A. ACQUAVIVA - I. BIANCO - M. BOCCONCINO - F. BRUNDU - G. CANGIALOSI - B. CHIAIA - D. DALMASSO
S. DAVARDOUST - M. DEL GIUDICE - D. ERBA - F. FERRATO - E. MACII - F. MANZONE - A. MARCOS GUINEA
M. LO TURCO - A. OSELLO - E. PATTI - P. PIUMATTI - A. RAIMONDO - N. RAPETTI - A. RONZINO - P. RUFFINO
M. SERINI - C. TAMBURINO - F. UGLIOTTI - M. ZERBINATTI A CURA DI A. OSELLO

BUILDING INFORMATION MODELLING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM AUGMENTED REALITY PER IL FACILITY MANAGEMENT

DARIO FLACCOVIO EDITORE

BUILDING INFORMATION MODELLING, GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM, AUGMENTED REALITY PER IL FACILITY MANAGEMENT

ANDREA ACQUAVIVA, ISABELLA BIANCO, MAURIZIO MARCO BOCCONCINO, FRANCESCO GAVINO BRUNDU,
GREGORIO CANGIALOSI, BERNARDINO CHIAIA, DANIELE DALMASSO, SANAZ DAVARDOUST,
MATTEO DEL GIUDICE, DAVID ERBA, FRANCESCA FERRATO, ENRICO MACII, FABIO MANZONE,
AITANA MARCOS GUINEA, MASSIMILIANO LO TURCO, ANNA OSELLO, EDOARDO PATTI, PAOLO PIUMATTI,
ANTONELLA RAIMONDO, NICCOLÒ RAPETTI, AMOS RONZINO, PABLO ANGEL RUFFINO, MARCO SERINI,
CATERINA TAMBURINO, FRANCESCA MARIA UGLIOTTI, MARCO ZERBINATTI
A CURA DI ANNA OSELLO

BUILDING INFORMATION MODELLING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM AUGMENTED REALITY PER IL FACILITY MANAGEMENT

SOMMARIO

7 Prefazione
Marco Gilli, Rettore del Politecnico di Torino

9 Introduzione
Anna Osello

13 IL BIM, il GIS e la AR per il FM
Anna Osello

BIM

31 Utilità e inutilità dei dati per il FM nel XXI secolo
Antonella Raimondo

41 L'impostazione di un modello BIM per un edificio esistente
Matteo Del Giudice

51 La raccolta dei dati e il rilievo speditivo degli edifici esistenti per la gestione di grandi patrimoni immobiliari
Francesca Maria Ugliotti

65 Il passaggio dai dati cartacei al BIM
Caterina Tamburino

69 Il passaggio dai dati CAD al BIM
Aitana Marcos Guinea

77 La gestione delle nuvole di punti con il BIM
Matteo Del Giudice

85 La modellazione degli elementi complessi
Pablo Angel Ruffino

101 L'interoperabilità per il calcolo strutturale
Sanaz Davardoust, Bernardino Chiaia

117 L'interoperabilità per il Construction Management
David Erba, Fabio Manzone

127 Dal disegno di progetto al modello di cantiere: le radici del FM
Maurizio Marco Bocconcino, Gregorio Cangialosi, Massimiliano Lo Turco, Marco Serini

141 L'interoperabilità per il calcolo energetico
Amos Ronzino

155 L'interoperabilità per il FM
Daniele Dalmasso

171 La gestione dei dati per il FM
Francesca Maria Ugliotti

185 La gestione dei dati attraverso dei proxy e un middleware
Francesco Gavino Brundu, Edoardo Patti, Andrea Acquaviva, Enrico Macii

191 La definizione dei dati caratterizzanti gli edifici del patrimonio storico diffuso
Isabella Bianco, Marco Zerbinatti

205 Dal rilievo speditivo alla modellazione BIM degli edifici del patrimonio storico diffuso
Niccolò Rapetti

GIS

217 Integrazione e interazione, la centralità del disegno e dell'informazione. Quando una sola tecnologia non basta più
Maurizio Marco Bocconcino

233 Il GIS per la gestione dei dati alla scala territoriale
Niccolò Rapetti

241 Rappresentazioni cartografiche e GIS per la lettura e la pianificazione di area vasta del territorio. Esperienze applicative nelle Alpi Nord Occidentali
Paolo Piumatti

251 I SIT per la pianificazione locale: informatizzazione e gestione dei piani comunali in ambiente GIS
Francesca Ferrato

259 Il GIS per la gestione dei dati alla scala urbana/edilizia
Matteo Del Giudice

AR

271 L'utilizzo della realtà virtuale e aumentata per la visualizzazione dei dati su tablet e smartphone
Edoardo Patti, David Erba, Enrico Macii, Andrea Acquaviva

279 L'utilizzo della AR per il FM
Daniele Dalmasso, Francesca Maria Ugliotti

287 L'utilizzo della AR per la responsabilizzazione degli utenti con un approccio al gioco
Matteo Del Giudice

293 L'interoperabilità: un'opportunità di ottimizzazione nella gestione dei dati tra BIM/GIS/AR per il FM
Anna Osello

299 Bibliografia e sitografia

Prefazione

MARCO GILLI, Rettore del Politecnico di Torino

Leggendo questo volume emerge chiaramente come il Building Information Modelling/Model (BIM), il Geographic Information System (GIS) e l'Augmented Reality (AR) per il Facility Management (FM) vengono affrontati con un approccio interdisciplinare al tema del "Disegno come linguaggio" per la comunicazione di una grande quantità di dati.

