produzione di elaborati digitali o non digitali. Questa attività viene concretizzata attualmente con l'elaborazione di modelli informativi, veicoli di simulazione e di contrattualizzazione di un prodotto risultante od un processo del settore delle costruzioni, attraverso conte-

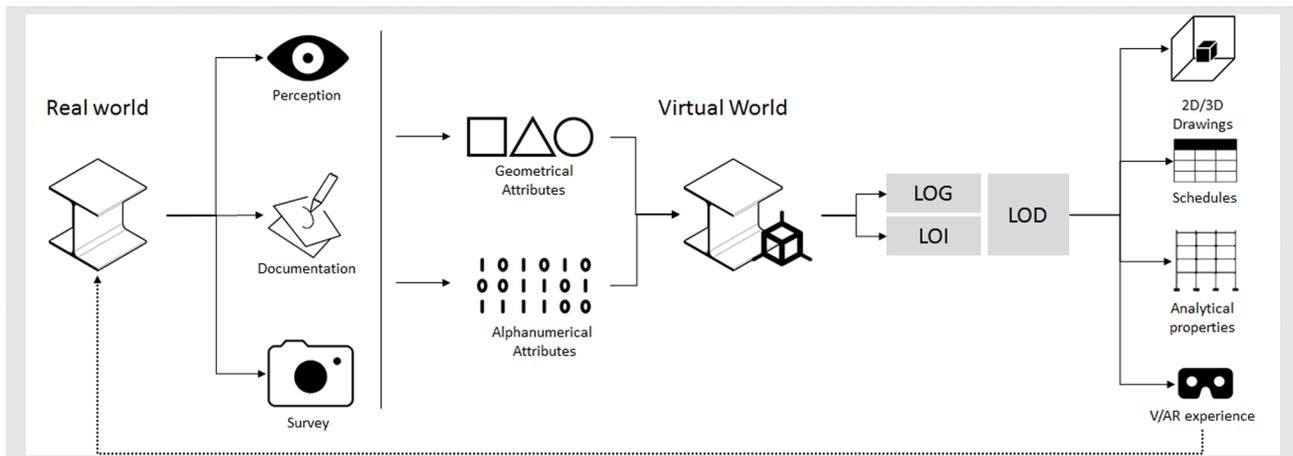
nuti informativi di natura grafica, alfanumerica e multimediale [UNI 11337-1:2017, p. 11]. Con l'elaborazione di modelli parametrici orientati agli oggetti la rappresentazione viene potenziata, inserendo l'informazione come valore aggiunto negli elaborati grafici.

Lo spazio architettonico è descritto da componenti solidi ma anche da spazi riprodotti nelle varie simulazioni che possono essere sviluppati grazie ad elaboratori che hanno la capacità di collegare il mondo reale con quello digitale. Con i modelli informativi, la rappresentazione di un manufatto non ricade più nelle consuete proiezioni ortogonali 2D o viste assonometriche e prospettiche, ma nella riproduzione di qualcosa che esiste o che verrà realizzata.

In questo senso, l'idea del disegnare non è stata modificata in funzione degli strumenti meccanici o elettronici, ma è stata valorizzata continuando a detenere il ruolo fondamentale di linguaggio comunicativo per ottimizzare la rappresentazione della realtà o del progetto.

L'elaborazione di modelli di simulazione, offre oggi l'opportunità di ottimizzare la gestione dei dati, rendendoli coerenti tra loro con l'opportunità di assottigliare la distanza tra mondo reale e mondo virtuale. La simulazione dell'immagine del reale o del progetto può quindi avvenire a partire da modelli che possono evolversi nel tempo in funzione degli obiettivi e degli usi che sono stati redatti o richiesti.

Fig. 3. Schema concettuale del processo di rappresentazione dal mondo reale al mondo virtuale.



