

Building Information Modeling: la tecnologia digitale al servizio del progetto di architettura. *Building Information Modeling: digital technology serving architectural design.*

Il progetto architettonico è un insieme complesso di operazioni dove confluiscono i saperi e le professionalità di molte figure coinvolte, interagenti tra loro sostanzialmente mediante comunicazioni basate ancora su documenti cartacei. Il Building Information Modeling, il cui stato dell'arte è oggetto di questo articolo, è una strategia di progettazione che aspira ad essere molto più che un mero strumento di scambio informativo: esso si configura infatti come un metodo olistico e coordinato per assistere i tecnici progettisti, i committenti, i decision makers, i manutentori e tutti coloro i quali partecipano al progetto edilizio. Un modello digitale ottenuto con software B.I.M. consente, tra le altre cose, di integrare i dati necessari a tutti gli attori, mantenendoli sempre aggiornati, agevolando le modifiche dei componenti costruttivi in tempo reale e descrivendo il progetto in maniera disambigua.

The architectural design is a complex set of transactions where the knowledge proper of many disciplines meets the professionalism of many people involved as well, still mainly interacting via paper-based communications. Building Information Modeling, whom state of the art is the subject of this paper, is first of all a design strategy which aspires to be much more than a mere information exchange tool: it is rather a coordinated and holistic approach aimed to assist engineers, designers, developers, decision makers, contractors and owners. A digital model derived from B.I.M. software allows, among other things, to integrate the necessary data to all the actors, keeping it up to date, facilitating in real time the changes of the building components and describing the project in a coherent way.



Simone Garagnani
Ingegnere, Ph.D. in Ingegneria Edilizia e Territoriale all'Università di Bologna. Attualmente svolge ricerca sulla modellazione digitale in architettura, il *Building Information Modeling* e l'acquisizione di informazioni spaziali attraverso metodi *range-based*, tematiche per le quali ha curato diverse pubblicazioni scientifiche. Lavora presso il Dipartimento di Architettura e Pianificazione Territoriale dell'Università di Bologna.



Stefano Cinti Luciani
Nel 1979 si laurea in Ingegneria Civile Edile presso l'Università di Bologna e fonda, insieme con altri soci, la società CAD.LAB, ora Think3, leader nello sviluppo di software CAD, dove opera sino al 2010. Professore a contratto presso il Politecnico di Milano e l'Università di Bologna, scrive numerose pubblicazioni sull'argomento della progettazione assistita dal calcolatore e partecipa a convegni e tavole rotonde.



Roberto Mingucci
Professore Ordinario di Disegno presso l'Università di Bologna, ha svolto e svolge attività didattica presso la Facoltà di Architettura ed Ingegneria. Ha sviluppato studi relativi a: tecniche di lettura e rappresentazione delle strutture architettoniche edurbane; metodi di progettazione assistita; tecniche di disegno interattivo. Ha Coordinato e coordina gruppi di ricerca Finanziati da MIUR e CNR.

INTRODUZIONE AL BUILDING INFORMATION MODELING

L'aspetto con il quale gli edifici si presentano, il modo in cui funzionano e le tecnologie mediante le quali vengono costruiti, si possono compiutamente "raccontare" per mezzo di un modello digitale: il patrimonio conoscitivo che sta dietro una costruzione si presta infatti ad essere amministrato secondo criteri gestionali propri delle basi dati informatiche (Mingucci, 2008). È questa disponibilità all'aggregazione delle informazioni l'essenza intima del B.I.M., acronimo di *Building Information Modeling*, dove l'ordinamento e la semantica propria dei componenti edilizi è combinata in un archivio interattivo multidisciplinare.

Jerry Laiserin nella prefazione del "*B.I.M. Handbook: A guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*" di Chuck Eastman (autore riconosciuto come una delle maggiori autorità in materia) attribuisce ad Eastman stesso la paternità dell'acronimo, apparso per la prima volta in un suo articolo sull'*A.I.A. Journal* nel 1975. Eastman, allora docente alla Carnegie Mellon University, si riferisce al B.I.M. come alla descrizione di un'attività (con il significato di *modellazione informativa degli edifici*) piuttosto che di un oggetto (*modello informatico degli edifici*): fin dall'inizio della sua storia l'attitudine del B.I.M. non è mai stata quella di descrivere un programma informatico o un modello 3D, ma un'attività umana che oggi sta sempre più coinvolgendo ampi processi di cambiamento nelle costruzioni (Eastman, 2008).

La progettazione nell'industria edilizia è un insieme di operazioni piuttosto frammentato, dipendente da sistemi di comunicazione sostanzialmente basati ancora su documenti cartacei. Errori ed omissioni ivi presenti, derivanti da mancato aggiornamento o dif-

formità compilative, sono spesso la causa di ritardi, costi imprevisi o contenziosi insorgenti tra le parti.

D'altro canto le normative cogenti richiedono ai progettisti disegni ed elaborati sempre più precisi ancora in formato convenzionale, per realizzare i quali l'utilizzo di tecnologie che consentono l'elaborazione di informazioni in tempo reale e l'implementazione di strumenti informatici evoluti diviene paradossalmente insostituibile.

Sebbene gli applicativi più diffusi del settore abbiano migliorato il processo con il quale avviene il mutuo scambio dei dati, essi non hanno in realtà ridotto la gravità e la frequenza dei conflitti causati dalla mancata coordinazione tra gli attori, ambizione che il paradigma di progettazione B.I.M. potrebbe invece realizzare, sottendendo una completa integrazione tra le differenti discipline.

Uno dei più comuni problemi associati alla produzione cartacea è il considerevole quantitativo di tempo e di soldi spesi per generare documenti decisionali adeguati, tali da consentire cioè le stime dei costi, l'analisi dei dispendi energetici, le analisi strutturali, e così via; una volta che gli specialisti producono questi elaborati, essi arricchiscono dossier di progetto indipendenti tra di loro, senza riferenziarsi gli uni agli altri e senza aggiornare congiuntamente le eventuali modifiche introdotte nel tempo.

Secondo alcuni l'approccio B.I.M., che al contrario implica un continuo aggiornamento vicendevole e in tempo reale tra gli elementi del progetto, è destinato a sostituire nel breve periodo il C.A.D. (*Computer Aided Design*) tradizionale, inteso come strumento di elaborazione per il settore edilizio: un modello integrato, unico per definizione ed utilizzabile da tutte le figure operanti per ogni singola fase del processo, limita la perdita informativa del *dataset* contenuto da un passaggio all'altro, qualificandosi come



1. Elementi di interazione tra gli attori partecipanti al processo edilizio, idealmente rappresentati nella stabilità del tetraedro (Kymmel, 2008. Rappresentazione grafica di S. Garagnani).

strumento d'elezione per rendere conto di ogni successiva modifica.

Questa contemporanea concertazione degli attori e delle loro specifiche mansioni, deve però contrapporsi alla tradizionale "soluzione limitata alla conoscenza dell'attore" (Simon, 1992) dove in sostanza ognuno si occupa solamente di quanto nello specifico gli compete, per giungere ad una più costruttiva "conversazione riflessiva tra le parti" (Schon, 1983), dove attraverso l'unico modello tutti possono confrontarsi in maniera diretta.

Questo approccio olistico inquadra la comprensione del progetto, la sua visualizzazione, la comunicazione tra le parti e la collaborazione tra di esse come un insieme di elementi fortemente legati, ideali vertici di un tetraedro, così come citato in letteratura da W. Kymmel in "*Building Information Mo-*

deling - Planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations" (Kymmell, 2008).

È fuor di dubbio che gli strumenti informatici abbiano modificato il modo di concepire, sviluppare e presentare svariate tipologie di dati, attraverso un percorso ancora in corso di evoluzione in un settore caratterizzato da una notevole inerzia all'innovazione quale è quello dell'industria edilizia. Attualmente si può evidenziare come il *workflow* negli studi professionali sia ancora legato al disegno bidimensionale: svincolarsi dalle classiche proiezioni ortogonali, sfruttando una modellazione tridimensionale già pervasiva in ragione di strumenti di facile reperibilità commerciale, appare ancora un processo difficoltoso.

L'evoluzione dal C.A.D., tecnigrafo elettronico in senso generale, alla modellazione B.I.M., transitando per la verticalizzazione del C.A.A.D. (*Computer Aided Architectural Design*), ha reso possibile il passaggio dalle tradizionali viste piane dell'organismo edilizio (le proiezioni ortogonali) a simulazioni virtuali volumetriche [1] tanto ricche di informazioni da correlarsi direttamente ai documenti che ne definiscono e precisano le modalità produttive.

Ciò nonostante la prassi ad oggi consolidata vuole che un elaborato grafico contenente viste di modelli 3D prodotto con i più svariati software, renda conto in massima parte della sola descrizione geometrica, con operatori il più delle volte inconsapevoli della potenzialità associativa di informazioni che un modello digitale può contenere.