Evidente risultato di una collaborazione costante nel tempo in ambito sia nazionale che internazionale con il mondo della ricerca e con quello delle costruzioni (ma non solo), il punto di partenza dell'intero lavoro è legato all'individuazione di problemi reali (comuni a diverse figure professionali) che vengono elaborati in maniera scientifica nei contributi presentati dai diversi autori, per garantire delle soluzioni concrete, basate su una metodologia sempre finalizzata all'ottimizzazione di processi e di risorse. Le diverse tematiche/informazioni vengono volta per volta scomposte negli elementi essenziali grazie ad una chiara definizione del grado di semplificazione necessario per rendere gestibili grandi quantità di dati normalmente molto eterogenei tra loro. Questo garantisce il passaggio dalla complessità della realtà alla semplificazione e interpretazione della modellazione per consentire una elaborazione dei dati in forma non solo grafica.

Gli argomenti trattati nel volume sono di sicuro interesse dal punto di vista della ricerca e hanno importanti ricadute sulla formazione. Infatti, per quanto riguarda la ricerca scientifica, essi rappresentano l'insieme delle tematiche più innovative per la gestione e la comunicazione dei dati nell'ambito dell'industria delle costruzioni, ovviamente fortemente influenzata dall'utilizzo dell'IT, spesso non sfruttata al massimo delle potenzialità. Dal punto di vista della formazione invece, questo lavoro può rappresentare un utile punto di riferimento per tutte quelle persone (studenti e professionisti) che devono/vogliono affrontare il mondo del lavoro con capacità altamente professionalizzanti nel metodo, nella padronanza degli strumenti e nella capacità di lavorare in maniera collaborativa.

Introduzione

ANNA OSELLO

L'industria delle costruzioni è costantemente alla ricerca di nuovi metodi per aumentare l'efficienza e la produttività. In tale contesto, il facility manager, in qualità di gestore e/o di proprietario di ambienti complessi e dinamici che necessitano costantemente di decisioni importanti, più di altri, ha spesso l'esigenza di utilizzare le nuove tecnologie digitali per migliorare le attività che svolge, dal rilevamento di un'esigenza alla gestione e realizzazione di tutto ciò che essa può comportare.

Il **Facility Management** (FM) presuppone l'integrazione di una serie di attività di carattere gestionale che richiedono al facility manager competenze economico-finanziarie, ma anche cognizioni specifiche di tipo ingegneristico, architettonico, organizzativo e relazionale. Infatti, il facility manager in particolare, ma in generale anche tutti i professionisti diversamente coinvolti nella gestione e manutenzione di un bene, necessitano di una grande quantità di informazioni, molto diverse tra loro, che devono poter essere gestite con una tecnologia che consenta loro di mettere a confronto i dati complessi che riguardano non solo i singoli edifici o parti di essi, ma anche l'ambiente o il paesaggio in cui sono inseriti.

Il **Building Information Modeling** (BIM), il **Geografic Information System** (GIS – Sistema Informativo Geografico) e la **Augmented Reality** (AR – realtà aumentata) rappresentano oggi alcune delle tecnologie più innovative che possono essere utilizzate in maniera integrata nell'ambito dell'industria delle costruzioni per ottimizzare il processo di gestione dei dati in riferimento all'intero ciclo di vita di un edificio. Obiettivo principale di questo libro è quello di definire, sulla base di casi studio reali, come utilizzare ciascuna tecnologia sfruttandone al meglio le potenzialità specifiche, garantendo il passaggio delle informazioni tra diverse applicazioni in maniera ottimale, approfittando dei principi base dell'**interoperabilità** tra i software. I risultati proposti derivano dalla sperimentazione di diversi formati e dalla definizione di precisi standard relativi ai contenuti e alla modalità di utilizzo dei dati, in riferimento a diverse tipologie di edifici esistenti, anche storici. Il libro vuole essere un "manuale" in cui ciò che conta è la metodologia proposta piuttosto che gli strumenti utilizzati, poiché questi possono essere molteplici e spesso tra loro interscambiabili, ma soprattutto in costante e rapida evoluzione. Le diverse tematiche sono affrontate in maniera estremamente pratica dai diversi autori sotto forma di domanda&risposta in modo tale che ogni lettore possa riconoscere le tematiche di suo interesse, e trovare al tempo stesso la soluzione a problematiche specifiche.

Poiché nel corso degli ultimi 30 anni la rivoluzione digitale ha radicalmente trasformato l'informatica, il networking, la comunicazione e i processi di business a livello globale, gli strumenti da essa forniti dovrebbero essere adoperati per arrivare a un utilizzo intelligente e avanzato delle tecnologie dell'informazione in tutte le fasi di vita di un edificio, creando il potenziale per ottimizzare delle operazioni che storicamente sono molto frammentate. Nonostante tali tecnologie siano oggi disponibili (anche se non sempre perfette), l'industria delle costruzioni è lenta e spesso ostile riguardo alla loro adozione e questo è chiaramente testimoniato, ad esempio, dalla grande quantità di copie cartacee relative alla documentazione di progetto o degli as-built/as-is che si possono trovare in un qualsiasi ufficio tecnico di un qualsivoglia organismo, sia esso pubblico che privato.

Infatti, al momento attuale le parti coinvolte nella gestione di patrimoni immobiliari significativi utilizzano tecnologie come il Building Information Model (BIM) o, nella maggior parte dei casi, dei sistemi Computer Aided Drawing/Design (CAD) più tradizionali, sia per la progettazione che per la memorizzazione dei dati relativi agli edifici. Normalmente queste informazioni sono disponibili edificio per edificio, però spesso sono disponibili copie diverse e non sempre contengono i dati aggiornati. La sfida per il facility manager oggi è quella di garantire l'unicità dei dati nella forma aggiornata e di poter interrogare, analizzare ed elaborare tali informazioni in maniera completa, anche per diversi edifici contemporaneamente, secondo delle logiche diverse tra loro come ad esempio quella geografica o quella tipologica oppure in base alla destinazione d'uso o all'epoca di costruzione. Questo risulta ovviamente impossibile se, come avviene nella maggior parte dei casi, i dati dei singoli edifici sono gestiti all'interno di fogli di calcolo, di relazioni di progetto o in planimetrie (cartacee o digitali) senza un sistema organizzato di gestione delle informazioni.