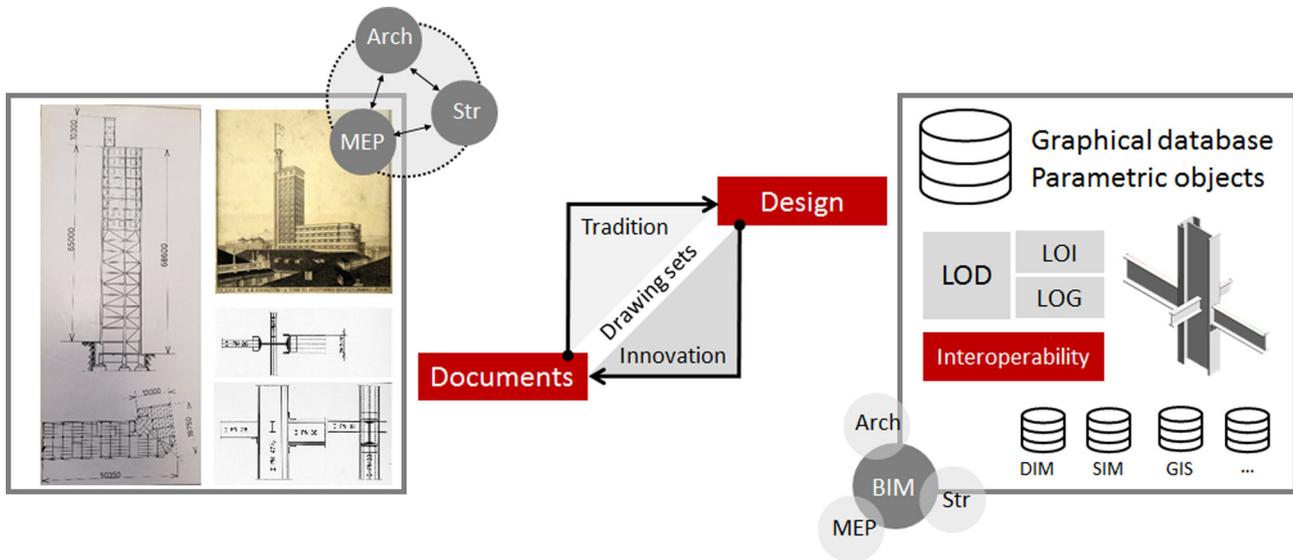


Fig. 4. Schema metodologico di confronto tra l'approccio tradizionale e quello innovativo nell'industria delle costruzioni.

Il punto di partenza di questi modelli informativi deve essere la definizione dei 'Livelli' di dettaglio geometrico (LOG) e alfanumerico (LOI) per ciascun oggetto che deve essere messo in relazione con la totalità del modello attraverso i propri attributi, per essere ri-elaborati successivamente. Prendendo in considerazione il patrimonio edilizio esistente, i *Level of Detail* (LOD) degli oggetti devono riguardare informazioni di natura oggettiva, relative alla realtà, con l'obiettivo di assimilare dati derivanti dall'esistente per poi estrapolarli per una progettazione o gestione futura [Pavan 2017, pp. 14-28]. La simulazione di oggetti reali con librerie di oggetti virtuali consente di descrivere un certo manufatto in modalità diversa per via informatica negli attributi e nelle geometrie attraverso abachi, viste 2D e 3D, avvicinando il mondo della rappresentazione a quello della realtà. Per questo motivo la gestione delle informazioni riferita alla creazione di un modello parametrico di un edificio esistente parte dall'analisi dei documenti storici, dalla lettura del manufatto attraverso la schedatura di lettura e la documentazione multimediale. Dopo di ch , la definizione degli attributi geometrici e alfanumerici sono il punto di partenza per l'elaborazione del modello BIM formato da oggetti con un opportuno LOG e LOI per la declina-

zione del LOD relativo. Parte delle informazioni inserite negli oggetti possono essere ancora legati a mezzi della rappresentazione tradizionale, mentre altri si riferiscono alla analisi strutturale o alla visualizzazione immersiva attraverso la *Virtual/Augmented Reality* (VI/AR).

Metodologia

Il tentativo di comprendere come il ruolo della rappresentazione sia fondamentale per poter rendere effettivo il processo che traduce l'idea mentale a modello informativo viene affrontato in questo contributo prendendo in analisi la Torre Littoria di Torino, un edificio con struttura in acciaio, realizzato negli anni trenta. In quel periodo si cercava di rinnovare l'immagine del capoluogo sabauda spinto dalla corrente fascista che sottolineava in modo evidente le proprie esigenze anche dal punto di vista urbanistico e architettonico. La ricerca di uno stile nazionale che affondasse le sue radici nella classicit  porta comunque all'introduzione di innovazioni nell'utilizzo dei materiali da costruzione e nella gestione del cantiere che doveva richiamare le catene di montaggio delle fabbriche.

