

Building information modeling

1^a parte

Prof. Giuseppe M. Di Giuda & Ing. Valentina Villa

Dipartimento ABC - Politecnico di Milano

Con *Building Information Modeling* si intende la creazione del modello elettronico in 3D di un edificio ai fini di effettuare le analisi necessarie (ad es. strutturali, energetiche ecc.). Il BIM è costituito dall'insieme dei processi collaborativi per realizzare, gestire, ricavare e comunicare informazioni tra i soggetti a livelli differenti, utilizzando un modello condiviso da tutti gli attori del processo edilizio. BIM non significa soltanto l'acquisto di un nuovo software ma implica un cambio radicale nei processi di lavoro e quindi un approccio alla progettazione, costruzione e gestione dell'opera diverso da quello tradizionale.

1. VERSO LA DIGITALIZZAZIONE

La Direttiva Europea 2014/24/EU sugli Appalti Pubblici esprime in modo chiaro l'indicazione di introdurre il *Building Information Modeling* all'interno delle procedure di *Procurement* degli Stati Membri. All'art. 22 c.4, nella versione inglese della Direttiva, troviamo infatti: *"For public works contracts and design contests, Member States may require the use of specific electronic tools, such as of building information electronic modelling tools or similar."* La traduzione italiana dello stesso paragrafo non restituisce integralmente questo concetto, limitandosi a riportare: *"Per gli appalti pubblici di lavori e i concorsi di progettazione, gli Stati membri possono richiedere l'uso di strumenti elettronici specifici, quali gli strumenti di simulazione elettronica per le informazioni edilizie o strumenti analoghi."* Quindi, mentre il riferimento al BIM implica l'utilizzo di strumenti, tecniche e metodologie che mettono in relazione tutte le parti del processo e del progetto, obbligando di fatto alla collaborazione e al coordinamento di committenti, progettisti e imprese, la traduzione di strumenti di simulazione elettronica rimane più vaga e meno strutturata. All'art. 52 della stessa Direttiva si sottolinea l'importanza di utilizzare questi strumenti e queste metodologie BIM per *"accrescere l'efficacia e la trasparenza delle procedure di appalto."* Non si tratta quindi solo di strumenti elettronici ma di una metodologia di gestione e verifica dei dati attraverso tutte le fasi del processo edilizio. L'Europa dà un periodo di trenta mesi per adeguarsi a tali metodologie. In merito al rapporto costo/efficacia, la Direttiva indica come preferenziale l'utilizzo di criteri prestazionali che permettano una valutazione comparativa delle offerte. Per questo il progetto posto a base di gara deve contenere tutti i parametri quantitativi e prestazionali che permettano la definizione

Building information modeling

Part 1

The *Building Information Modeling* is the creation of 3D model of a building in order to perform the necessary measures (i.e. structural measures, energy measures, etc.). BIM is a set of collaborative processes for the implementation, management, collection and communication of information between individuals at different levels, by using a shared model of the building process. BIM is not just about buying a new software but it implies a radical change in the work processes and therefore a different approach to the design, construction and management of the work which is different from the traditional one.

1. TOWARDS A DIGITALISED WORLD

The 2014/24/EU European Directive for the Public Procurement clearly states the introduction of the *Building Information Modeling* within the *Procurement* procedures of the Member States. Art. 22 point 4, in the English version of the Directive, claims: *"For public works contracts and design contests, Member States may require the use of specific electronic tools, longer available as of building information modeling electronic tools or similar."* The Italian translation of the same paragraph does not return in full this concept and simply states: *"For public works contracts and design contests, Member States may require the use of specific electronic tools, such as instruments for electronic simulation for building information or similar instruments."* So, while the reference to BIM involves the use of tools, techniques and methodologies linking all the parts of the process and of the project, actually forcing contractors, designers and companies to collaborate and coordinate each other, the translation "electronic simulation tools" is more vague and less detailed. Art. 52 of the same Directive emphasizes the importance of using these tools and BIM methodologies to *"increase the effectiveness and transparency of the procurement process."* Thus, these are not just electronic tools but a management methodology and data verification through all the stages of the building process. Europe allows a period of thirty months to comply with these methodologies. As regards the cost/effectiveness ratio, the Directive indicates that the preferential use of performance criteria enabling a comparative evaluation of tenders. That is why, the tender project must contain all the quantitative and performance parameters that allow the precise definition of the future project.