Strutturazione e gerarchizzazione dei dati sono procedure trattate seguendo ancora un approccio compilativo: nel caso del C.A.A.D. bidimensionale, ma vale anche per il 3D, la forma più elementare e nel contempo fondamentale per organizzare i dati visualmente è da sempre l'utilizzo dei layer, o livelli di disegno, assimilabili a fogli di carta da lucido con i quali regimentare il disegno, per esempio raggruppando gli elementi strutturali su uno specifico livello, gli impianti su di un altro e via di seguito.

La suddivisione in classi normalizzate dei layer di disegno è da tempo oggetto di notevoli sforzi, da parte degli istituti internazionali e dei singoli studi professionali, per standardizzare quanto più possibile il trasferimento dell'informazione specifica [2].

Tali sistemi di classificazione, basati su codici alfanumerici, tendono a raggruppare i livelli in funzione delle categorie di attività o delle discipline di progetto oltre che in base agli oggetti che su questi dovranno essere disegnati. Nel raggiungimento di uno standard grafico-informativo però, la struttura per layer non è certamente il solo e migliore principio ordinatore: insieme ai livelli, infatti, è necessario determinare con precisione tutte le singolarità che riguardano l'organizzazione degli archivi di disegno e la normalizzazione degli elementi grafici (scelta dei tipi linea, degli spessori, dei colori, dei formati carta, dei testi, dei layout, delle unità di misura e via dicendo). Inoltre, organizzare per livelli informazioni grafiche 2D o 3D non implica la coscienza degli oggetti rappresentati. Da ultimo, le informazioni utili ad un progetto architettonico non sono solo grafiche o geometriche, ma anche annotative. L'utilizzo di uno standard di gestione che si avvale di questo ordinamento rende efficace la tecnologia digitale, pur tuttavia ciò non è ancora sufficiente per ridurre in maniera decisiva errori e tempi di lavoro.

Anche la produzione di modelli tridimensionali in questa logica appare dispendiosa: in sintesi, con i C.A.D. tradizionali solitamente s'iniziano a trattare dapprima rappresentazioni bidimensionali classiche dell'elemento architettonico da disegnare (piante, sezioni o alzati) per derivarne successivamente la componente di profondità (come i profili murari proiettati secondo valori di estrusione): in tal modo ad esempio le murature disegnate in planimetria vengono portate alla loro quota di progetto, le aperture delle finestre e delle porte vengono praticate per sottrazione e i coperti alzati sino al loro profilo di colmo, sagomati in falde secondo l'esigenza tipologica di tetto da realizzare.

La tipicità del disegno assistito rende possibile la copia seriale di tali oggetti 3D sempre uguali tra loro, permettendo la strutturazione di un abaco dal quale attingere di volta in volta per recuperare gli oggetti necessari nel corso della modellazione: così facendo si procede alla generazione dei componenti puramente geometrici, che andranno poi "montati" tra di loro a formare la globalità dell'edificio finale, conducendo, una volta terminato l'assemblaggio, ad un modello morfologicamente completo.

S'intende con chiarezza come questo approccio sia ancora lontano dal B.I.M., dove l'interpretazione dell'edificio è intesa come un unico archivio integrato di componenti non solamente descritti tramite la loro geometria ma che fungono da indice grafico per contenuti più ampi, inserendo di fatto la tecnologia B.I.M. nel filone dei sistemi software che in letteratura scientifica sono individuati come gli IPDB (*Integrated Project Database*) [3]. Non si vuole negare che gli strumenti C.A.A.D. abbiano conosciuto dalla loro nascita una rapida evoluzione, che ha visto crescere esponenzialmente le loro possibilità applicative: da semplici elaboratori grafici per il disegno bidimensionale, sono diventati potenti strumenti per la strutturazione del progetto in forma tridimensionale. Il C.A.A.D. ha mutato la concezione di rappresentazione grafica, consentendo l'utilizzo di procedure specifiche proprie del disegno automatico, personalizzate per il contesto architettonico e prodromiche all'approccio di gerarchia dell'informazione tipica del B.I.M.

La percezione dello spazio, propria dell'organismo umano, si è così estesa per merito del duale digitale (lo strumento informatico), il quale genera non solamente un modello di punti, superfici e spigoli ancora comprensibile visivamente, ma introduce un arricchimento di informazione associata, patrimonio strutturato dal quale si possono ricavare conoscenze utili alla produzione o alla documentazione semantica degli elementi. Il modello è divenuto pertanto esplorabile da diversi punti di vista: dentro ad un

2. Un recente esempio di costruzione certificata attraverso una filiera di progetto IFC: l'ospedale London Royal Hospital, ad opera dello studio inglese HOK (fonte web http://en.wikipedia.org/wiki/File:Royal_London_Hospital_redevelopment.jpg).



contesto B.I.M. può essere scomposto negli elementi costituenti, assemblato nuovamente secondo sequenze logiche differenti, ma anche analizzato nel dettaglio, associando ad esso i risultati delle simulazioni condotte sul comportamento dei componenti a sistema. I valori analitici sono immediatamente visualizzabili, come il resto della documentazione pertinente gli elementi fabbricativi, in una sorta di "visione aumentata" dell'organismo edilizio. Nel campo disciplinare del disegno industriale, il passo di avvicinare il modello alla condizione reale del componente ingegnerizzato è allo studio da più tempo rispetto al settore AEC [4], con il vantaggio consolidato che gli aspetti geometrici delle parti da progettare vengono sviluppati in tre dimensioni già dalle prime fasi di progetto, per evolversi in seguito in modelli più o meno

s sofisticati in grado di raccogliere ulteriore informazione necessaria per comprendere il funzionamento delle macchine. Si rileva però che in questo settore la conoscenza precisa della geometria è in buona misura sufficiente per simulare il comportamento meccanico degli elementi, analizzandone le sollecitazioni a regime, mentre nel settore edilizio la più elevata variabilità delle condizioni al contorno non consente una piena ed ineluttabile previsione di esiti certi valutando solamente l'aspetto geometrico. È possibile invece affidarsi proprio al B.I.M. per avvicinarsi ad un risultato già conseguito in ambito industriale nel merito della catalogazione e del computo delle parti: similmente alla logica del P.D.M. (*Product Data Management*) sempre sincronizzato alle ultime modifiche, il modello integrato può già fungere da archivio indicizzato per computa-

re gli elementi necessari alla realizzazione dell'edificio, archiviando logiche decisionali e distinte di materiali, coerenti durante tutta la progettazione e realizzazione.

Fasi diverse del flusso costruttivo si appoggiano infatti a rappresentazioni differenti dei dati e quindi a modelli contenenti astrazioni degli elementi di volta in volta molto difforni tra loro, con possibilità di pesanti incompatibilità di connessione intermedia: non è raro infatti, soprattutto utilizzando molti software di produttori diversi, che l'informazione presente in un modello debba essere "rilucidata" secondo le convenzioni di nuovi applicativi non conformi al programma di modellazione originale, conducendo ad approssimazioni se non addirittura perdite di consistenza durante i passi di sviluppo.

I PRINCIPALI ASPETTI CARATTERIZZANTI IL BUILDING INFORMATION MODELING

La transizione dalla metodica classica esposta del disegno assistito alla generazione di un modello edilizio fedele e completo di tutte le informazioni utili è più di tutto un balzo culturale da compiere: il B.I.M. è prima d'ogni altra cosa un processo, all'interno del quale è necessario che il gruppo di progetto, oltre ad essere perfettamente padrone delle tecniche digitali di organizzazione dei dati, sia ben conscio dell'importanza di descrivere l'edificio in tutti i suoi componenti costituenti [5].

Il B.I.M. pertanto è un insieme di attività, coordinate da uno o più modelli digitali strutturati come un "*parametric building model, capable of automatically propagating the effects of a change throughout the model and providing valuable feedback on the implications of that change on the space, the building systems, the products selected, and the construction cost. In addition to parametric building model, CAD systems must provide facile tools for instantly presenting this information in the multiple representations necessary for communication, collaboration and commerce*" [6].

Un sistema BIM per essere efficace richiede

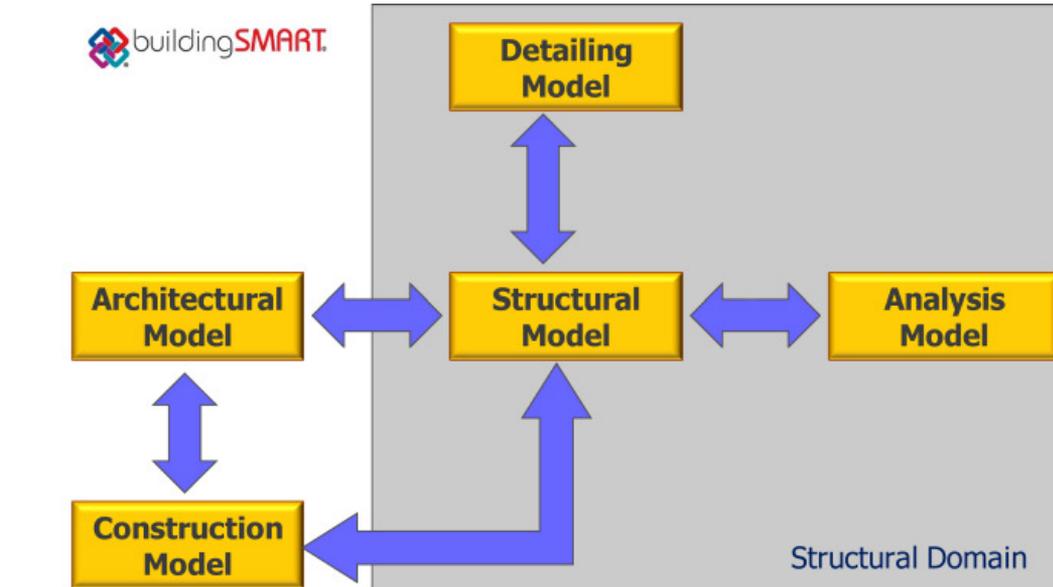
(ma contemporaneamente permette) di meglio dettagliare l'edificio [7], evidenziando precocemente nel modello virtuale i potenziali problemi di interferenza funzionale ed amministrativa, riducendo così la necessità di modifiche a posteriori certamente più costose perché da attuare durante la realizzazione dell'opera.