Benché non esistano a oggi delle best practices "istituzionalizzate" relative all'utilizzo del BIM nel settore del FM, dal punto di vista della ricerca e dello sviluppo è evidente che l'importazione e l'aggregazione in un GIS delle geometrie e di tutti i dati necessari per rappresentare in maniera accurata l'ambiente costruito, garantisce che l'efficienza e la potenza del BIM possano essere sfruttati, estesi e collegati nello spazio geografico a diverse scale (quartiere, città, regione, ecc.). Infatti, la tecnologia GIS può essere sfruttata per fornire informazioni essenziali ai decisori nel momento in cui ne hanno bisogno. In questo contesto il GIS può essere utilizzato per rispondere a domande specifiche riguardanti il modo migliore per sviluppare e gestire l'ambiente costruito.
Questa capacità è in gran parte dovuta alla tecnologia del **database relazionale** che sta alla base del sistema, così come all'abilità del GIS di identificare degli oggetti che sono tra loro spazialmente correlati, in maniera analoga a quanto avviene con il BIM, il cui cuore essenziale è proprio un database.
È comunque importante sottolineare che poiché la stragrande maggioranza degli edifici esistenti ovviamente è stata costruita prima dell'avvento del BIM (e anche del CAD), la sfida di digitalizzare il patrimonio immobiliare esistente su base BIM per poter effettuare l'interrogazione con il GIS, per garantire la gestione dei dati per il FM e per consentire la visualizzazione con la AR, risulta impegnativa sia in termini di risorse (economiche e umane) che di processi.
Inoltre, è importante sottolineare il fatto che mentre la tecnologia avanza a tempo di record, i nostri ambienti costruiti stanno diventando sempre più complessi e sofisticati (si pensi ad esempio ai sistemi di Building Automation System – BAS), richiedendo un aggiornamento costante di dati relativi agli impianti, alle condizioni di confort, all'utilizzo da parte delle persone e così via. Questo ovviamente necessita di strumenti sempre più sofisticati sia per la progettazione che per la gestione. Una "rivoluzione" è dunque indispensabile. Pertanto, i vantaggi dell'utilizzo congiunto di **BIM/GIS/AR per il FM** devono essere attentamente e prudentemente analizzati caso per caso, tenendo conto che esistono delle categorie di "alto livello" che normalmente devono essere discusse:

- *Aumento della produttività relativa alla mappatura dei dati*. Questo significa che ogni investimento nell'automazione dei dati può aumentare l'efficienza e la precisione degli stessi rendendo possibile la realizzazione di mappe tematiche che possono servire una più ampia gamma di esigenze gestionali.

- *Ottimizzazione della produttività attraverso l'accesso alle informazioni*. I modelli di flusso in ambito gestionale richiedono dati costosi da produrre e da mantenere. Poter guidare tali modelli e quelli di analisi a partire dal database BIM/GIS/FM può portare a una notevole riduzione dei costi del lavoro e un miglioramento dei modelli analitici.
- *Miglioramento dell'ingegnerizzazione e dell'efficienza operativa*. Le opportunità di migliorare l'efficienza della progettazione e della gestione della manutenzione può portare un risparmio sui costi di questa categoria, che normalmente sono misurabili in termini di programmazione più efficiente.
- *Eliminazione dei costi dovuti all'assenza di standard condivisi*. Dove esistono disegni non standardizzati (cartacei o su file CAD) derivanti da abitudini storiche non organizzate in maniera efficiente oppure dall'acquisizione di proprietà immobiliari diverse, i costi dovuti al "ridisegno" e alla gestione dei duplicati degli elaborati grafici, può essere significativo.

In queste condizioni diventa inevitabile un abbandono progressivo di sistemi artigianali di FM verso un approccio più industrializzato basato su: (I) una metodologia che integri i diversi settori di questa disciplina; (II) processi di lavoro standardizzati e ottimizzati, da applicare in maniera uniforme all'interno della struttura di gestione; (III) una base dati in grado di raccogliere tutte le informazioni necessarie al FM, in modo integrato, non ridondate e sempre aggiornata. In base a quanto detto, si può concludere affermando che poiché **conoscere è la premessa per gestire**, nel FM i risultati saranno tanto più apprezzabili quanto più completa e dettagliata sarà la conoscenza del patrimonio immobiliare da curare. Su questo concetto si basa ogni informazione riportata in questo libro.

AR
as-built
Workflow
Aggiornamento
Ottimizzazione
Rappresentazione
as-is
Interoperabilità
CAD
Database
BIM
GIS
LOD
Disegno
Modelling
Model
FM
ICT
Informazione
Standard
GIS
Modello urbano
Anagrafica tecnica
Master Spazi Occupanti
Archibus FM
Modello 3D
Parametrico
Portale WEB
Revit Architecture
Ottimizzazione
Operations
Workspace
Energia
Richieste di Intervento
Manutenzione e Facilities
Attribuzione costi alle strutture
comunali
Visualizzazione dati
Edificio
Spessore montante sx = 10
Spessore montante dx = 10
Città
Building_3D
<all other values>
L_riscalda
0
56952
57075
Territorio

