Università degli Studi di Napoli Federico II



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale Corso di Laurea in

Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Cattedra di

Strade, Ferrovie e Aeroporti

Abstract

IL BIM PER LE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO

RELATORE: CANDIDATO:

Ch.mo Prof. Ing. Gianluca Dell'Acqua Marco Governali

Matr. 518/453

CORRELATORE:

Ch.mo Dott. Ing. Salvatore Antonio Biancardo

PRESENTAZIONE

Lo scopo della tesi è mostrare come sia possibile realizzare modelli di infrastrutture mediante l'utilizzo di software di modellazione BIM.

Il Building Information Modeling (BIM) è una delle metodologie di management che sta suscitando il maggior dibattito nel settore dell'architettura, dell'ingegneria e delle costruzioni. (AEC)

Il BIM è un sistema integrato di procedure e tecnologie che consente di costruire digitalmente accurati modelli virtuali di un edificio a supporto di tutte le fasi del processo di realizzazione di un'opera permettendo un'analisi e un controllo più efficienti rispetto ai processi tradizionali.

La tecnologia BIM si basa sul concetto di interoperabilità e di risoluzione delle interferenze.

- L'interoperabilità è la possibilità di scambiare i dati contenuti nel modello progettuale di partenza tra diverse piattaforme software e applicativi destinati alle diverse funzionalità coinvolte nelle attività, questo non solo durante la fase di realizzazione dell'opera ma anche nell'intero suo ciclo di vita, dalla manutenzione alla dismissione.
- La risoluzione delle interferenze è una parte fondamentale del workflow BIM che permette di verificare, controllare e risolvere le problematiche tra gli elementi del modello multidisciplinare.

Una volta completati, questi modelli BIM contengono in modo preciso la geometria e i dati necessari alle fasi di progettazione, di scelta del contraente, di realizzazione e successivamente di gestione della vita utile dell'edificio. L'appaltatore può inoltre utilizzarli per la gestione operativa della fase costruttiva.

La modellazione BIM, sviluppata durante la fase di progettazione e implementata durante la fase di costruzione, mette a disposizione tutte le informazioni necessarie per gestire il ciclo di vita di un edificio. Se utilizzato in modo opportuno, il BIM semplifica la progettazione e la costruzione favorendone l'integrazione e consente di ottenere una migliore qualità del costruito riducendo sia i costi sia i tempi di realizzazione del progetto.

I VANTAGGI DEL BIM E I PROBLEMI CHE È IN GRADO DI RISOLVERE

La metodologia BIM è in grado di supportare e migliorare molti processi operativi. Anche se l'utilizzo del BIM nel settore dell'architettura, dell'ingegneria e delle costruzioni è ancora agli inizi, sono già stati raggiunti miglioramenti significativi rispetto al CAD 2D tradizionale o alle prassi basate su documenti cartacei. È stato evidenziato il ruolo essenziale della metodologia BIM e dei processi associati, nonché le modalità con cui il processo di progettazione e costruzione edile è in grado di rispondere alle crescenti pressioni del settore, correlate a una maggiore complessità, a uno sviluppo accelerato, a una migliore sostenibilità e a una riduzione del costo della costruzione e del suo utilizzo

successivo. Le procedure tradizionali non sono in grado di rispondere a queste esigenze. I vantaggi dell'utilizzo del BIM risiedono in:

Vantaggi nella fase di progettazione

- Visualizzazioni più accurate e tempestive del progetto

Il modello 3D generato dal software BIM non viene generato da più viste 2D, ma viene progettato in modo unitario. Esso può essere utilizzato per visualizzare il progetto in qualsiasi fase, con la garanzia che ogni vista sarà coerente dal punto di vista dimensionale e geometrico.

- Correzioni automatiche di basso livello quando si apportano modifiche al progetto Il modello 3D sarà privo di errori di geometria, di allineamento e coordinamento spaziale se gli oggetti utilizzati nel progetto sono controllati da regole parametri-che che assicurano un corretto posizionamento. In questo modo si riduce la necessità di gestire le modifiche di progetto.
- Generazione di disegni 2D accurati e coerenti in qualsiasi fase della progettazione È possibile estrarre disegni accurati e coerenti per qualsiasi insieme di oggetti o per una vista specifica del progetto. In questo modo si riduce significativamente la quantità di tempo e il numero di errori associati alla generazione di disegni costruttivi.
- Collaborazione tempestiva tra le varie discipline di progettazione