puntuale di ciò che vuole essere realizzato. In particolare si pone l'attenzione sulla valutazione dei costi; non soltanto i costi di costruzione ma si chiede la valutazione dei costi di tutto il ciclo di vita. Il concetto di costo del ciclo di vita comprende tutti i costi che emergono durante l'uso dell'edificio, comprensivo quindi di costi per la manutenzione ordinaria e per la gestione (consumi, pulizie, ecc.). Una valutazione complessiva dei costi permette alla committenza, e alle amministrazioni in particolare, di avere un controllo più preciso delle spese che dovrà sostenere e quindi, di poter pianificare al meglio gli interventi futuri e la gestione delle risorse.

La progettazione con metodologia BIM è sicuramente un valido antidoto alle logiche ampiamente ricorrenti in Italia, che il presidente dell'Autorità Nazionale Anticorruzione ha descritto nel suo comunicato del 24 novembre 2014. Come indicato dal Dott. Cantone, le conseguenze principali sono un'estensione dei tempi di consegna, dovuta al non rispetto dei termini pattuiti per la fine dei lavori di costruzione; seguono poi, con percentuali non di molto inferiori al primo, il costo finale e quello delle modifiche apportate in corso d'opera. Si hanno, a seguire, perdite e spese non previste, lavori eseguiti non a regola d'arte, somme trattenute, fallimenti e non pagamento delle tasse da parte delle società edili. Ad eccezione degli ultimi motivi, dunque, le altre cause sarebbero facilmente risolvibili tramite oculate attività di programmazione e gestione del procedimento edilizio, ovvero i due principali obiettivi che ci si pone adottando la metodologia del *Building Information Modeling*.

2. CHE COS'È IL BIM

Il *Building Information Modeling* è una metodologia di *project management* che si avvale delle nuove tecnologie di modellazione parametrica per creare un modello dell'edificio che contiene tutte le informazioni relative al ciclo di vita dello stesso. In particolare si promuove la collaborazione tra tutti i soggetti coinvolti nel processo edilizio a partire dal committente, protagonista della fase di definizione delle esigenze e responsabile della gestione e dell'utilizzo del bene.

In particular, the focus is on the evaluation of costs; not only construction costs but cost evaluation of the whole life cycle. The concept of life cycle cost includes all costs arising during the use of the building, including therefore the costs for routine maintenance and management (consumptions, cleaning, etc.).

An overall assessment of the costs allows the clients, and administrations, to have a more precise control of the expenses and to be able to better plan future actions and resource management. The design with BIM methodology is definitely a valuable antidote to the logic widely recurring in Italy, which the President of the Italian Anti-corruption Authority has described in his statement dated 24th November 2014.

As stated by Mr Cantone, the main consequences are an extension of delivery times, due to the non-compliance with terms agreed for the end of the construction work; then, with percentages not much lower than the first, the final cost and the cost of the changes during the construction.

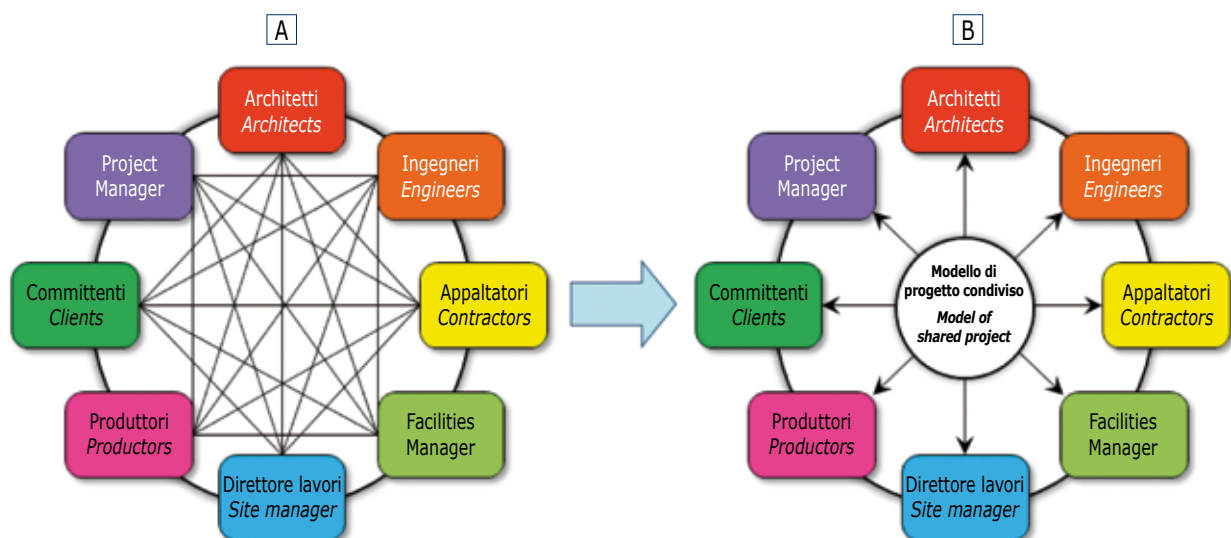
Then, losses and unexpected expenses, works carried out in a non-workmanlike manner, amounts withheld, bankruptcies and non-payment of taxes by the construction companies.