IL BIM, il GIS e la AR per il FM

ANNA OSELLO

Poiché obiettivo di questo volume è quello di indagare le potenzialità offerte da un utilizzo integrato dell'Information Technology (IT) per proporre una gestione ottimizzata dei dati che si riferiscono all'ambiente costruito, basata su una metodologia collaborativa, questo contributo introduttivo è organizzato in maniera tale da "anticipare" tutte le tematiche affrontate dai diversi autori nelle pagine che seguono.
Innanzitutto vengono definiti degli elementi essenziali del FM per identificare i dati e gli strumenti che servono al facility manager per svolgere in maniera ottimale il proprio lavoro. Vengono poi introdotte le caratteristiche essenziali del BIM cercando di porre particolare attenzione al suo utilizzo per gli edifici esistenti, e sottolineando l'importanza della gerarchia dei dati e del loro livello di dettaglio. Il discorso procede con l'introduzione alle caratteristiche essenziali del GIS richiamando gli elementi chiave della cartografia per la gestione del territorio e le nuove frontiere del GIS alla scala edilizia. La realtà aumentata viene descritta come strumento di comunicazione innovativo che consente una ottimizzazione nella gestione dei dati sia da parte di personale tecnico specializzato, che per la responsabilizzazione degli utenti a tematiche importanti come ad esempio il risparmio energetico. Lo stato dell'arte è lasciato ai diversi autori, ma alcuni concetti essenziali sono anticipati nell'ultima sezione di questo contributo per spiegare come le diverse tematiche sono state affrontate utilizzando un approccio metodologico consolidato in anni di attività di ricerca, sempre svolta con test su casi reali.
I risultati ottenuti e le proposte di possibili attività future sono discussi e presentati nel capitolo finale del volume, dove l'importanza dell'interoperabilità è trattata in maniera trasversale tra i diversi argomenti affrontati.

Quali sono i dati e gli strumenti per il facility manager?

Il patrimonio immobiliare è spesso un asset fondamentale per un'azienda privata o per un ente pubblico. Pertanto è essenziale che ogni cosa funzioni nel migliore dei modi e che non vi siano delle inefficienze.
L'IFMA (International Facility Management Association) definisce il **Facility Management** come «il processo di progettazione, implementazione e controllo attraverso il quale le facility (ovvero gli edifici e i servizi necessari a supportare e facilitare l'attività dell'azienda) sono individuate, specificate, reperite ed erogate allo scopo di fornire e mantenere quei livelli di servizio in grado di soddisfare le esigenze aziendali, creando un ambiente di lavoro di qualità con una spesa il più possibile contenuta». È evidente che si tratta di una disciplina complessa in cui, come è stato scritto nell'introduzione del libro, conoscere è la premessa per gestire, e per conoscere una facility è necessario disporre di una grande quantità di informazioni estremamente diversificate tra loro.

http://www.ifma.it/index.php?pagina=articolo.php&id_articolo=25&var_id_menu=68&nodata

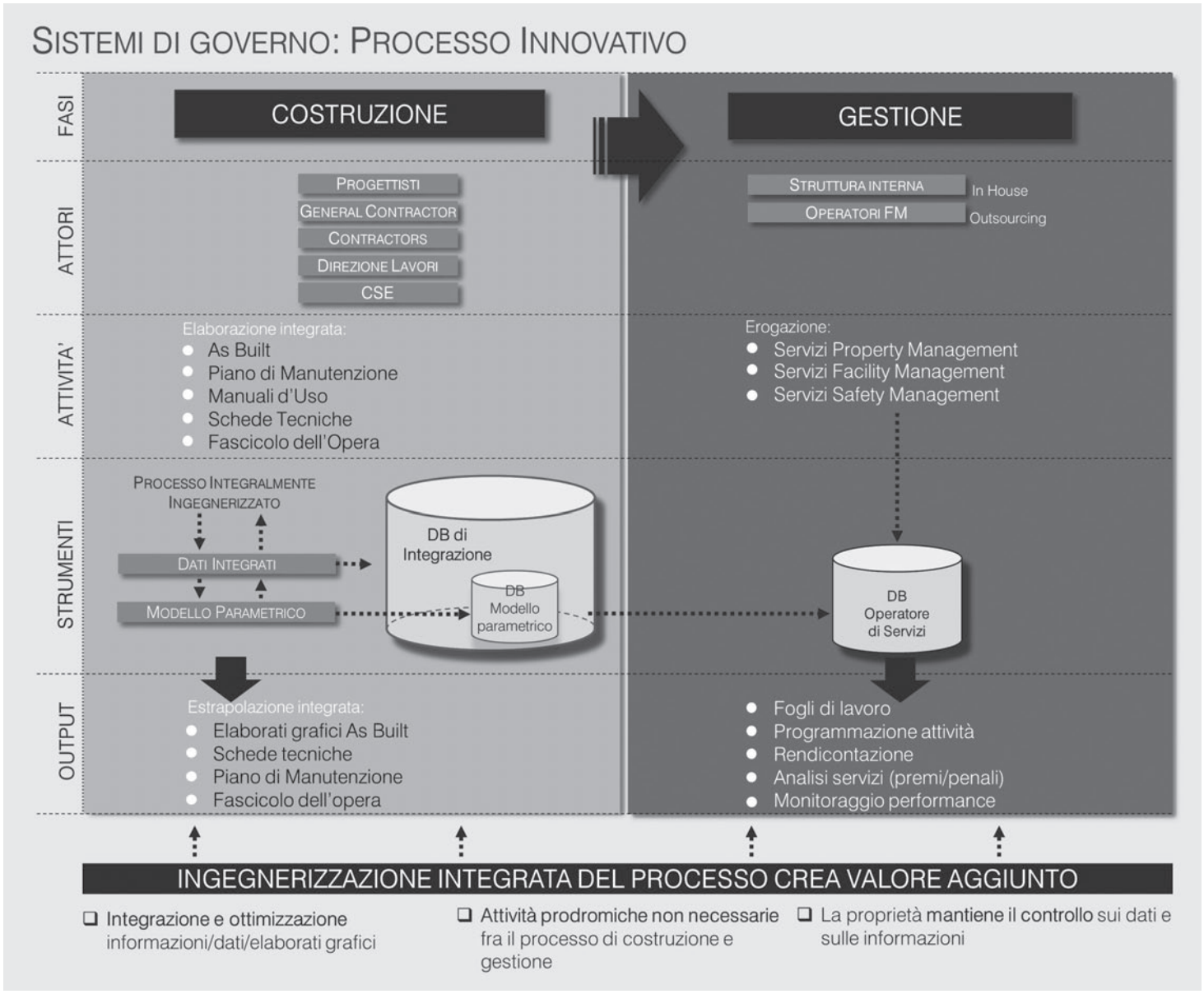
Si può dunque affermare che è **tutta una questione di dati**. Infatti, a fianco alle informazioni tipiche della logistica, come le planimetrie/volumetrie degli edifici e le informazioni quantita-