 La metodologia BIM facilita il lavoro simultaneo da parte di più discipline progettuali. In questo modo si riducono sia i tempi sia gli errori di progettazione e le omissioni, inoltre si forniscono informazioni tempestive sui problemi di progettazione.
- Verifica semplificata della coerenza ai fini progettuali

 Il BIM fornisce visualizzazioni 3D più tempestive e calcola per esempio l'area degli spazi e le quantità
 di materiale, così da permettere una stima più precisa dei costi.
 - Estrazione delle stime dei costi in fase di progettazione

In ogni istante della fase di progettazione la tecnologia BIM può estrarre calcoli precisi delle quantità e degli spazi che si possono utilizzare per la stima dei costi. All'inizio, le stime dei costi si basano su formule collegate a quantità parametriche. Con l'avanzamento del progetto diventano disponibili quantità più dettagliate che si possono utilizzare per elaborare stime più precise sui costi. E possibile tenere al corrente tutte le parti interessate delle implicazioni correlate ai costi e associate. Per concludere, usando il BIM al posto di un sistema cartaceo, per quanto riguarda i costi è possibile prendere decisioni più consapevoli in fase di progettazione.

Miglioramento della sostenibilità e dell'efficienza energetica

Se il modello dell'edificio viene collegato a strumenti di analisi energetica è possibile stimare il consumo di energia già nelle prime fasi della progettazione. Così si riduce la possibilità di apportare modifiche al progetto per migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio.

Vantaggi in termini di costruzione e fabbricazione

- Uso del modello di progetto come base per i componenti prefabbricati

Il modello realizzato in fase di progettazione, se viene trasferito in uno strumento di fabbricazione BIM e dettagliato a livello degli oggetti da realizzare (modello costruttivo), conterrà una rappresentazione accurata dei componenti edilizi da prefabbricare e costruire. Poiché i componenti sono già definiti in 3D, è possibile fabbricarli in modo automatico e con maggiore facilità. Ne conseguono una procedura di fabbricazione più semplice all'interno dello stabilimento e una riduzione dei costi e dei tempi di costruzione.

- Risposta rapida alle modifiche del progetto

L'impatto di una variante di progetto può essere immediatamente inserito nel modello dell'edificio. A seguito di questa operazione, vengono aggiornate automaticamente le modifiche agli altri oggetti del progetto.

- Individuazione di eventuali errori di progettazione e omissioni prima del cantiere

 Poiché il modello di edificio virtuale 3D dà origine a tutti i disegni 2D e 3D, vengono eliminati gli
 errori di progettazione causati da disegni 2D incoerenti. Conflitti ed eventuali problemi di costruibilità
 vengono identificati ancor prima di essere rilevati in cantiere. Di conseguenza è possibile ottimizzare
 il coordinamento tra i progettisti e le imprese partecipanti e ridurre significativamente gli errori dovuti
 a dimenticanze o disattenzioni.
- Sincronizzazione della pianificazione delle fasi di progettazione e costruzione

 La pianificazione della costruzione con CAD 4D richiede il collegamento di un cronoprogramma agli
 oggetti 3D di un progetto, in modo che sia possibile simulare il processo di costruzione e mostrare
 come sarà il cantiere in ogni sua fase temporale.
 - Implementazione ottimizzata delle tecniche di Lean Construction

Le tecniche di Lean Construction (produzione snella) richiedono un attento coordinamento tra l'impresa appaltatrice e tutte le imprese esecutrici per garantire che il lavoro venga eseguito quando le risorse adeguate sono disponibili in sito. In questo modo si riduce non soltanto l'impegno necessario, ma anche la necessità di mantenere scorte di materiale in cantiere.

Vantaggi correlati alla gestione della vita utile dell'edificio

- Miglioramento della messa in funzione e della trasmissione delle informazioni sull'edificio Durante il processo di costruzione l'impresa appaltatrice e gli appaltatori responsabili della realizzazione degli impianti raccolgono informazioni sui materiali installati e sulle attività di manutenzione necessarie per gli impianti dell'edificio. Queste informazioni consentono di verificare che tutti i sistemi funzionino come previsto prima che l'edificio sia preso in consegna dal committente.

- Gestione e funzionamento ottimizzati degli impianti

Il modello costruttivo offre una serie di informazioni grafiche e specifiche per tutti i sistemi impiantistici di cui è dotato l'edificio. Queste informazioni possono anche essere utilizzate per controllare che tutti i sistemi funzionino correttamente dopo il completamento dell'edificio.

- Integrazione con sistemi di funzionamento e sistemi di gestione

Un modello di edificio che sia stato aggiornato con tutte le modifiche effettuate in fase di costruzione fornisce una fonte precisa di informazioni as-built sugli spazi e sui sistemi e rappresenta un punto di partenza utile per le attività di gestione e manutenzione, durante tutto il ciclo di vita dell'edificio.