L'adozione della struttura metallica saldata è sicuramente una delle innovazioni più importanti proposte dai progettisti Armando Melis de Villa e Giovanni Bernocco. Il corpo principale è costituito da dieci piani fuori terra che diventano venti nella torre con un'altezza complessiva di 85 metri. La torre è collocata in aderenza al corpo di fabbrica da conservare in piazza Castello [Moglià 1995, p. 117].

In un articolo su *Casabella* del 1938 la struttura portante della torre è annoverata tra gli esempi di costruzioni con ossatura a gabbia metallica che risulta essere interamente saldata. Le colonne sono uniformemente costituite da travi a doppia T accoppiate e collegate da ferri piatti saldati posti a distanza di circa un metro. I pilastri si estendono ogni due piani e le travi principali sono perpendicolari alle facciate per formare con le colonne telai robusti finalizzati ad assicurare la stabilità trasversale dell'edificio. L'impiego della carpenteria metallica ha facilitato e velocizzato la realizzazione dell'edificio che è composto da alcuni

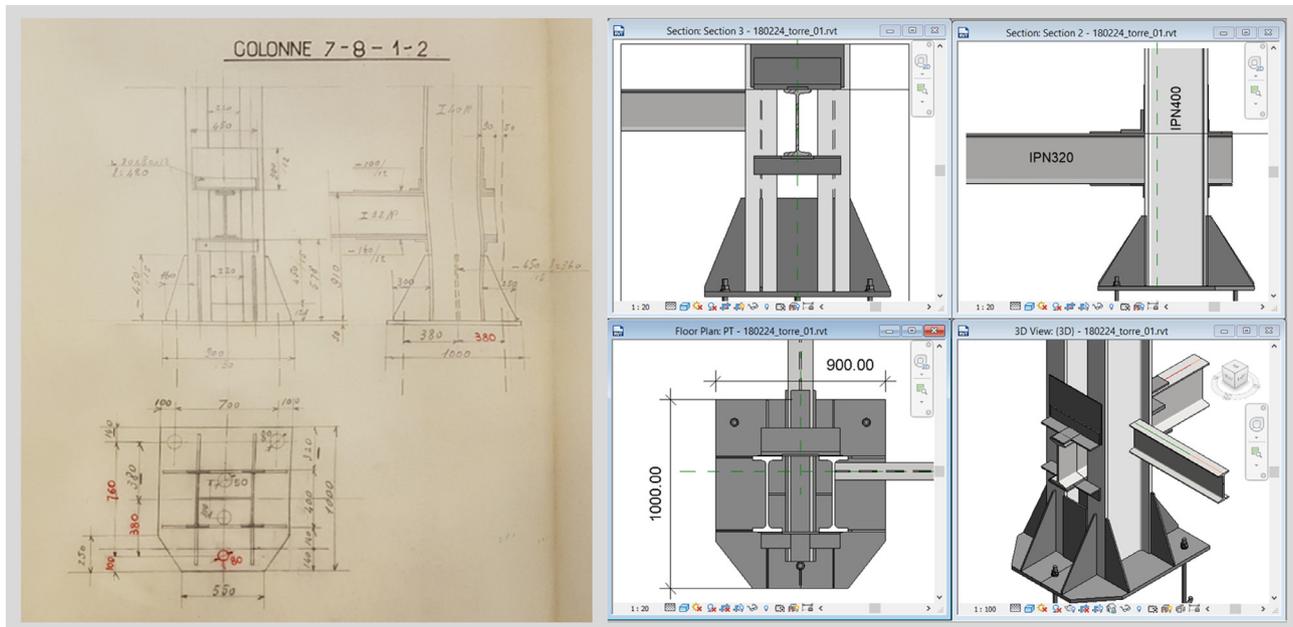
tipi standardizzati che possono essere assemblati sul posto da pochi operai [Fava 1938, p. 40].

La consultazione di documenti di progetto relativi alla Torre, presso l'Archivio di Stato di Torino (AST) e il Fondo Melis de Villa, situato al Politecnico di Torino, ha favorito la creazione dell'immagine mentale della torre che ha innescato un processo di ricerca degli attributi geometrici e alfanumerici che caratterizzavano gli elementi costituenti la struttura metallica.