tive necessarie a descriverli compiutamente, sono necessarie le informazioni sugli impianti, sugli arredi, sui dipendenti, ma anche quelle più specifiche delle attività di manutenzione e del relativo costo, per citare solo quelle essenziali.
Purtroppo, quando si lavora sugli edifici esistenti (soprattutto quelli storici) come spesso accade per il patrimonio immobiliare italiano, la conoscenza è caratterizzata da una frammentazione dei dati dovuta a un radicato utilizzo di documenti cartacei o alla creazione di archivi digitali estremamente personalizzati o settoriali, normalmente gestiti con strumenti e criteri informatici non idonei (o male utilizzati), che non garantiscono mai l'unicità e l'aggiornamento dei dati.
Inserito in tale contesto, è chiaro che il ruolo del **facility manager** è estremamente importante e deve essere necessariamente multidisciplinare poiché non deve occuparsi solamente dei luoghi, ma anche delle persone che lavorano o che in vario modo possono usufruirne. Il facility manager infatti deve conoscere il patrimonio che è chiamato a gestire, individuare tutti i possibili miglioramenti e stilare un piano per raggiungere dei risultati ottimali. Egli però spesso deve fare i conti con: (I) delle informazioni da gestire la cui quantità e complessità è in costante aumento; (II) delle normative sempre più stringenti e degli adempimenti amministrativi normalmente molto pressanti; (III) una richiesta costante di raggiungimento di risultati per garantire una riduzione dei costi, pur continuando ovviamente ad assicurare un'ottima qualità; (IV) una richiesta di dati certi in tempo reale da parte degli utenti a fronte di una frequente mancanza o disomogeneità di informazioni; (V) la necessità di georeferenziazione delle informazioni relative agli immobili e ai luoghi in cui essi sono inseriti; (VI) degli strumenti informatici inadeguati rispetto agli importi gestiti; (VII) delle risorse umane dedicate non sempre adeguate in quantità e professionalità.
Inoltre occorre tenere presente che normalmente il complesso degli immobili che un facility manager è chiamato a gestire (I) è di grandi dimensioni; (II) ha tipologie estremamente diversificate (palazzi storici vincolati, edifici storici che nel tempo hanno subito diverse ristrutturazioni/trasformazioni anche per modificare la destinazione d'uso, edifici moderni o nuovi/in fase di realizzazione, ecc.); (III) è utilizzato per impieghi diversi (uffici di rappresentanza, uffici amministrativi, ecc., in relazione alla mission dell'azienda o dell'ente); (IV) è distribuito su un territorio che può essere anche molto vasto sia a livello nazionale che internazionale/mondiale.

Tutte queste caratteristiche implicano:

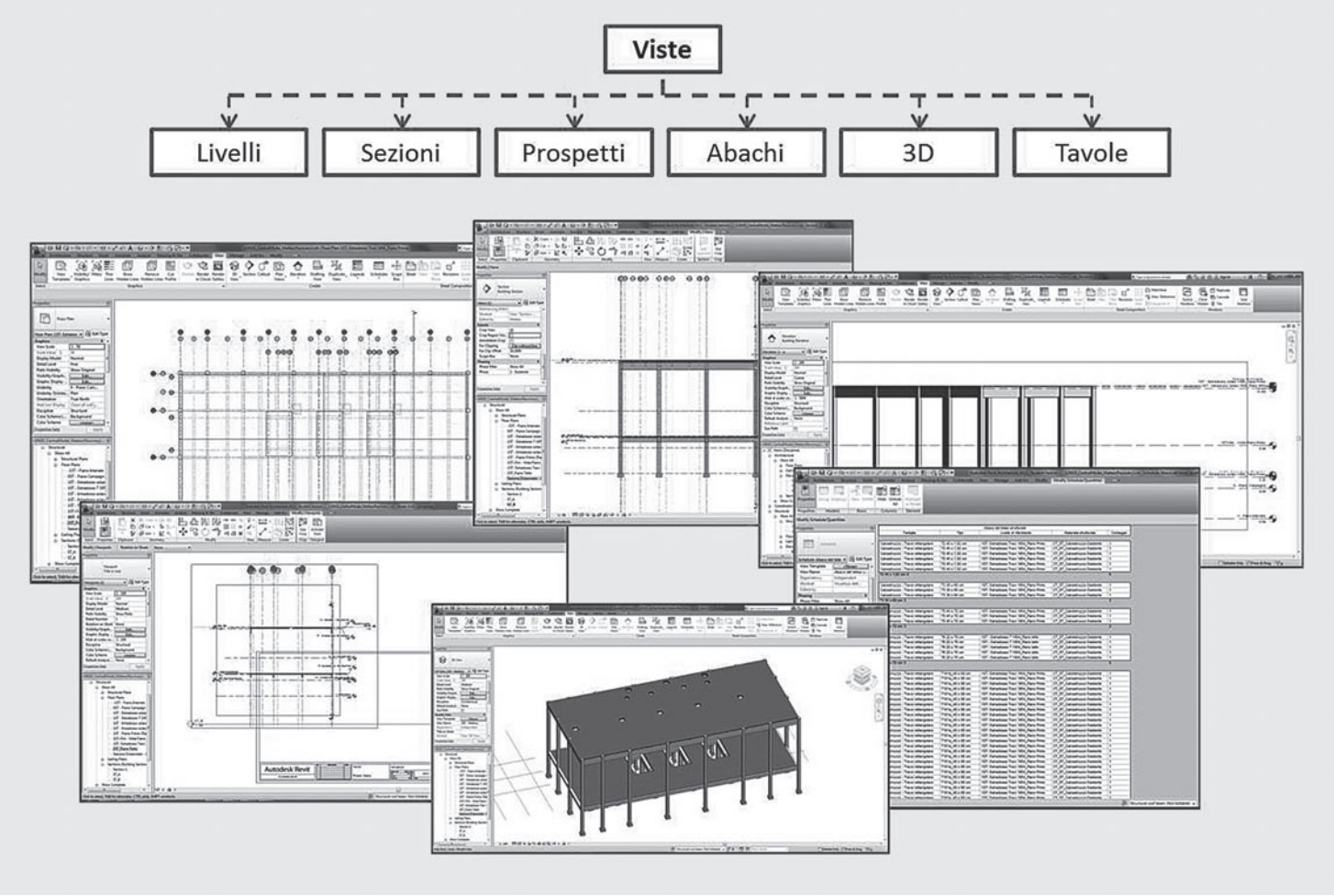
- Delle procedure di lavoro estremamente articolate e diversificate.
- Il trattamento di moli di dati di grandi dimensioni e tipologie.
- Funzionalità di analisi, di calcolo e di reporting spesso sofisticate.