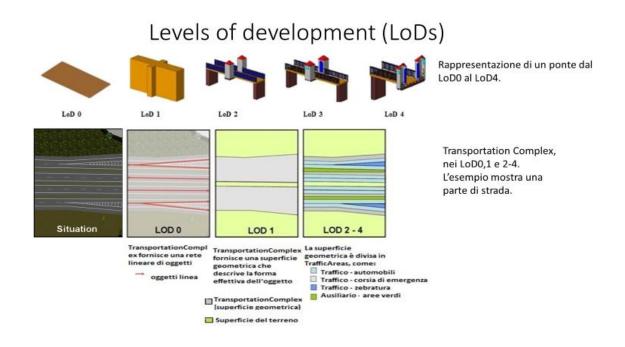
Il successo del BIM nel settore edile ha accresciuto il suo impiego anche in ambito infrastrutturale. L'acronimo I-BIM (Infratructure - Building Information Modeling) è utilizzato nel settore AEC per qualificare le applicazioni BIM infrastrutturali. Alcuni ricercatori hanno analizzato diversi possibili impieghi del BIM in ambito infrastrutturale (I-BIM uses). Per "BIM use" si intende "uno dei modi di utilizzare il BIM durante il ciclo di vita di un'opera per il raggiungimento di uno o più obiettivi". In tal senso il medesimo significato può essere attribuito al termine "I-BIM uses", che equivale al precedente con la sola sostituzione del termine I-BIM in luogo di BIM.

Il livello di definizione, sia geometrico che semantico, che un oggetto nel BIM deve assumere nella fase di progettazione viene definito Level of developement o livello di definizione (LoD).

Il concetto di *LoD* è stato introdotto nei programmi di attuazione del BIM di alcuni paesi per favorirne il recepimento negli specifici standard nazionali di progettazione. Ad esempio nel CityGML, riferimento internazionale per la generazione dei "3D city models", sono proposti *LoDs* distinti per la modellazione di edifici, strade, ponti e gallerie. In base allo standard CityGML gli elementi di un modello stradale, denominati TransportationComplex, possono essere rappresentati con riferimento a cinque diversi livelli di dettaglio. Nella figura sono illustrate le rappresentazioni, per ciascun LoD,

di una piattaforma autostradale. Nel LoD0 gli oggetti sono modellati mediante entità lineari che definiscono una rete, LoD1 attraverso una superficie geometrica che ne riflette la forma effettiva; dal LoD2 al LoD4 il modello contiene le TrafficAreas, destinate al transito di veicoli o pedoni, e le AuxiliaryTrafficAreas, ovvero segnaletica orizzontale, aiuole o margini stradali, ecc.

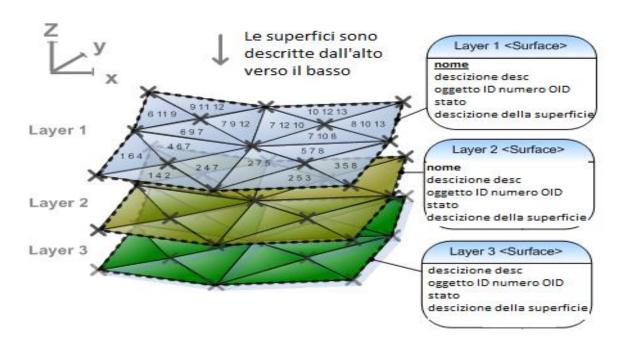
In generale, il dettaglio per ciascun LoD dipende dalle funzioni cui il modello è destinato e dall'idoneità dello stesso per specifiche classi di I-BIM uses. Ad esempio la simulazione per la verifica delle interferenze può essere eseguita quasi per ciascun LoD e per tutti i sistemi costruttivi. Il controllo delle interferenze tra sistemi strutturali e meccanici richiede modelli ad alta definizione, invece la verifica delle interferenze tra i componenti di un sistema strutturale può essere operata anche per LoD di dettaglio inferiore.