Il modello informativo è stato quindi elaborato concentrandosi su alcuni dettagli costruttivi come ad esempio il basamento delle colonne (fig. 5) oppure il giunto tra le colonne o ancora l'attacco delle travi alle colonne.

Il processo di elaborazione del modello è stato avviato con l'individuazione dei componenti principali dell'ossatura metallica, soffermandosi sul caricamento degli oggetti BIM all'interno di un ambiente di progetto come Autodesk Revit. Il tentativo di riprodurre i dettagli costruttivi realizzando una serie di oggetti che

Fig. 5. Confronto tra un documento d'archivio (Archivio SNOS, Torino) e il modello informativo relativo a un dettaglio della colonna.



ne descrivono ogni parte ha consentito di affrontare le problematiche relative alla modellazione alla scala di dettaglio. Ogni particolare costruttivo è descritto secondo le componenti architettoniche visibili negli elaborati storici, prendendo in considerazione dati relativi a forma, quantità, dimensione, posizione, dettagli di assemblaggio e caratteristiche proprie del mondo della fabbricazione.

Oltre alle caratteristiche fisiche, i dettagli proposti descrivono anche le caratteristiche strutturali, geometriche, proprietà di materiali e sono in grado di descrivere i carichi della struttura.

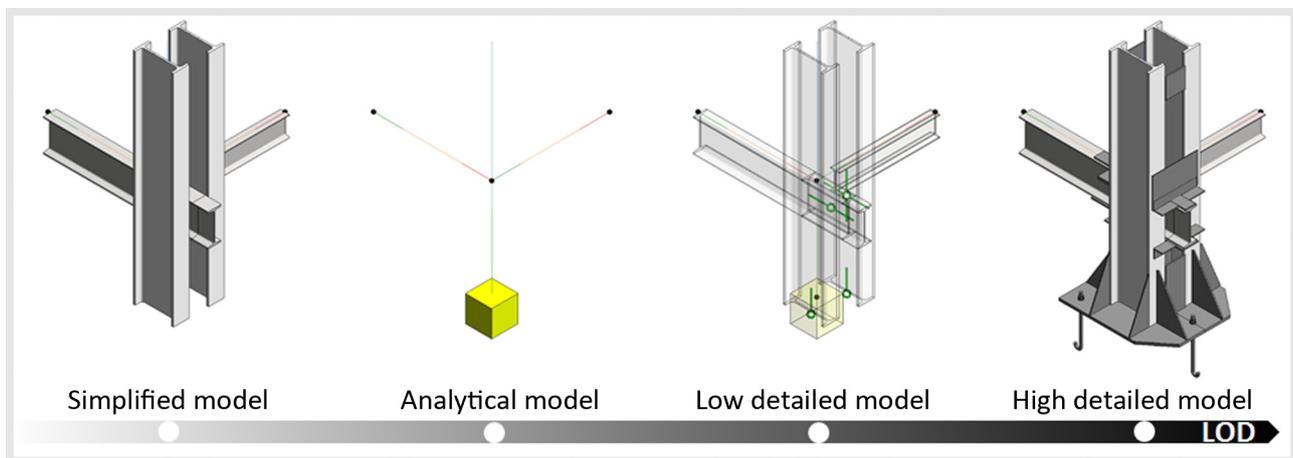
Queste molteplici informazioni formano un sistema analitico costituito da aste e nodi. Tale riproduzione virtuale offre la possibilità di utilizzare la banca dati BIM anche per applicazioni di analisi e simulazione strutturale specifica. La rappresentazione del modello fisico è messa quindi in relazione con quella analitica pur se quest'ultima possa essere gestita anche in modo indipendente. È possibile osservare come sebbene l'oggetto che descrive il pilastro fisico sia formato da due travi IPN collegate con calastrelli, il pilastro analitico deve essere modificato per descrivere in modo univoco l'asta che deve rappresentare le proprietà che possono essere usate per la simulazione strutturale.