With the exception of the last reasons, therefore, the other causes can be easily solved through prudent planning activities and management of the building process, namely the two main targets of the adoption of the methodology of Building Information Modeling.

2. WHAT'S BIM

The *Building Information Modeling* is a project management methodology using the new technologies of parametric modeling to create a building model containing all the information related to the building life cycle. In particular, it promotes the collaboration between all parties involved in the construction process, starting from the customer, which is the actor of the phase where needs and requirements are defined and responsible for the management and use of the assets.

Figura 1 - A) Processi tradizionali delle informazioni nel settore AEC - B) Processi condivisi delle informazioni con modello BIM
Figure 1 - A) Traditional information process in the AEC sector - B) Shared information process with BIM model



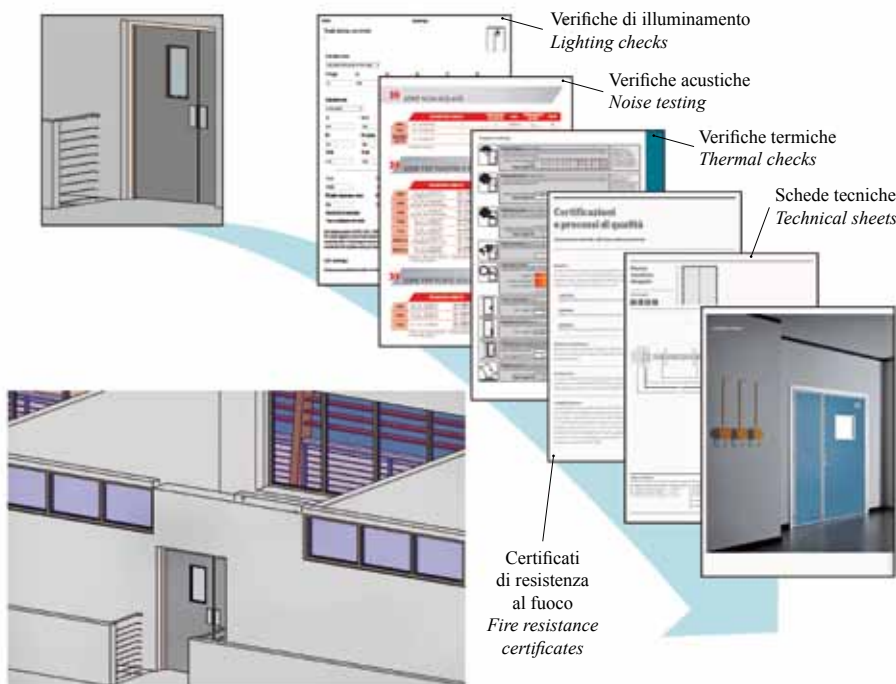
2.1 Building Information Model

Con l'acronimo B.I.M. si definiscono diverse accezioni dello stesso tema: con *Building Information Model* si indica il modello digitale delle caratteristiche fisiche e funzionali di un edificio. Il *Building Information Model* è un modello virtuale 3D, costituito da oggetti digitali corrispondenti agli elementi tecnici come chiusure, partizioni, serramenti, a cui vengono associati attributi, relazioni e proprietà. Questo è possibile perché il sistema BIM consente l'associazione di informazioni e caratteristiche agli oggetti, consentendo una più semplice gestione dei progetti. Inoltre un *Building Information Model* può essere predisposto, in una forma complessa, consentendo l'integrazione di contributi derivanti dalle molte discipline coinvolte nel processo di progettazione e costruzione; il modello quindi viene arricchito di informazioni utili al committente, all'appaltatore, ai subappaltatori e ai *facility manager* (gestori/manutentori dell'opera), oltre che ai progettisti. La rappresentazione tridimensionale, con la metodologia BIM, si avvicina o raggiunge la condizione di modello realistico dell'edificio, in cui i problemi possono essere esplorati e risolti digitalmente prima che l'edificio sia fisicamente realizzato in cantiere.

Le due caratteristiche principali di questo sistema sono la modellazione parametrica degli oggetti e la creazione di un unico database di riferimento. Gli oggetti complessi sono costruiti in modo parametrico, cioè definiti attraverso dei parametri e delle relazioni con gli oggetti base che li costituiscono in modo tale che se uno di questi parametri cambia, la struttura collegata viene modificata di conseguenza. Gli oggetti parametrici, che contengono informazioni non solo di natura geometrica, si ricostruiscono automaticamente secondo le regole in essi incorporate. La seconda innovazione è quella di considerare il modello 3D come un vasto e ordinato sistema conoscitivo di informazioni improntate su un database 3D,