Già dalla fase di *concept* dunque è molto più semplice immaginare gli spazi e le funzioni attraverso schemi o viste planimetriche, più semplici da gestire e dimensionare, demandando in seconda istanza al modellatore B.I.M. l'onere di verificare le interferenze o le criticità degli elementi nella loro dimensione di alzato. In un B.I.M. quindi si può sfruttare un ambiente bidimensionale per tracciare ed inserire oggetti seguendo un approccio 2D all'interno di un'interfaccia che con facilità permette di muoversi in un contesto in realtà sempre tridimensionale: ogni oggetto inserito in pianta, sezione o alzato, si ritrova correttamente rappresentato anche nelle assonometrie o nelle prospettive dal momento che le caratteristiche cablate all'interno di ciò che si sta modellando includono già l'informazione geometrica necessaria per individuare il componente nella terza dimensione, arricchendolo via via di significati semantici e descrittivi con l'evoluzione del progetto.

Questo aspetto rende ragione del perché implementare una strategia B.I.M. in uno studio professionale, in un'azienda o in un'impresa di costruzioni, significhi affrontare il problema del passaggio dal canonico disegno bidimensionale al disegno tridimensionale *intelligente*.

Un'applicazione BIM infatti, è organizzata per progettare edifici attraverso l'utilizzo di oggetti definiti *intelligenti*, poiché in grado di stabilire delle relazioni con gli altri componenti del modello: gli elementi introdotti non sono quindi solo oggetti grafici tridimensionali in grado di rapportarsi tra loro in una logica di aggregazione/montaggio, costituiscono invece una rappresentazione specifica del componente tecnologico che identificano.

In questo modo una finestra, ad esempio,



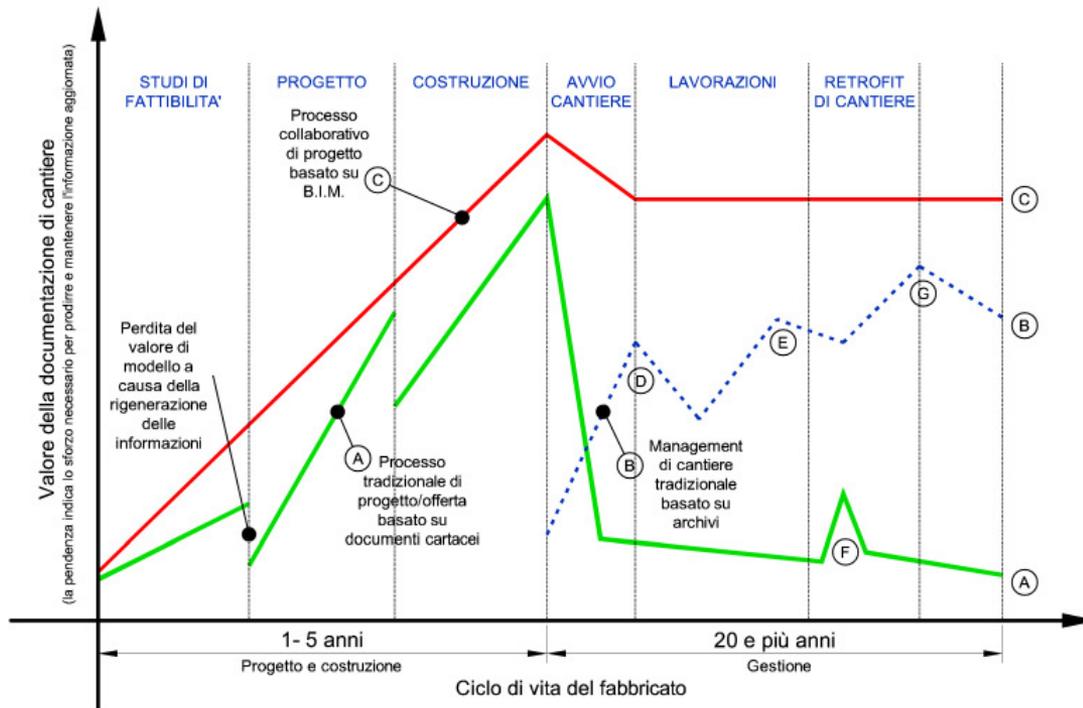
3. La modellazione B.I.M. così come definita dagli standard di Building Smart, "The buildingSMART alliance™ is a unique organization helping to make the North American real property

industry more efficient by leading the creation of tools and standards that allow projects to be built electronically before they are built physically using Building Information Modeling".

non sarà una semplice sottrazione booleana sull'oggetto parete eseguita per generare un foro, ma da sola costituirà un elemento parametrico dotato di caratteristiche specifiche e appartenente ad un contesto preciso, in grado di coordinare correttamente le componenti parete/apertura/infisso/vetro/intonaco tra loro, valutandone le possibili interferenze e computandone numero ed estensione. L'oggetto finestra infatti sarà direttamente impostato sulla relazione con l'oggetto parete, che potrà avere caratteristiche variabili, come successive stratificazioni dei materiali e consistenza diversa; al variare degli spessori il comportamento della finestra tuttavia rimarrà il medesimo (foratura adeguata e inserimento dei sotto-componenti infisso/vetro) essendo in relazione con la parete tramite l'"intelligenza" intrinseca del componente che si inserirà a

prescindere dalle caratteristiche di spessore, laddove la geometria rimarrà corretta. Nel funzionamento teorico ottimale di questo approccio, ogni variazione (non solo sulle pareti con finestre ma naturalmente su tutti i componenti modellati) si ripercuote in cascata nelle aree d'informazione di tutto il modello digitale, aggiornando in maniera efficace e senza ambiguità tutta la documentazione che risulta coerente e coordinata. La relativa facilità di introdurre modifiche agli elementi intelligenti, regolati da parametri che ne definiscono vincoli e comportamenti, apre poi la via ad un utilizzo ancora più versatile in architettura, costituito dalla possibilità di introdurre e valutare soluzioni alternative.

Il progetto di architettura, dove tutti gli attori partecipano con le loro specializzazioni, richiede una concertazione estesa



- (A) Processo tradizionale di progetto/offerta basato su documenti cartacei
- (B) Management di cantiere tradizionale basato su archivi
- (C) Processo collaborativo di progetto basato su B.I.M.
- (D) Allestimento sistema di archivio di cantiere
- (E) Integrazione attività di cantiere con back-office
- (F) Uso di documenti "as-built" per retrofit
- (G) Aggiornamento del sistema di archivio di cantiere

4. Vantaggi del processo di progettazione collaborativa B.I.M. durante il ciclo di vita di un fabbricato (Eastman, 2008. Rappresentazione grafica di S. Garagnani).

tra le figure in gioco, pertanto se l'aggiornamento delle informazioni risulta lento e dispendioso, sovente vengono preparate solo alcune ipotesi di progetto, scartandone altre per mancanza di risorse. Una filiera B.I.M. consente di approntare soluzioni parallele in poco tempo, utili per le procedure decisionali comparative.

Modifiche e soluzioni alternative divengono pertanto di agevole implementazione, data la strutturazione del procedimento: da un punto di vista formale, lo strumento di modellazione può rappresentare differenti scenari all'interno del proprio dataset, in tal modo si possono valutare per comparazione scelte distributive differenti, utilizzo di impianti disposti diversamente e tutte quelle variabilità che conducono all'esplorazione di opzioni differenziate.

Modifiche e varianti possono essere introdotte in un BIM da attori partecipanti in momenti differenti del flusso di progetto, pur mantenendo coerenza e coordinazione nei dati. Ciò accade in virtù di una metodica abbastanza simile a quella che nella tecnica di sviluppo software viene definita SCCS (Source Code Control System) [8], immaginata per monitorare lo sviluppo di un archivio sorgente ed evitare che le modifiche introdotte non avvengano in contemporanea da parte di più operatori, compromettendo la coerenza dei dati. Questi sistemi di controllo permettono inoltre di ricostruire a posteriori una qualsiasi configurazione intermedia dell'intero progetto software, in una sorta di archivio storico delle variazioni introdotte. Al termine dell'introduzione degli elementi costitutivi, il modello digitale aggiornato e completo nei suoi dettagli consente la produzione in modo automatico di un'ampia gamma di elaborati, tra i quali visualizzazioni più o meno realistiche di viste architettoniche, tavole quotate a livelli di dettaglio dipendenti dalla scala di rappresentazione, abachi, computi di quantità e materiali, schede analitiche dei componenti, cronogrammi e così via.