Risultati

L'elaborazione di oggetti capaci di rappresentare molteplici informazioni proprie di diverse discipline ha consentito un progressivo avvicinamento del mondo virtuale a quello della realtà, offrendo varie riproduzioni del manufatto che possono essere utilizzati per la gestione del patrimonio immobiliare esistente. Tale obiettivo ha richiesto notevole sforzo nella modellazione, strettamente connessa alle capacità di calcolo di applicativi che oggi sono disponibili sul mercato. Lo sviluppo di modelli informativi con elevata quantità geometrica e alfanumerica può causare un rallentamento nelle capacità dell'elaboratore rendendo quindi il processo di modellazione complesso e laborioso. La valutazione del LOG/LOI opportuno è stata fondamentale per il raggiungimento degli obiettivi e degli usi del modello che in questo caso erano incentrati sulla capacità di riprodurre un dettaglio costruttivo nel mondo virtuale (fig. 6).

La soluzione proposta da questo contributo vuole dimostrare come i modelli informativi consentano di raggiungere elevati livelli di precisione geometrica descrivendo un certo oggetto con caratteristiche multidisciplinari. Sono state riscontrate, tuttavia, alcune criticità relative alla standardizzazione degli oggetti che possono essere utilizzati nella rappresentazione di modelli digitali relativi ad edifici esistenti.

Fig. 6. Rappresentazione del dettaglio costruttivo in BIM, relativo ad un LOD progressivo.



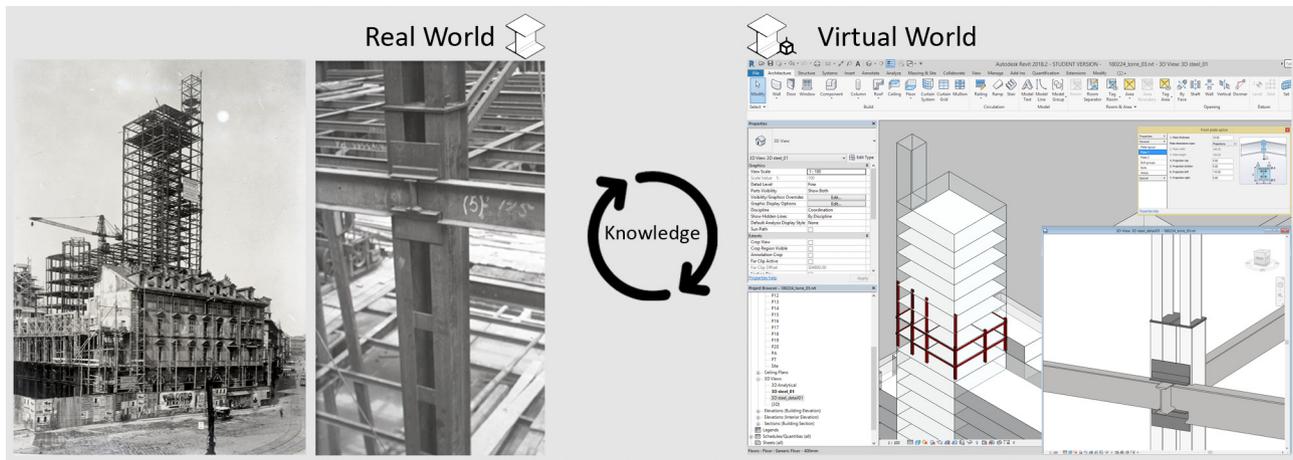


Fig. 7. Confronto tra fonti che descrivono il mondo reale (Fondo Melis de Villa, LSBC Politecnico di Torino) e il modello informativo.

Quanto detto evidenzia le potenzialità offerte dalla metodologia BIM basata sull'elaborazione di un unico modello informativo composto da una serie di componenti che descrivono il nodo costruttivo. Il dettaglio riproposto in forma elettronica descrive la realtà dal punto di vista della forma, dell'informazione relativa e delle sue capacità analitiche per un possibile utilizzo in un ambiente di analisi strutturale specifico.

Dai test effettuati si nota come le connessioni strutturali vengono perse durante il processo interoperabile rendendo quindi lo scambio di dati non esente da errori. L'importazione del modello nel software specifico non conserva tutte le caratteristiche assegnate nell'ambiente nativo causando una perdita di dati. Questo risultato deve quindi porre un interrogativo su quali siano le regole che devono essere seguite per realizzare oggetti che descrivano i nodi costruttivi sia dal punto di vista architettonico, sia strutturale.