capace di essere modificato e implementato nel tempo. Nell'approccio tradizionale invece, i modelli 3D sono utilizzati soltanto per una pura visualizzazione grafica d'insieme. Grazie all'unico database, piante, prospetti, sezioni, abachi, computi metrici, sono estratti come elaborati derivati direttamente dal modello: le rappresentazioni grafiche e le quantità numeriche sono due esempi di output, in ragione di differenti interrogazioni dello stesso database.

Figura 2 - Esempio di informazioni contenute all'interno dell'oggetto "Porta"
Figure 2 - Example of information included in the "door" object



2.1 Building Information Model

With the acronym B.I.M. different meanings of the same theme are defined: *Building Information Model* indicates the digital model of the physical and functional features of a building. The *Building Information Model* is a 3D virtual model, made of digital objects corresponding to technical elements such as closures, partitions, doors and windows, which are associated with attributes, relationships and properties. This is possible because the BIM system allows the association of information and features to objects, allowing for an easier management of projects. Moreover, a *Building Information Model* can be prepared in a complex form, allowing for the integration of contributions arising from the many matters involved in the process of planning and construction. The model is then enriched with information useful to the developer, contractor, sub-contractors and facility managers (work managers/maintenance operators), as well as designers. The three-dimensional representation, with the BIM methodology, approaches or reaches the condition of building realistic model, where problems can be explored and solved digitally before the building is physically built onsite.

The two main features of this system are the parametric modeling of objects and the creation of a unique reference database.

Complex objects are built parametrically, that is they are defined by parameters and relationships with base objects that constitute them in such a way that if one of these parameters changes, the connected structure is modified accordingly.

Parametric objects, which not only contain geometric information, are reconstructed automatically according to the embedded rules.

The second innovation is to consider the 3D model as a vast and ordered system of cognitive information in a 3D database, which

can be modified and implemented over the time.

In the traditional approach, instead, the 3D models are used only for a pure graphical view of the whole. Thanks to the unique database, plans, elevations, sections, schedules, estimates, are extracted as elaborate derived directly from the model: the graphical representations and numerical quantities are two examples of output, deriving from different queries to the same database.