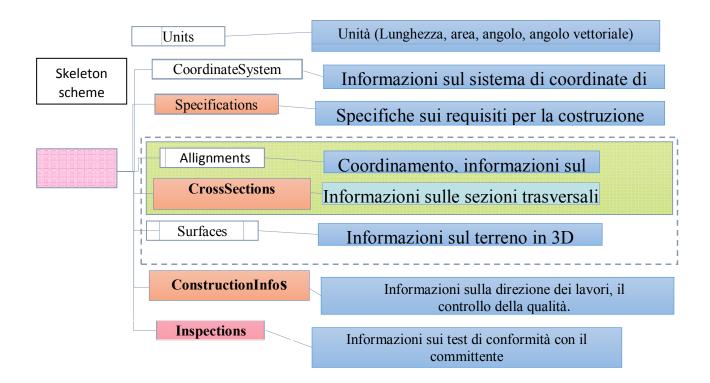
Il BIM riguarda diversi settori dell'industria delle costruzioni. Pertanto, per il tema dell'interoperabilità, è necessario un modello indifferenziato di validità generale per la rappresentazione di informazioni di natura geometrica e semantica per favorire lo scambio e la condivisione dei dati. Per questo motivo il buildingSMART ha sviluppato il sistema Industry Foundation Classes (IFC) che garantisce l'interoperabilità del BIM. Il sistema IFC consente di standardizzare la modellazione delle opere edili ed è stato diffusamente utilizzato nell'industria delle costruzioni. Lo standard IFC può essere adoperato anche per sviluppare modelli I-BIM riproducendo gli elementi infrastrutturali mediante componenti di opere edili. Lo standard dati IFC si fonda su modelli specificamente sviluppati per costruzioni edili e l'impiego di tali schemi per la modellazione

di elementi infrastrutturali crea molte complicazioni. Per questo motivo le ricerche sono finalizzate allo sviluppo di modelli ad hoc per la progettazione di infrastrutture.

Dal censimento di alcuni paper, si sono individuati sei contributi riguardanti le applicazioni I-BIM specifiche per le costruzioni stradali, tutti i modelli sono stati sviluppati nel formato LandXML LandXML è il formato XML standard per i dati di ingegneria civile e di rilevamento utilizzati nei settori dei trasporti e dello sviluppo del territorio. Il formato di dati LandXML è adatto all'archiviazione delle informazioni a lungo termine e rappresenta un formato standard per il trasferimento elettronico dei progetti.



I file LandXML si basano sullo schema LandXML, ovvero una definizione di schema XML per i dati civili e di rilevamento. Lo schema Skeleton di LandXML è un modello informativo internazionale ed è lo standard per i modelli dei terreni. LandXML è costituito da diversi elementi come le unità, i sistemi di coordinate, le superfici ed altri, e questi elementi vengono usati per definire i terreni e le strade per l'ingegneria civile.



Il formato LandXML è stato adottato per la prima volta nel 2000 da Autodesk, Bentley e alcuni Enti gestori (US Federal Highway Administration, US Army Corps of Engineers, e Florida Department of Transportation) ed è oggi diffusamente utilizzato.

Aritomi e altri hanno ideato un "road information model" dotato di planimetrie, profili, sezioni trasversali basati sulla modellazione parametrica della geometria. In Korea è stato sviluppato un prodotto I-BIM nel formato IFC utile per la modellazione geometria e per l'archiviazione delle informazioni di natura semantica (figura).

Oltre alle pubblicazioni scientifiche sono stati censiti anche numerosi progetti di ricerca dedicati allo sviluppo di modelli I-BIM per le infrastrutture stradali promossi da diverse organizzazioni. Nel 2001, ad esempio, i ricercatori del Japan Highway Research Institute hanno pubblicato il Japan Highways Data Model (JHDM), tuttavia il limite del modello consisteva nel formato 2D. Nel 2005 furono avviati il progetto IFC-Road ed il programma europeo Virtual Construction for Roads (V-Con) coordinato dalla Dutch Agency del Ministero delle Infrastrutture e dell'Ambiente dal 2012 al 2016. Uno degli scopi del progetto VCon consisteva nello sviluppo di una piattaforma per lo scambio dei dati e per l'acquisizione/test dei relativi sistemi software di supporto. Infine in Italia è stato sviluppato un modello I-BIM per la progettazione del casello autostradale di Martellago (Venezia) ricadente nel passante di Mestre.

Conclusioni

In conclusione, i modelli BIM sono particolarmente indicati per la modellazione di tutte le fasi del ciclo di vita di una infrastruttura, offrendo notevoli miglioramenti rispetto ai tradizionali modelli CAD 2D. Inoltre l'aspetto dell'interoperabilità tra gli oggetti del BIM, consente la realizzazione di modelli molto accurati che permettono al progettista di ridurre i tempi ed i costi per eventuali modifiche. Infine, la possibilità di sviluppare modelli alternativi tramite BIM, consente di riuscire a migliorare le prestazioni dell'opera e ridurre l'impatto ambientale.