Lo stile grafico di questi elaborati si basa sulle regole cablate all'interno del program-

ma, che tengono conto delle normative e delle abitudini degli utenti così come sono state interpretate dall'editor del programma stesso. Dal momento che i produttori software sono per la maggior parte anglosassoni, è comprensibile che in questa prima fase di introduzione del B.I.M. non tutte le convenzioni locali siano state seguite in dettaglio.

Esiste d'altro canto un margine di modifica per quella che viene definita "cosmesi grafica", la quale però presenta due criticità:

- alcune modifiche all'aspetto di stampa richiedono la riconfigurazione dei componenti di catalogo nel modello (se questi sono numerosi l'onere può risultare pesante);

- altre modifiche sono comunque non perseguibili mantenendo la tavola legata al modello. Tale legame infatti è importante perché permette la rigenerazione automatica delle tavole a fronte di modifiche apportate al modello generale. È comunque bene sottolineare che si può riacquistare la libertà di modifica totale perdendo questo vantaggio: infatti in ogni momento si può esportare la tavola in un formato di scambio e importarla in un programma CAD (come ad esempio il blasonato AutoCAD di Autodesk) per cambiarla a piacere. In questo caso le tavole rigenerate dopo una modifica apportata al modello dovranno essere rieditate mediante il CAD.

I SOFTWARE DI NATURA B.I.M. ESISTENTI IN COMMERCIO

L'introduzione di programmi di natura B.I.M. sta facendosi sempre più largo nell'offerta commerciale dei produttori. Seppure ancora giovane, la tecnologia legata all'edilizia sta catturando l'attenzione delle maggiori software house così come delle piccole realtà localizzate.

Autodesk, azienda californiana fondata da John Walker e dodici altri nel 1982, ha investito molto su questa filosofia, partendo da una posizione privilegiata dal momento che detiene un solido primato di vendite per le tecnologie legate al mondo AEC (*Architecture, Engineering, Construction*). Partendo dallo storico prodotto AutoCAD, Autodesk

si è imposta sul mercato mediante l'acquisizione di compagnie legate al mondo della *computer graphics*.

Nonostante ciò la scelta commerciale dell'ultimo decennio è stata quella di mantenere AutoCAD come una sorta di "tecnigrafo elettronico" generalista, verticalizzando in pacchetti specifici i settori disciplinari individuati come fruitori dei vari prodotti della casa di San Rafael. Questo aspetto forse stabilisce l'impossibilità di usare AutoCAD come B.I.M.: gli oggetti intelligenti, indispensabili per avere coscienza del progetto, debbono essere cablati nell'architettura di base del prodotto, rendendo improbabile una stratificazione ulteriore di istruzioni nel motore del software, senza doverlo riscrivere *in toto*.

Per colmare questa lacuna e soddisfare l'esigenza del mercato, l'azienda ha acquisito *Revit Technologies Inc.*, produttrice di Revit, un programma per sistemi operativi Windows inserito in linea di vendita come strumento di progettazione parametrica destinato al B.I.M. di fascia alta.

Tramite la parametrizzazione fortemente inserita nella tecnologia nativa, Revit prevede la concettualizzazione immediata di forme tridimensionali e il loro successivo sviluppo, proponendosi come il naturale candidato alla sostituzione di AutoCAD. Revit si prepara pertanto a diventare *de facto* il successore dell'attuale standard di mercato per la progettazione, con tre versioni specifiche per differenti discipline di impiego:

- *Revit Architecture*, per architetti e progettisti edilizi (precedentemente Revit Building);

- *Revit Structure*, per ingegneri strutturisti, con algoritmo di calcolo mutuato da Robot Structures, su base Algor;

- *Revit MEP (Mechanical, Electrical, and Plumbing)*, per ingegneri meccanici, elettrici e termotecnici (precedentemente Revit Systems) [9].

Questi programmi ripercorrono in parallelo le caratteristiche che l'approccio al *Building Information Modeling* deve supportare (Davis, 2010):

- descrizione unica e globale del progetto all'interno di un modello digitale;

- gestione di "oggetti intelligenti" come componenti del modello;

- tracciamento del modello a partire da un ambiente di lavoro bidimensionale già pronto per la visualizzazione 3D dei componenti;

- agevole modifica parametrica delle caratteristiche degli elementi;

- possibilità di studio per soluzioni alternative;

- integrazione tra le diverse discipline mediante un archivio coerente in grado di essere scambiato senza sostanziale perdita di informazione;

- aggiornamento continuo dei dati in cascata nei differenti documenti elaborabili;

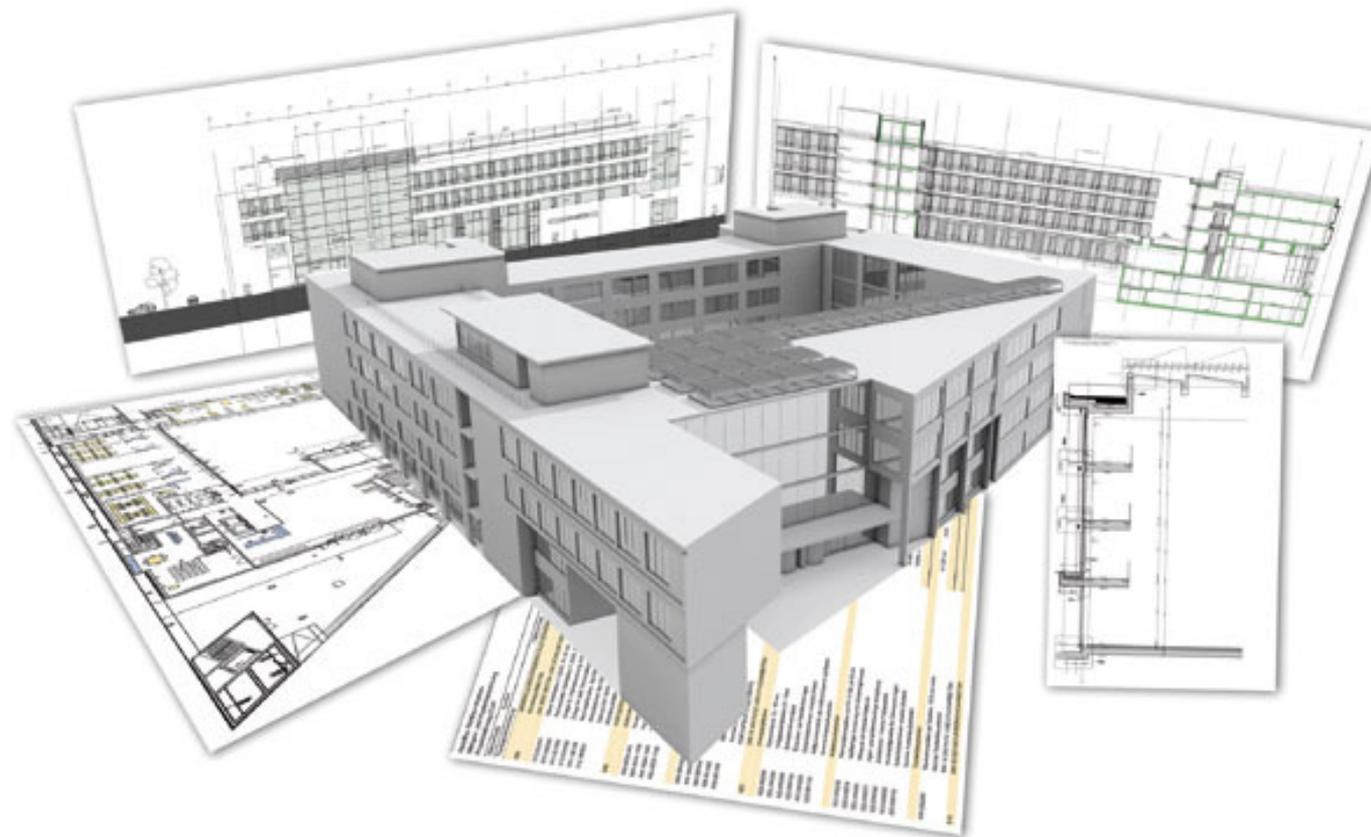
- possibilità di teamworking con lavoro contemporaneo sulle stesse basi di dati;

- gestione dell'output di progetto mediante la stampa degli elaborati grafici, di computo, di relazione, ecc... e la visualizzazione architettonica di rendering.

Volgendo lo sguardo alla diretta concorrenza di Autodesk da anni opera in Europa la società ungherese Graphisoft (ora acquisita da Nemetschek) produttrice di un CAD architettonico per ambienti Windows e Apple, denominato *ArchiCAD*.