2.2 Building Information Modeling

Con *Building Information Modeling* si intende la creazione del modello elettronico di un edificio ai fini di effettuare le analisi sul modello e più precisamente verifiche strutturali, analisi di congruenza e sovrapposizione (*clash detection*), verifiche normative (*code checking*), analisi energetiche, stima dei costi, produzione disegni *as-built*, ecc. In questa definizione, l'acronimo BIM è utilizzato per descrivere un processo piuttosto che un oggetto (*Building Information Model*). Il BIM è dunque costituito dall'insieme dei processi collaborativi per realizzare, gestire, ricavare e comunicare informazioni tra i soggetti a livelli differenti, utilizzando un modello condiviso da tutti gli attori del processo edilizio. Il BIM non rappresenta soltanto l'introduzione di una nuova ICT (*Information and Communication Technology*)¹, ma anche la definizione di nuove metodologie di lavoro supportate da un miglior coordinamento e integrazione tra gli attori del processo edilizio e una messa a punto di soluzioni innovative relative all'organizzazione e ad abitudini di lavoro da tempo consolidate. Di conseguenza BIM non significa soltanto l'acquisto di un nuovo software ma implica un cambio radicale nei processi di lavoro e quindi un approccio alla progettazione, costruzione e gestione dell'opera diverso da quello tradizionale.

2.3 Building Information Management

Il Building Information Management pone l'accento sulla metodologia di gestione delle informazioni, possibile con questo sistema innovativo. Si intende quindi "l'organizzazione e il controllo del processo aziendale utilizzando le informazioni del prototipo digitale per effettuare la condivisione delle informazioni sull'intero ciclo di vita di un bene. I vantaggi includono: comunicazione centralizzata e visiva, esplorazione iniziale di alternative, sostenibilità, efficienza nella progettazione, integrazione di discipline, controllo del cantiere, documentazione *as-built*, ecc; sviluppando efficacemente il processo del ciclo di vita di un bene e il modello dal concepimento alla demolizione"² La metodologia BIM può essere utilizzata come uno strumento di gestione del ciclo di vita dell'edificio, per agevolare flussi di lavoro e procedure, affinché i vari attori attingano informazioni verificabili/interrogabili in ogni fase del processo edilizio. Il modello BIM viene arricchito per registrare tutte le informazioni associate all'edificio, durante tutto il suo ciclo di vita e quindi permette di avere questi dati disponibili e catalogati come unico database, fino alla consegna al Committente e può essere continuamente implementato per la gestione dell'edificio. Il modello finale, *as-built*, quindi, include tutte le specifiche reali, le schede tecniche dei materiali posati in opera e i disegni dell'edificio realizzato: dettagli degli elementi architettonici, strutturali e impiantistici. Questi dati possono fornire una base concreta per la risoluzione delle controversie contrattuali ed eventuali problemi di responsabilità future. Nel caso in cui vengano apportate modifiche o varianti alla costruzione, queste possono essere documentate nel modello BIM in modo continuativo per risparmiare tempo durante la manutenzione, le riparazioni e gli interventi successivi sull'edificio (ristrutturazioni, ecc.).

1 Le tecnologie dell'informazione e della comunicazione, in inglese *Information and Communication Technology* (ICT), sono l'insieme di metodi e tecnologie che realizzano i sistemi di trasmissione, ricezione ed elaborazione di informazioni. Rientrano in questo ambito studio, progettazione, sviluppo, realizzazione, supporto e gestione dei sistemi informativi e di telecomunicazione computerizzati.

2 Fonte: www.buildingsmart.org

2.2 Building Information Modeling

The Building Information Modeling is the creation of an electronic model of a building for the purpose of carrying out measures of the model, structural inspections, of congruence and overlap (clash detection) analyses, code checking, energy analysis, cost estimation, as-built drawings, etc.

In this definition, the acronym BIM is used to describe a process rather than an object (Building Information Model).

The BIM is made up of all the collaborative processes to implement, manage, obtain and communicate information between individuals at different levels, using a model shared by all the actors of the building process. BIM is not only the introduction of a new ICT (Information and Communication Technology)¹, but also the definition of new working methods supported by better coordination and integration among the actors of the building process and the development of innovative solutions for the organization and long-established work habits.

Consequently, BIM is not just buying a new software but it also implies a radical change in work processes and therefore a different approach to design, construction and management of the work unlike the traditional method.

2.3 Building Information Management

The Building Information Management focuses on the methodology of information management in this innovative system. It refers to the organization and control of the business process using the information of the digital prototype to share information on the whole life cycle of an asset.

Benefits include: centralized and visual communication, initial exploration of alternatives, sustainability, design efficiency, integration of disciplines, building site control, as-built documentation, etc.

By effectively developing the life cycle process of an asset and the model from concept to demolition"^[1].