Attraverso l'elaborazione di alcuni dettagli strutturali relativi alla Torre Littoria è evidente come il processo delineato possa essere assimilato a un processo iterativo in cui è possibile migliorare l'idea del percepito grazie al modello digitale. L'inserimento del dato all'interno dei singoli oggetti diventa fondamentale per trasformarsi in informazione attraverso le interazioni tra loro nell'ambiente di modellazione. È evidente come la metodologia BIM innovi l'approccio tradizionale di rappresentare la realtà basata sulla creazione di una serie di elaborati che descrivono un progetto

(fig. 7). A partire da un modello unico, infatti, è possibile estrapolare le informazioni che sono messe in relazione tra loro, evitando sprechi di costi e tempi e migliorando la conoscenza del patrimonio costruito.

La ricostruzione virtuale di un manufatto può quindi essere considerata il punto di partenza per la creazione di una piattaforma digitale basata su varie banche dati eterogenee che possono essere messe in relazione tra loro per descrivere, ad esempio, lo spazio urbano, le reti di distribuzione energetiche e il territorio.

Conclusioni

Il confronto tra tecnologie tradizionali e innovative, espresso in questo contributo, valorizza il ruolo della rappresentazione all'interno del processo edilizio che è in costante evoluzione grazie alle ICTs.

La percezione degli edifici esistenti si può concretizzare nell'elaborazione di un modello informativo che è un'interpretazione caratterizzata da una serie di operazioni di lettura e sintesi attraverso il linguaggio della modellazione 3D parametrica. In conclusione, la rappresentazione diventa espressione di un passato non direttamente osservabile, ma percepibile attraverso la rielaborazione delle fonti storiche e multimediali grazie all'innovazione tecnologica.

Autore

Matteo Del Giudice, Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica, Politecnico di Torino, matteo.delgiudice@polito.it

Riferimenti bibliografici

Antonini, R. (2004). Verso un'ecologia del virtuale. In *Disegnare. Idee, immagini*, n. 28, pp. 54-61.

Bennicelli, M. (2006). Il disegno del progetto d'architettura: origine e funzioni. Trattati, manuali, progetti e ricerche. In A. Pratelli, (a cura di). *Codici del disegno di progetto. Innovazione dei modi di rappresentazione in relazione alle mutate necessità operative*, pp. 253-288. Udine: Forum.

Ciribini, A. (2013). *L'information modeling e il settore delle costruzioni. IIM e BIM*. Santarcangelo di Romagna: Maggioli.

Dal Co, F. (1989). Sul disegno d'architettura: dodici domande. In *XY dimensioni del disegno*, n. 10, p. 6.

Docci, M., Migliari, R. (1992). *Scienza della rappresentazione. Fondamenti e applicazioni della geometria descrittiva*. Roma: La Nuova Italia Scientifica.

Fava, A. (1938). L'applicazione dell'acciaio nella costruzione di ponti e carpenterie in Italia. In *Casabella*, n. 128, pp. 40-42.

Florio, R. (2012). *Sul disegno. Riflessioni sul disegno di architettura*. Roma: Officina Edizioni.

Melis, F. (2016). Il disegno di progetto nel Razionalismo Italiano. Espressività e lettura semantica. In S. Bertocci, M. Bini, (a cura di). *Le Ragioni del Disegno. Pensiero, Forma e Modello nella gestione della complessità*. Atti del 38° Convegno dei docenti delle discipline della Rappresentazione. Firenze, 15-17 settembre 2016. pp. 889-894. Roma: Gangemi Editore.

Moglia, G. (1995). Il risanamento novecentesco del tratto settentrionale di via Roma. In P. Scarzella, (a cura di). *Torino nell'Ottocento e nel Novecento. Ampliamenti e trasformazioni entro la cerchia dei corsi napoleonici*, pp. 100-121. Torino: Celid.

Osello, A. (2012). *Il futuro del disegno con il BIM per ingegneri e architetti*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

Pavan, A., Giani, M., Mirarchi, C. (2017). *BIM. Metodi e Strumenti. Progettare, costruire e gestire nell'era digitale*. Milano: Tecniche Nuove.

Spallone, R. (2012). *Rappresentazione e progetto. La formalizzazione delle convenzioni del disegno architettonico*. Alessandria: Edizioni dell'Orso.

UNI 11337-1:2017. (2017). *Edilizia e opere di ingegneria civile - Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni - Parte 1: Modelli, elaborati e oggetti informativi per prodotti e processi*.