Rilasciato anch'esso nel 1982, ArchiCAD permette all'utente di lavorare con oggetti a cui sono applicati dati parametrici definiti "intelligenti", nella medesima accezione del termine già esposta. Il prodotto permette all'utente di creare anche in questo caso un "edificio virtuale" utilizzando elementi strutturali effettivi come muri, solai, tetti, porte, finestre e mobili. Il programma viene fornito con una grande varietà di oggetti personalizzabili pre-confezionati, che l'utente può creare anche autonomamente, sia usando gli elementi primitivi del programma che utilizzando il linguaggio compilativo GDL.

Piante, sezioni, prospetti, liste di materiali e altri elaborati vengono generati direttamente dal programma in base al modello tridimensionale dell'edificio e vengono ag-



5. Modellazione e produzione dei documenti mediante software B.I.M., da un'immagine del manuale operativo di Allplan.

giornati in tempo reale, consentendo una loro esportazione nei vari formati.

Un percorso simile ad Autodesk è stato quello dell'azienda tedesca Nemetschek, che ha acquisito *Graphisoft* assicurandosi *ArchiCAD* per affiancarlo al proprio CAD generico *Vectorworks* ed al modellatore/visualizzatore *Cinema 4D*. E' però il software *Allplan* che verticalizza sul B.I.M. le tecnologie della software house: anche per Allplan, come per Revit, esistono differenti versioni, a seconda dell'utente finale e del

contenuto richiesto:

- *Allplan Architettura*, pacchetto software per gli architetti, che va dalla modellazione per sketch fino all'animazione 3D;
- *Allplan Ingegneria*, soluzione per l'ingegneria civile e strutturale;
- *Allplan Impianti*, soluzione per la progettazione dei servizi tecnologici degli edifici;
- *Allplan Prefabbricati*, dedicato alle aziende produttrici di manufatti prefabbricati, soprattutto in legno.

In Allplan fin dall'inizio del progetto le pri-

mitive sono esprimibili ancora una volta come oggetti in 3D, ma a seconda della fase di lavoro e delle esigenze operative è possibile lavorare su viste piane. Si riporta nuovamente come questo sia un aspetto importante, dal momento che, mentre nella fase concettuale il progettista può concentrarsi su alcuni aspetti dove la disposizione bidimensionale è di maggior aiuto rispetto al 3D (come ad esempio nella disposizione degli spazi in pianta o dei pieni/vuoti in alzato), in quelle successive può sfruttare un modello

tridimensionale già generato e pronto per tutte le ulteriori verifiche.

Il taglio interdisciplinare di Allplan è in linea con le esigenze della progettazione contemporanea che vede interagire architetti, ingegneri e progettisti specializzati sul prodotto architettonico, dall'edificio all'architettura d'interni, dall'urbanistica alla pianificazione paesaggistica, fino alla progettazione delle strutture, delle infrastrutture, di elementi prefabbricati, di domotica e di facility management.

Allplan è stato concepito come supporto interoperabile, aperto all'azione contemporanea di più operatori sullo stesso file, con una garanzia di compatibilità con i più diffusi linguaggi di scambio utilizzati nel settore (in tutto oltre 50 formati di archiviazione file diversi). Seppure il programma appaia solido e ricco di funzionalità, sembra che le interazioni tra le versioni specializzate conducano solo a vantaggi nella realizzazione di elaborati grafici e non ci sia una reale interazione ad esempio tra i motori di calcolo e i moduli di tracciamento degli oggetti intelligenti. È invece interessante la comunicazione agevolata con software di visualizzazione diffusi come Cinema 4D o il salvataggio diretto nel formato PDF 3D di Adobe mediante moduli appositi.

La statunitense Bentley Systems, Inc. è un altro dei pilastri commerciali che negli anni ha investito per aggiungere funzionalità B.I.M. alla propria gamma di prodotti CAD. *MicroStation*, giunto alla versione V8i, è il prodotto di punta della società americana che si è evoluto in questo senso.

Ancora una volta la storia di *MicroStation* inizia negli anni Ottanta con Intergraph, quando il software era ancora sviluppato come terminale grafico per il VAX di *Digital Equipment Corporation* (DEC). Successivamente si sono abbandonati tutti i sistemi operativi ad eccezione di Microsoft Windows, sfruttandone in tempi più recenti la funzionalità di multi-threading su sistemi multi-core o multi-processore. In *MicroStation* è possibile utilizzare gli strumenti per la visualizzazione di modelli 3D, che consentono di realizzare immagini di disegni dai colori realistici. Un

aspetto decisamente interessante del pacchetto *MicroStation* è costituito dall'integrità con *GenerativeComponents*, un sistema di modellazione parametrica associativa utilizzato per automatizzare i processi di ingegnerizzazione e velocizzare le iterazioni di progetto per componenti geometrici più o meno regolari [10].

Tramite un approccio ibrido, i progettisti che utilizzano *GenerativeComponents* possono modellare geometrie, catturare relazioni e generare forme impiegando gli script o la manipolazione diretta delle primitive grafiche per ottenere livelli di flessibilità notevoli. La combinazione di iterazione velocizzata, modellazione flessibile e processo automatizzato caratterizza un lavoro realizzato tramite *GenerativeComponents* con una sinergia positiva tra intuizione e logica. A chiusura della carrellata di software esplicitamente dedicati al BIM parametrico, non si può non citare *Digital Project*, un complesso sistema CAD derivato da *Catia V5* di *Dassault Systemès* e sviluppato da *Gehry Technologies*, azienda startup di programmazione scaturita dall'imprenditorialità dell'architetto americano Frank Owen Gehry.

Digital Project ha la caratteristica peculiare di consentire la progettazione distribuita ai vari professionisti con base su un unico modello digitale, integrante la possibilità di produrre elaborati tecnici e supporti digitali direttamente manipolabili dai fabbricatori. Questi pacchetti estremamente complessi assolvono tutti funzioni di interscambio dati verso piattaforme di simulazione e calcolo specifiche.

L'edificio infatti, organismo strutturato che deve assolvere svariate funzioni, ha l'obbligo di soddisfare necessità basilari come la resistenza strutturale, la sostenibilità dalle scelte impiantistiche per la salubrità interna, lo smaltimento e la distribuzione delle acque, il controllo di eventi calamitosi come sismi o incendi, l'approvvigionamento di energia attraverso gli impianti elettrici e così via. I pacchetti di calcolo analitico che consentono di pianificare questi importanti aspetti sono spesso destinati a figure tec-

niche di settore con scarse possibilità di interfacciamento con i software di modellazione che sono serviti per concettualizzare il progetto.

Digital Project integra tutti i moduli di progetto cercando di favorire al meglio lo scambio informativo mediante un modello di partenza che fondamentalmente rispetta questi tre punti:

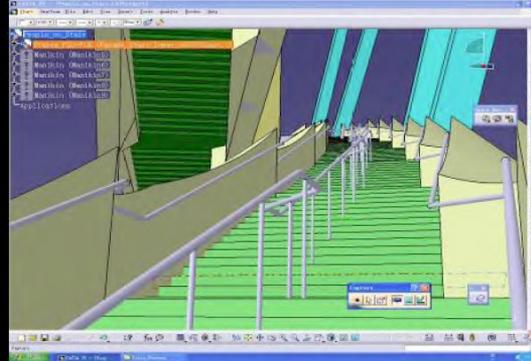
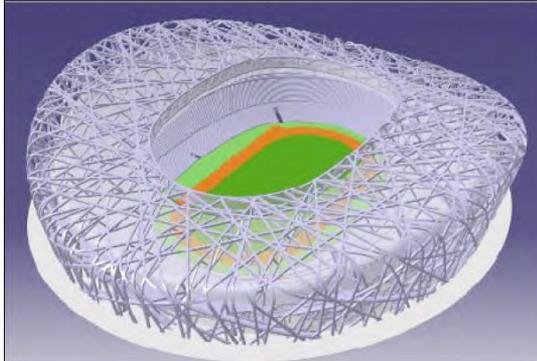
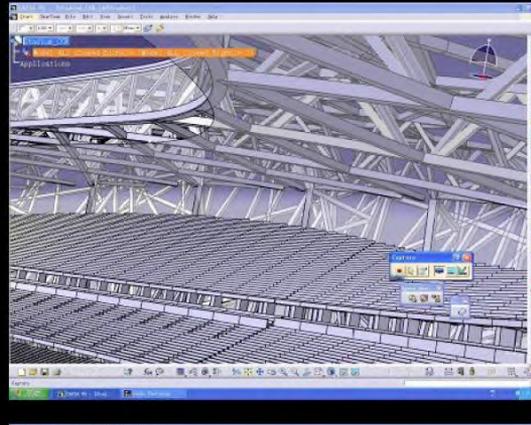
- gli attributi e le relazioni tra gli oggetti assegnati sin dalla fase di modellazione architettonica sono interpretabili in qualche modo dagli algoritmi di analisi, quindi si possono astrarre le geometrie complesse in elementi più semplici e maneggevoli;
 - l'astrazione degli elementi geometrici limita la perdita di consistenza (in tal caso il modello fisico è chiaramente differente nel comportamento anche se omologo geometricamente a quello analitico);
 - i livelli di astrazione ed i loro rapporti con il modello reale sono supportati da tutti gli strumenti utilizzati, ovvero è possibile simulare con efficacia sul modello il comportamento dell'elemento studiato a sistema.
- L'attuale versione di *Digital Project* è stata predisposta per implementare in modalità nativa il formato IFC, più oltre descritto in merito alle elevate caratteristiche di interoperabilità che esso implica.