Per riuscire a fare fronte a tutte queste esigenze al facility manager servirebbero degli strumenti intelligenti che gli consentano di: (I) censire la consistenza immobiliare e impiantistica; (II) analizzare gli spazi e l'utilizzo da parte delle diverse risorse dell'azienda o dell'ente pubblico; (III) creare degli scenari e delle simulazioni in grado di ottimizzare le risorse disponibili; (IV) conoscere e migliorare lo stato manutentivo, energetico e tecnico-legale del patrimonio; (V) definire le strategie manutentive, pianificare e gestire gli interventi di riqualificazione e normalizzazione per tutto ciò che è al di sotto degli standard aziendali e/o tecnico legali; (VI) gestire e monitorare costantemente il budget, i contratti, i fornitori, la documentazione tecnica (piano di manutenzione, fascicolo del fabbricato, certificazioni, ecc.), i servizi, ecc.; (VII) garantire la salubrità e la sicurezza di tutti gli ambienti. Ovviamente tutte queste cose devono essere possibili in tempo reale (o quasi), ogni qualvolta sono necessarie.



2. Processo innovativo di costituzione della base dati che si sviluppa in parallelo alla fase di costruzione integrando le logiche funzionali necessarie per la successiva gestione.

alla gestione dei servizi di FM sottende elaborazioni ingegneristiche complesse che richiedono adeguate e specifiche competenze. Partendo dall'analisi delle soluzioni tecnico–costruttive previste dal progetto e successivamente realizzate, dai relativi requisiti e dalle prestazioni, dalla documentazione inerente i singoli componenti o sistemi realizzati in campo, tali elaborazioni, individuano, classificano e codificano, ossia discretizzano, gli "oggetti" da manutenere e gestire sulla base delle strategie di gestione più opportune e, di conseguenza, definiscono gli elementi e i parametri necessari al fine di erogare servizi di governo e operativi con elevati livelli di efficacia



4. Schema relativo alle differenti modalità di visualizzazione delle informazioni in Revit.

programmi che sono in grado di restituire fedelmente i dati geometrici raccolti in sito. Per quanto detto finora, un dato importante risulta la snellezza del file di progetto: bisogna sempre evitare di rendere il file molto pesante in termini di byte mantenendo il modello/DB il più possibile leggero ed efficiente.

A quale dettaglio deve essere realizzato il modello?

Dopo aver stabilito l'obiettivo per cui realizzare il modello è necessario stabilire il Livello di sviluppo e di dettaglio del modello. Molte definizioni di **Level of Development** e **Level of Detail** (LOD) sono reperibili a oggi nella letteratura internazionale, ma provando a sintetizzare il loro significato il livello di sviluppo può essere considerato come la quantità di informazioni che si possono inserire in un oggetto in funzione della **vocazione del modello**. Ovviamente queste informazioni possono essere di tipo grafico ma anche di carattere alfanu-

merico. Una volta deciso il livello di sviluppo si può passare a definire il livello di dettaglio a cui arrivare, ossia fino a che punto spingersi per specificare l'informazione.

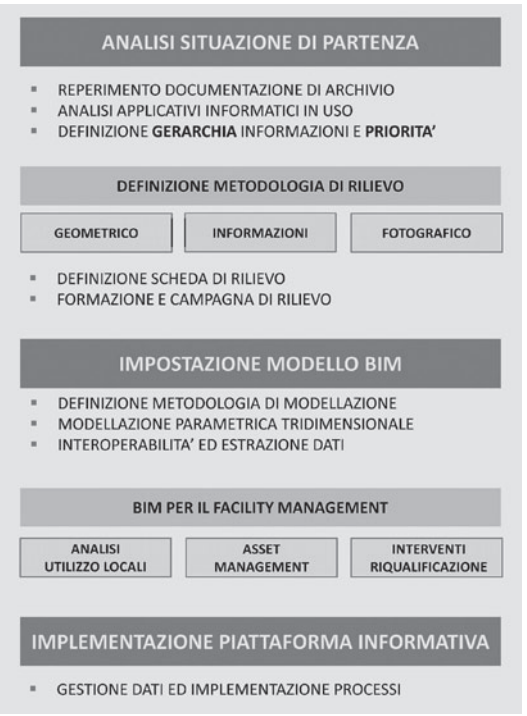
Quando deve essere noto il flusso delle informazioni dell'intero progetto e con quante persone devono essere condivise le informazioni?