The BIM methodology can be used as a tool for managing the life cycle of the building, to ease workflow and procedures, so that the various actors receive verifiable information at every stage of the building process.

The BIM model records all the information associated with the building throughout its life cycle, and therefore it offers you information stored in a single database, until the delivery to the customer and it can be continuously implemented for the management of the building.

The final model, as-built, therefore includes all the actual specs, technical data sheets of used materials and drawings: details of structural and system architectural elements.

These data provide a basis for the resolution of contractual disputes and any issue of future responsibilities.

In the event changes are made to the building, these can be documented in the BIM model in a continuous manner so as to save time during maintenance, repairs and subsequent interventions (renovations, etc.).

1 *Information and communication technologies (ICT) are a set of methods and technologies making a system of transmission, reception and processing of information. In this context there is the study, design, development, implementation, support and management of IT information and telecommunications systems.*

2 *Source: www.buildingsmart.org*

Attualmente, le informazioni raccolte durante ogni fase del ciclo di vita dell'edificio spesso si perdono nei punti di transizione tra una fase e l'altra. Le informazioni perse devono quindi essere almeno parzialmente ri-acquisite, con un costo aggiuntivo e con notevoli perdite di tempo. Il sistema BIM permette invece di raccogliere tutte le informazioni necessarie per la gestione e manutenzione dell'edificio, in quanto esse vengono immesse nel file di progetto durante tutte le fasi del processo edilizio, facendo risparmiare i tempi della ricerca e ri-acquisizione delle stesse. Questa definizione di BIM viene meglio descritta come Information Modeling Management (IMM).

La metodologia BIM, se utilizzata in modo corretto, è in grado di offrire vantaggi durante tutto il ciclo di vita dell'edificio. In generale il sistema BIM permette di realizzare progetti con alti standard qualitativi e con un controllo preciso di tempi e costi. Permette inoltre una notevole riduzione di tempi e costi di progettazione e di esecuzione. I vantaggi dell'uso del BIM si possono rilevare quindi in tutte le fasi del processo edilizio, a partire dall'analisi delle esigenze e dallo studio di fattibilità fino alla costruzione e alla gestione dell'opera realizzata.

3. GLI AUTORI

Giuseppe Martino Di Giuda, ricercatore presso il dipartimento di Architettura, Ingegneria delle costruzioni e ambiente costruito del Politecnico di Milano, docente dei corsi di Ergotecnica Edile.

Valentina Villa, ingegnere, dottore di ricerca e professore a contratto presso il dipartimento di Architettura, Ingegneria delle costruzioni e ambiente costruito del Politecnico di Milano.

Entrambi sono attualmente impegnati in attività di ricerca e consulenza relativamente alla modellazione BIM di edifici e di prodotti e componenti del comparto edile.

Il presente lavoro è il risultato delle ricerche del bimgroup.eu di cui fanno parte anche gli Ingg. Mauro Maggioni, Francesco Paleari e Marco Schievano. ■

Currently, the information collected during each phase of the building life cycle often get lost in the points of transition from one phase to another.

Lost information must therefore be at least partially re-acquired with an additional cost and with loss of time.

The BIM system allows the collecting of all the information required for the management and maintenance of the building, as they are entered in the project file during all phases of the construction process, saving time for research and re-acquisition of information. BIM is best described as Information Modeling Management (IMM).

The BIM methodology, if used properly, it offers advantages during the whole building life cycle.

In general the BIM system allows the execution of high quality projects and a detailed control of time and costs. It allows a considerable reduction of time and costs for design and execution.

The BIM benefits are clear at all stages of the construction process, from the analysis of needs and feasibility to the construction and management of the completed work.

3. THE AUTHORS

Giuseppe Di Martino Di Giuda is a researcher at the Department of Architecture, Engineering construction and built environment of the Polytechnic of Milan, Teacher at Ergotecnica Edile courses.

Valentina Villa is engineer, PhD and lecturer at the Department of Architecture, Engineering Construction and built environment of the Polytechnic of Milan.

Both are currently engaged in research and consultancy activities relevant to the BIM modeling of buildings, products and components of the construction sector.

This work is the result of the researches of the bimgroup.eu which also includes eng. Mauro Maggioni, Francesco Paleari and Marco Schievano. ■

Translated by Paola Grassi