INTEROPERABILITÀ DEL SOFTWARE B.I.M.: LE INDUSTRY FOUNDATION CLASSES

Da studi condotti nell'ambito dei paesi più industrializzati, emergono principalmente due fattori di crisi per la pratica di progetto nel mondo delle costruzioni (Carrara et al., 2008): la crescente complessità del processo edilizio e l'impercettibile ma continua, oggettiva riduzione della qualità degli interventi.

La complessità insita nel costruire può essere ascritta alla sempre più settorializzata normativa tecnica cogente, alla dimensione variabile e diversificata degli interventi da realizzarsi e non da ultimo ai livelli prestazionali richiesti all'insieme od alle singole parti del costruito. Questi fattori disaggreganti sono indissolubilmente correlati, dal momento che la ridotta qualità in edilizia

Digital Project Used On 2008 Beijing Olympic Stadium



può dipendere direttamente dalle inadeguatezze riscontrabili nella progettazione, espressa dall'inconsistenza tra le sue parti, dall'incoerenza tra le specifiche progettuali (come nel caso di normative non compatibili tra loro) oppure dall'incongruenza tra i requisiti richiesti al progetto e le soluzioni architettoniche adottate.

Tali difficoltà sono spesso causate da problemi di comunicazione e di comprensione tra i vari attori partecipanti nella realizzazione del progetto, caratterizzato dalla presenza simultanea di numerose discipline e

competenze specialistiche. Per tutti i professionisti coinvolti, il termine "informazione" si traduce nel patrimonio conoscitivo che apportano singolarmente al flusso progettuale, acquisito attraverso testi di riferimento, studi scolastici ed accademici, riviste di settore, esperienze personali pregresse e specializzazioni varie.

Nel momento in cui questo patrimonio informativo non si integra in un processo collaborativo complementare, ma risulta in una sequenza di procedure addirittura concorrenziali, si instaurano delle realtà sincroni-

6. Digital Project, di Gehry technologies Inc. Il modello viene gestito dai vari operatori sulla base di un unico archivio digitale (immagine di Martin Riese, Gehry Technologies Inc.).

che secondo le quali gli attori si scambiano un numero limitato di informazioni, in maniera non lineare e con rigidi vincoli definiti. La problematica dell'interscambio tra figure provenienti da differenti formazioni professionali si può affrontare attraverso l'arricchimento semantico dei documenti tra le parti, evitando per quanto possibile l'informazione implicita, quella cioè nella quale nessuna entità ha un significato intrinseco se non quello che assume nel contesto professionale, scientifico e culturale nel quale è inserita (Garagnani, 2010).

È il caso degli elaborati impiantistici ad esempio, per i quali il tracciato di condotte o il posizionamento di allacci è rappresentato da simboli grafici, privati della componente morfologica e dimensionale e dove la loro relazione con il resto del progetto (altezza da terra, distanza dalle pareti, ecc...) è lasciato all'intuito od alla maestria dell'esecutore in opera.

Negli anni la comunità scientifica internazionale ha intrapreso studi e ricerche per sviluppare metodi d'interoperabilità tra gli strumenti propri dei progettisti, per condividere la conoscenza in rapporto ai differenti contesti operativi di riferimento.

Nell'agosto 1994, dodici compagnie ubicate negli Stati Uniti si sono consorziate per valutare la fattibilità di scrittura per un linguaggio di scambio dati comune a pacchetti di programmi informatici applicativi differenti. Basando i loro sforzi attorno alle librerie ARX sviluppate per AutoCAD release 13, sono giunte a dimostrare che, garantendo l'interscambio dei dati manipolati da ogni software, esiste realmente un significativo risparmio economico. A conferma di questo, il NIST (*National Institute of Standard and Technology, U.S. Department of Commerce Technology Administration*) ha pubblicato uno studio che evidenzia chiaramente i possibili vantaggi derivabili dall'applicazione di tecnologie interoperabili.

Totale in milioni di \$	Programmazione e progettazione	Costruzione	Gestione	Totale	%
<i>Progettisti</i>	1007	147	16	1170	7
Imprese	468	1265	50	1802	11
Costruttori	442	1762	0	2204	14
Gestione	723	898	9027	10648	67
Totale	2658	4072	9093	15824	100
%	17	26	57		

tab. 1. Valutazione costi derivanti dal mancato impiego di una strategia B.I.M., fonte NIST (National Institute of Standard and

Technology, U.S. Department of Commerce Technology Administration).

bili nel settore delle costruzioni.

I costi dovuti al mancato utilizzo di tali strumenti sono stati valutati sulla base di un patrimonio edilizio di 3,6 miliardi di metri quadri, che si incrementa ogni anno di 106 milioni di metri quadri; in sintesi i risultati ottenuti sono stati ripartiti come indicato nella tabella tab.1.

Il gruppo dei partecipanti originali costituiti in consorzio decise in quell'occasione che i risultati ottenuti dal loro progetto dovessero essere resi pubblici e liberamente consultabili da tutte quelle industrie e quegli enti di ricerca che ne avessero fatto richiesta. Operando in questo modo, si capì che sarebbe stato possibile sviluppare un nuovo standard d'interoperabilità, di fatto neutrale e scevro da ogni implicazione commerciale: pertanto nell'ottobre 1995 le aziende partecipanti fondarono l'I.A.I. (In-

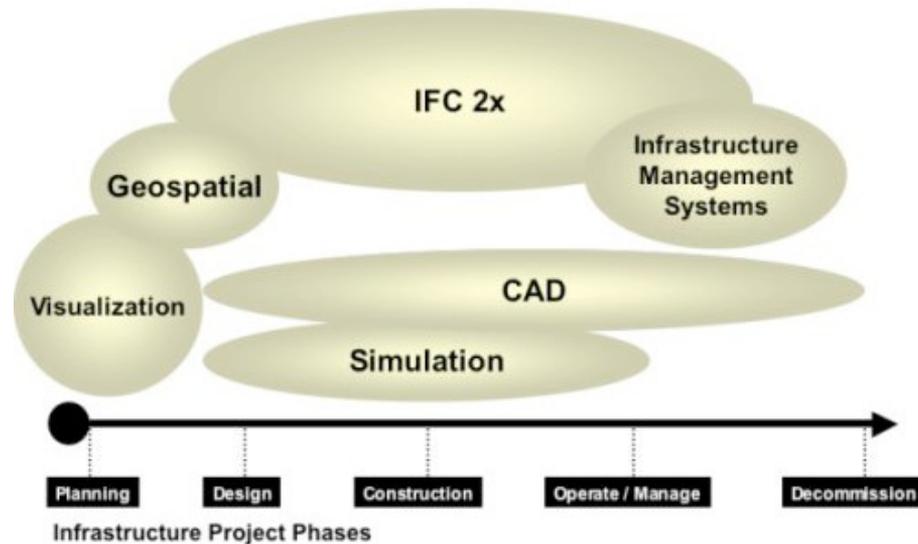
dustry Alliance for Interoperability), che pubblicò ufficialmente nel gennaio 1997 le IFC (Industry Foundation Classes) futura base per modelli di dati, aperta e fruibile in modo da non essere controllata da una singola azienda sviluppatrice di software o di tecniche legate al mondo della progettazione edilizia.

Le interessanti applicazioni, anche normative e di regolamento, scaturite da questa forma di programmazione sono apparse da subito valide, tanto che ad esempio il Governo danese ha emanato direttive in recepimento degli standard fissati dalle IFC, rendendole cogenti nella progettazione e successiva realizzazione di edifici pubblici.

Modelli generati con software diversi ma intercomunicanti attraverso il formato IFC (estensione tra l'altro dei file di salvataggio) sono in grado di relazionarsi per si-

mulare ad esempio l'esposizione dovuta al movimento apparente del sole per indicare quella più adeguata alle condizioni progettuali che si vogliono rispettare, oltre che testare il comportamento in caso di sisma o prevedere la classe di consumo energetico raggiungibile attraverso differenti scelte di materiali. Il modello IFC rappresenta pertanto non solo gli oggetti intelligenti proprio dell'approccio B.I.M. ma anche concetti molto più astratti come i diagrammi temporali per le attività da svolgere, l'organizzazione dello spazio, i costi di costruzione e così via. Una delle ultime versioni delle IFC (rilasciate a partire dalla norma ISO-STEP 10303, riconosciuto, nella versione denominata IFC2.X, come norma ISO/PAS 16739) contiene a conferma di ciò ben 623 tipologie differenti di componenti e concetti.