Un ulteriore livello di conoscenza che il professionista deve avere ben chiaro prima di iniziare la fase relativa alla modellazione è quello relativo alla consapevolezza del flusso delle informazioni durante la fase di progettazione ma soprattutto quello di gestione per quanto riguarda gli edifici esistenti.
Da questo punto di vista la presenza di un **BIM manager** assume grande importanza all'interno di una squadra di lavoro in quanto in grado di dirigere più efficientemente le operazioni relative all'arricchimento e all'interrogazione del modello parametrico nei diversi applicativi. Appare evidente, quindi, che la potenzialità relativa all'utilizzo di un modello parametrico BIM per la gestione del patrimonio immobiliare sia in stretta relazione con la condivisione delle informazioni tra i diversi utenti e professionisti durante tutta la vita utile del patrimonio immobiliare quale ad esempio quello della Pubblica Amministrazione.
A questo proposito, uno dei fattori più importanti su cui si basa il BIM è la **condivisione delle informazioni** che devono essere **inserite una sola volta** all'interno della banca dati. Ciò dà la possibilità di rendere immediato il passaggio delle informazioni: esso non prevede l'inserimento iterativo degli stessi dati già immessi, ma la loro implementazione attraverso l'aggiunta di altre informazioni. Ovviamente ciò è tanto più efficiente quanto più è valido il processo interoperabile tra i vari software di calcolo specifico. A questo proposito la realizzazione di un modello organizzato e realizzato in modo logico e funzionale alla propria attività può valere la differenza in termini di gestione dei dati tra i vari professionisti. A oggi, la condivisione delle informazioni attraverso il BIM, in un software come Revit ad esempio, può avvenire grazie alla presenza di un modello parametrico centrale a cui tutti possono sincronizzare i loro modelli locali attraverso i **worksets**, rendendo lo scambio e la visualizzazione dell'avanzamento del lavoro immediato attraverso una rapida verifica delle possibili interferenze tra le parti.

Come si deve iniziare un modello BIM?

La creazione del modello parametrico tridimensionale è quindi considerata uno dei punti fondamentali all'interno del processo BIM. Per iniziare il modello è possibile partire seguendo due vie: la prima è quella di utilizzare i file modello di default che un programma come Revit fornisce automaticamente; la seconda consiste nella creazione di un proprio file modello chiamato template in cui è possibile personalizzare la struttura della banca dati per orientarla verso le proprie finalità.
Ovviamente per prendere confidenza con lo strumento, inizialmente è preferibile utilizzare i file di default, ma nel caso in cui si debbano eseguire le stesse operazioni su larga scala per patrimoni immobiliari significativi è preferibile **personalizzare il modello** per velocizzare la fase di gestione dei dati: partire ogni volta dal file di default può risultare controproducente in termini di tempi e costi.

9. Analisi SWOT del modello di gestione integrata.



10. Schema della metodologia di lavoro per l'analisi e la gestione egli edifici.

- **Monitoraggio delle manutenzioni e reportistica**. Per garantire una gestione ottimale della manutenzione programmata (es. igiene ambientale, verifiche semestrali, ecc.) e su richiesta e per migliorare le performance.
- **Indagini sull'efficienza energetica dei fabbricati**. Questa parte è dedicata alla raccolta e alla gestione delle informazioni sull'involucro e alla documentazione impiantistica necessaria per gli audit energetici. La possibilità deriva dalla lettura e visualizzazione dei dati provenienti dalla sensoristica dei sistemi di BMS e sensibilizzazione dell'utente.

L'analisi SWOT rappresenta uno strumento utile per individuare chiaramente i punti di forza e le opportunità, ma anche le possibili minacce di questo tipo di progetto, decisamente ambizioso, riferito in particolare a una PA **[FIG. 9]**.
La fruibilità e l'univocità dei dati perseguita attraverso una piattaforma informativa rappresenta il vero punto di forza del progetto. La digitalizzazione del patrimonio edilizio attraverso modelli dinamici intelligenti facilita l'accesso e la **condivisione delle informazioni** tra i diversi soggetti coinvolti nel processo grazie all'interoperabilità dei software BIM che consentono l'interscambio dei dati inerenti all'edificio con software specifici (strutturali, energetici, gestionali). L'integrazione e la sinergia tra l'esperienza accademica scientifica e operativa promuove un sistema di gestione delle facilities agevole, innovativo, che deve diventare operativo per la PA, al fine di avviare processi di rigenerazione degli edifici, soprattutto in un periodo di crisi come quello che si sta vivendo, in cui si ha poca disponibilità economica.
L'introduzione di un sistema informativo permette il **process reengineering** delle attività legate alla gestione, conseguendo uno strumento di controllo di processo utile per revisionare i bandi di gara e i contratti di facilities rendendoli più aderenti alle reali esigenze riscontrate in campo.