Da un punto di vista molto più ampio, la loro



7. Fasi del processo edilizio e necessità di rappresentazione delle informazioni insite nelle operazioni dei vari attori partecipanti.

struttura generale è suddivisa in quattro aree distinte, rappresentanti quattro livelli differenti di astrazione progettuale. Ogni livello comprende differenti categorie all'interno delle quali sono definite le singole entità.

Il sistema dei livelli è progettato in modo tale che un'entità ad un certo livello può essere relazionata solamente ad un'entità appartenenti al medesimo livello o a un livello inferiore ma non può essere referenziata ad entità di livello più alto. Questo tipo di schematizzazione vuole riuscire a definire una interazione semplice tra gli elementi componenti l'edificio.

In estrema sintesi, le IFC implicano la capacità di un sistema o di un prodotto di lavorare con altri sistemi o prodotti senza un intervento particolare dell'utente, mediante la consultazione di una documentazione a libera diffusione, fatta eccezione per i file

necessari per la certificazione IFC, disponibile per le aziende che fanno parte dell'I.A.I. e che possono così sviluppare le proprie applicazioni sulla base di questo standard. Nel formato IFC, l'informazione tecnica è portata non dal disegno ma dagli oggetti, organizzati in un modello numerico di informazione centralizzata.

CONCLUSIONI

Il B.I.M. vuole definire prima di ogni altra cosa un processo, all'interno del quale un progetto può essere descritto compiutamente e ad alto livello, integrando le conoscenze proprie delle diverse specialità in una filiera collaborativa in grado di assicurare forti risparmi di tempo, specialmente sulle operazioni ripetitive.

Chuck Eastman inquadra l'impatto della tecnologia B.I.M. sul progetto edilizio da

quattro differenti punti di vista (Eastman, 2008), i quali implicano altrettanti vantaggi, a conferma di quanto esposto. Essi sono così riassumibili:

- l'analisi accurata alla scala di progetto pre-concettuale è possibile, introducendo le tecnologie informatiche generali già dalle prime intuizioni, per avere indicazioni di larga massima sulle decisioni da prendere in seguito;
- il trasferimento successivo dei vantaggi di un approccio coerente e coordinato ai servizi richiesti ai vari professionisti, è attuabile rendendo omogenee le possibilità di scambio dei dati;
- l'introduzione di un modello digitale integrato come risposta univoca alla necessità di modellazione informativa per le costruzioni si rende necessario per fruire dei vantaggi dei punti precedenti;



Geometria esplicita

B-rep
CSG



Geometria generativa

Per volumi - estrusioni, rotazioni
Per aree - estrusioni, rotazioni



Topologia

Connessioni tra elementi,
Schematic design



Elementi costruttivi

Pareti, aperture, porte,
tetti, scale, rampe, ecc...



Impiantistica

Tubazioni, sistemi
di raffrescamento,
ecc...



Attori coinvolti

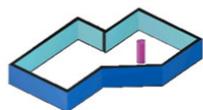
Progettisti
Organizzazioni
Utenti finali

Courtesy of Dr. Thomas Liebich - IAI International



Relazioni tra gli elementi costruttivi

Connessioni tra pareti
Forature
Zone
Vani



Spazi e strutture Spaziali

Spazi abitativi
Magazzini
Edifici
Cantieri



Mobilio

Elementi di arredo
Sistemi di fruizione



Costi

Costi dei materiali
Costi della progettazione
Costi di manutenzione



Pianificazione e progetto

Cronoprogrammi
Allocazione risorse

- infine, lo sviluppo coerente degli elementi maturati dalla fase di progettazione sino alla realizzazione finale, mantenendo un archivio di dati utili e uno storico di scelte effettuate, rimane valido per l'intero ciclo di vita dei fabbricati, inserendosi in un contesto tecnologico che definisce compiutamente il *Building Information Modeling* [11] (il B.I.M. entra in campo durante l'ingegnerizzazione e descrive l'edificio e le sue variazioni nel tempo).

Questi aspetti implicano l'utilizzo di uno strumento versatile in ogni momento progettuale, capace di integrarsi ed evolvere parallelamente all'organismo edilizio che racconta, mantenendone una rappresentazione coerente e coordinata per tutto il *lifecycle* architettonico del progetto, dalla fabbricazione dei componenti alla loro manutenzione in opera, perfino prevedendone la dismissione o la demolizione in un periodo temporale definito.

Le considerazioni critiche che emergono tuttavia pongono domande alle quali la tecnologia ad oggi non riesce ancora a fornire una risposta convincente.

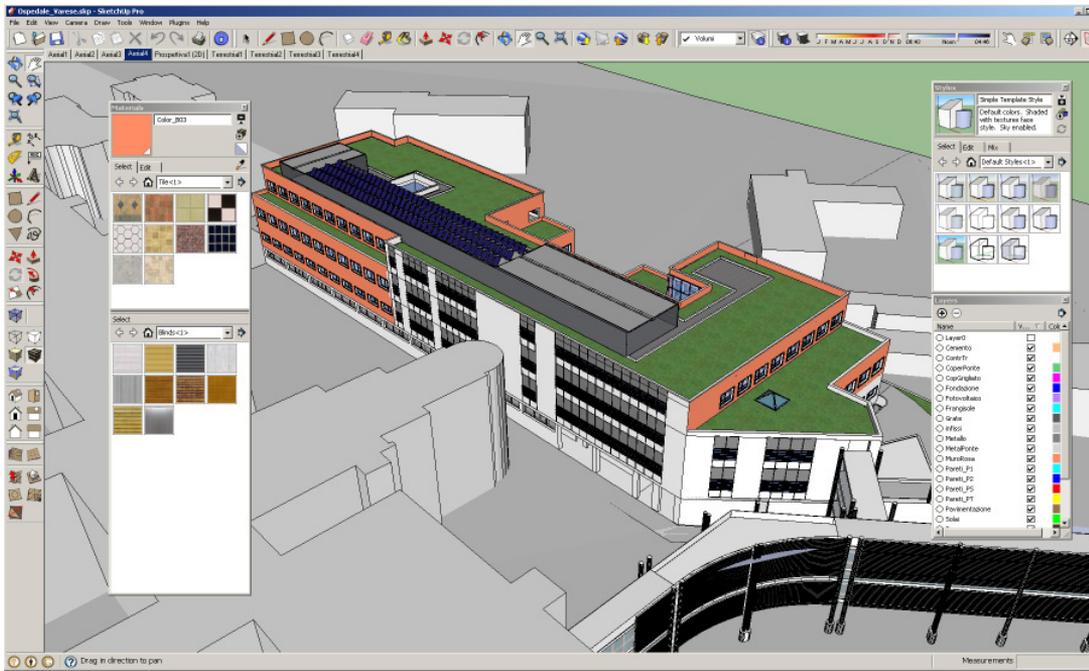
L'aspirazione di coprire tutto il ciclo di vita di un edificio dovrebbe considerare l'utilizzo del B.I.M. già dalla fase di *concept* d'architettura e dagli studi di fattibilità, di norma precedenti. In realtà l'efficacia dello strumento in queste attività è dubbia, dal momento che è stato fino ad ora sviluppato attribuendo la precedenza agli aspetti esecutivi e di dettaglio: utilizzare lo stesso modello dall'inizio, per quanto vantaggioso, porta ad un appesantimento della fase di progettazione preliminare, dove molte scelte devono già essere state prese per poter mantenere il modello coerente dalla fase concettuale fino alla fabbricazione.

Un modo per superare queste difficoltà è al momento quello di utilizzare software di facile accesso (con la rappresentazione di volumi o masse) che potranno poi servire da base per l'ingegnerizzazione del lavoro più oltre sviluppato.

È il caso ad esempio di *SketchUp*, applicazione creata da @Last e successivamente

8. Principali categorie di oggetti IFC e loro struttura cognitiva (fonte: "IAI/IFC, Concept of the IFC Standard and the relation to

ISO & XML", Dr. Thomas Liebich, UBC workshop Vancouver 19-20.07.2001, traduzione di S. Garagnani).



acquisita da Google, orientata alla progettazione architettonica, all'urbanistica, all'ingegneria civile, allo sviluppo di videogiochi ed alle professioni loro correlate. Non essendo ancora un B.I.M., la natura di SketchUp permette però un buon approccio alla modellazione geometrica preliminare ed un ottimo dialogo con software più specialistici, che possono ereditarne i prodotti dal momento che sono supportati in importazione ed esportazione diversi formati grafici interoperabili. SketchUp è stato forse uno dei primi software orientati alla filosofia del risultato immediato senza troppo know-how specialistico [12], tanto che i programmatori di AutoDesSys, creatori del similare software *Bonzai3D*, non hanno fatto mistero di essersi ispirati proprio a questa applicazione, per fondere l'originale filosofia di utilizzo

con gli strumenti tipici dei CAD e dei modellatori di fascia più alta. *Bonzai3D* gestisce forme geometriche complesse come le superfici NURBS ed offre un sistema di visualizzazione per *walk-through* virtuali, anche se l'elemento più originale del pacchetto sembra essere quello preposto alla stampa tridimensionale, ovvero alla generazione di prototipi e *maquettes* ottenibili grazie a macchine a controllo numerico CNC o stampanti a polvere od ABS. In tal senso è stato particolarmente curato il modulo di importazione ed esportazione STL, indicato esplicitamente per il *rapid prototyping* [13]. Proseguendo un percorso di analisi critica dello stato dell'arte, la reale capacità di gestire modifiche in qualunque fase del processo, scopo dichiarato del B.I.M., non sembra ancora un obiettivo pienamente raggiunto: infatti ci si può imbattere in si-

9. Modellazione integrata con SketchUp di Google (modello volumetrico di Simone Garagnani per il nuovo padiglione dell'ospedale Macchi a Varese - Polistudio A.E.S.).

tuazioni dove la complessità dei legami variazionali / associativi è tale che l'operatore non riesce ad impostare cambiamenti nel modello come desiderato. In altri termini, questo è il retro della medaglia per le potenzialità fornite da un approccio parametrico applicato a modelli molto articolati come quelli che rappresentano in dettaglio un edificio.

Se si aggiunge la non troppo remota eventualità che in un team di progetto si utilizzino prodotti di case software diverse, questa criticità risulta ulteriormente accentuata, nonostante si siano esaminate le opzioni che i protocolli di scambio interoperabili garantiscono nel brandeggiare strumenti differenti. Perfino la diffusa capacità dei programmi a disposizione dei progettisti di descrivere forme e strutture meno convenzionali destinate qualche perplessità in un'ottica d'ingegnerizzazione B.I.M., dacché la variabilità geometrica è quella prevista dall'intelligenza degli oggetti a catalogo. In alcune situazioni si può intervenire sulla descrizione dell'oggetto per estenderne la copertura geometrica ma, data la complessità della struttura di questi componenti, l'utente non sempre ha completa libertà sulla loro ridefinizione tipologica. Alcuni comportamenti specifici di questi oggetti si possono immaginare profondamente cablati nel codice del prodotto e quindi non accessibili all'utilizzatore finale.

Permane la convinzione però, alla luce dello studio presentato, che il *Building Information Modeling* costituisca lo strumento di avvio per un processo più ampio, destinato a concepire il progetto sotto una nuova luce e capace di amplificare le potenzialità dei progettisti allargandone la visione d'insieme, senza però disgiungersi dal dettaglio, in un ideale progresso mentale di regimentazione della complessità cognitiva in architettura.

NOTE

[1] Modellare per certi aspetti significa riproporre la realtà di progetto secondo una rappresentazione strutturata da norme più o meno codificate, sia a livello soggettivo che standardizzato da leggi e decreti. La conoscenza del progetto non è semplicemente percezione geometrica, così come la percezione degli spazi non è semplicemente rappresentazione. Il processo di modellazione, dunque il modello denso di conoscenze e note riguardanti il progetto, potrebbe essere inteso come uno dei modi possibili di sostituire la realtà nella percezione delle figure tecniche coinvolte con un elemento più complesso, rifacendosi per alcuni aspetti alla teoria delle immagini descritta da Edmund Husserl nella sua Quinta ricerca logica, riferendosi al rapporto che intercorre tra la forma e la materia della conoscenza.

[2] In questo senso, tra i modelli di riferimento gerarchico informativo più significativi è da ricordare quello elaborato dall'A.I.A. (American Institute of Architects), molto diffuso negli Stati Uniti, che identifica il primo tentativo di regolare la strutturazione dei dati CAD con i layer. Vale la pena accennare che pure in Europa sono stati sviluppati alcuni standard per l'unificazione dei layer e

per le modalità di utilizzo dei sistemi CAD, come la la norma BS1192 inglese, analoga a quanto elaborato dall'A.I.A., oppure il "Système Unitarie de Communication" (SUC) francese degli anni '90, le Swedish CAD guidelines Bygghandlingar 90 - SIS 1999 ed alcune altre meno note.

[3] Amor, R. e Faraj, I. *Misconceptions of an IPDB*, in "Objects and Integration for AEC", atti del convegno, BRE - Watford, UK, 13-14 marzo 2000.

[4] ella modellazione meccanica è possibile utilizzare da anni tecnologie CAM (Computer Aided Manufacturing) per creare modelli tridimensionali fisici ma è altrettanto possibile eseguire una sorta di reverse engineering partendo da un componente esistente per tradurlo in modello (mediante tecnologie di scanning tridimensionali o tastatori digitali) al fine di studiarne geometrie e comportamenti o di catalogarne campioni. In architettura le tecnologie di laser scanning hanno iniziato da relativamente meno tempo ad essere implementate in procedure mirate allo stesso fine analitico.

[5] All'avanguardia nell'utilizzo di strumenti BIM certamente sono i paesi scandinavi. I progettisti norvegesi da tempo sperimentano le IT nella progettazione di edifici con

struttura prefabbricata in legno: lo studio Næss Architects ha utilizzato software BIM per la costruzione dei modelli 3D di diversi comparti progettati, che hanno poi fornito la base per l'estrazione di elaborati grafici, quali piante, prospetti, sezioni, disegni di dettaglio, ma anche elaborati diversi, come cronoprogrammi di cantiere o simulazioni ambientali. Tra i progetti di considerevole dimensione, va citato l'ampliamento dell'Akershus University Hospital di Oslo, di C.F Moller Architects con una superficie di 116.000 metri quadrati, destinata ad ospitare 565 nuovi posti letto più 22 nuove sale operatorie.

[6] Da una definizione del CAD per Principals - www.cadforprincipals.org.

[7] Il modello BIM è di fatto un autentico prototipo digitale del manufatto, dal quale estrarre la documentazione necessaria durante le fasi progettuali, esecutive e di gestione.

[8] Il Source Code Control System fu per la prima volta presentato da Marc J. Rochkind nel 1972, presso i Bell Labs, dove fu estensivamente utilizzato come sistema di verifica e controllo delle variazioni operate su files e cartelle dei sistemi informatici in uso.

[9] Autodesk ha presentato

di recente al pubblico anche Project Vasari, uno strumento stand-alone per la modellazione concettuale e l'analisi energetica basato sulla piattaforma Revit. Questo a dimostrazione che la fase concettuale necessita ancora di semplificazioni metodologico-procedurali che nel B.I.M. di ingegnerizzazione devono essere superate.

[10] Vale la pena citare in tal senso anche Rhinoceros di McNeel, software nato originariamente per la gestione NURBS delle scocche per automobili ed ora convertito all'utilizzo in architettura, in ragione del plugin Grasshopper, un'estensione installabile che permette di impostare algoritmi generativi in maniera visuale e generare trame architettoniche fluide e complesse.

[11] Anche in questo aspetto è possibile istituire un parallelo con il mondo del design industriale, dove questa finalità è soddisfatta da pacchetti PLM (Product Lifecycle Management), all'interno dei quali ogni componente è tracciato e catalogato sotto tutti gli aspetti, da quello realizzativo a quello delle risorse necessarie per la fabbricazione.

[12] Anche se si rileva che sono stati nel tempo proposti prodotti di terze parti destinati ad ampliare le possibilità offerte da SketchUp, come il motore

di render unbiased Podium o Khamsin, plug-in per effettuare calcoli CFD (Computational Fluid Dynamic) a partire da geometrie semplici.

[13] Nello specifico, prima il pre-processing legge la geometria e la rigenera in STL come sezioni orizzontali molto ravvicinate, poi il formato viene unificato e trasmesso alle periferiche di stampa, raggruppato in elementi composti da poligoni triangolari. Allo stesso modo è stato implementato in Bonzai3D l'utilizzo del formato ZPR, specifico delle stampanti prodotte da Z Corporation, destinato ad ottimizzare il posizionamento dei layer di stampa per successiva stratificazione di polvere.

BIBLIOGRAFIA

Mingucci, R., *La comunicazione del progetto nell'era digitale*, in DISEGNARECON Vol. 1 n.1. Bologna, 2008.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K., *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*, ISBN: 978-0-470-18528-5 Hardcover 504 pages March 2008.

Schoen, D., *The Reflective Practitioner: How professionals think in action*. London: Temple Smith, 1983.

Simon H., con Egidi, M., Marris, R., and Viale, R., *Economics, Bounded Rationality and Cognitive Revolution*, (eds M. Egidi and R. Marris), Aldershot: Edward Elgar, 1992.

Schmitt, G., *Information architecture - Basi e futuro del CAAD*, Testo & Immagine, Torino 1998.

Kymmel, W., *Building information modeling - Planning and managing construction projects with 4d CAD and simulations*, McGraw Hill, 2008.

Fiamma, P., *Building Information Modelling: the innovative dimension for the technical architecture mode*, Edizioni Il Campano, Pisa 2004.

Carrara, G., B.K.M. *Un ambiente per la collaborazione progettuale basato su tecniche di rappresentazione e gestione della conoscenza*, 2008.

Garagnani, S., *Unpacking the "Chinese Box": Managing Knowledge in architectural digital models*, in ICERI2010 Proceedings (International Conference of Education, Research and Innovation), Madrid, 2010.

Davis, P., *Introducing Autodesk Revit Architecture 2011*, Wiley Publishing Inc., Indianapolis, Indiana, 2010.