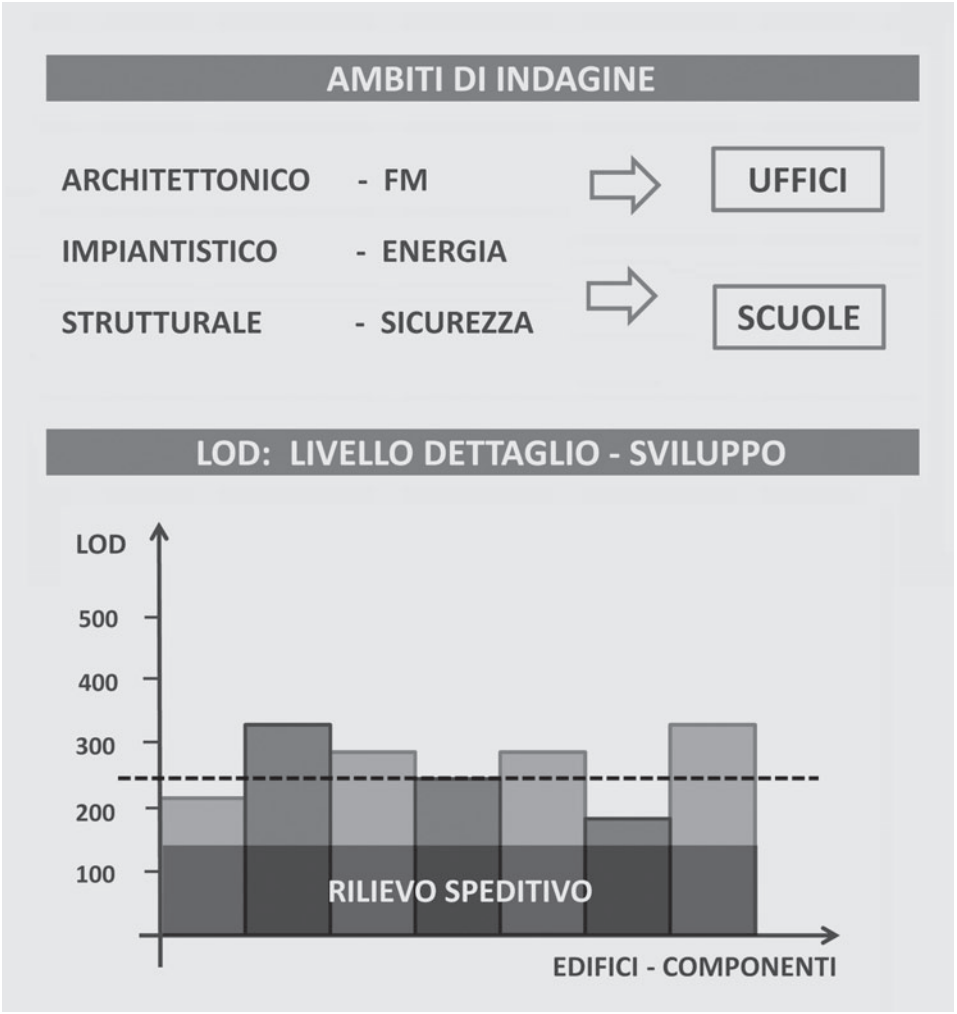
Gli strumenti BIM rispetto ai tradizionali CAD si caratterizzano inoltre per una forte **capacità di comunicazione** a tutti i livelli, appoggiandosi anche a tecnologie come la realtà aumentata per la comunicazione dei dati a diverse tipologie di utenti finali, come ad esempio i cittadini, per la sensibilizzazione legata alle tematiche del risparmio energetico. L'avvio di un progetto di questo tipo, secondo modalità innovative e tecnologie intelligenti rappresenta, inoltre, una valida opportunità di reperimento di finanziamenti europei a supporto degli interventi di digitalizzazione e dematerializzazione delle PA.
Gli elementi più sensibili legati a questa attività sono sicuramente rappresentati dal tempo e dai costi. La **durata del progetto**, in funzione del numero di edifici da catalogare, è strettamente correlata al numero di risorse coinvolte. La collaborazione di un elevato numero di persone facilita l'acquisizione di informazioni e lo sviluppo del lavoro, purché strutturato in maniera organizzata e coerente. I **costi** a loro volta sono legati al tempo necessario per completare le operazioni di censimento degli edifici, ma sono rappresentati soprattutto dall'infrastruttura tecnologica necessaria. Le licenze software e le attività di customizzazioni per le integrazioni dei diversi sistemi rappresentano l'investimento più significativo da affrontare, ma consentono di agevolare notevolmente le attività ordinarie di gestione su aspetti trasversali legati all'edificio.
Il deficit culturale e la resistenza al cambiamento rappresentano gli ostacoli maggiori per la buona riuscita di un progetto di questo tipo. È necessario il coinvolgimento proattivo di tutti i soggetti interessati sin dalle prime fasi, evidenziando le ricadute positive e gli impatti a lungo termine. Mano a mano che il progetto cresce e si sviluppa, deve costituirsi parallelamente una struttura gestionale, in grado di seguire le attività di project management e coordinamento capace di mantenere aggiornato il sistema informativo. Per garantire l'affidabilità del dato, l'aggiornamento deve essere continuo e periferico, affidato a referenti degli edifici che hanno una visione locale sulle possibili variazioni e modifiche che intervengono a livello di spazi e personale. Infatti è fondamentale **evitare** la **mancanza di follow up** a conclusione del progetto, ma predisporre le basi per il proseguimento delle attività in modo strutturato e consolidato.

Come definire una valida metodologia di lavoro per l'analisi e la gestione degli edifici?

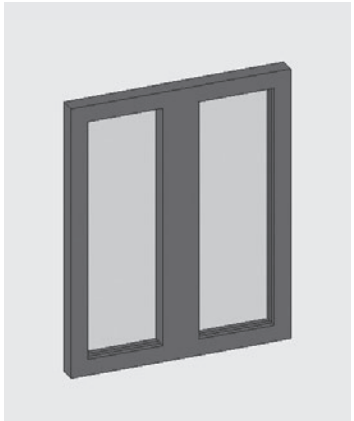
Nell'ambito di un processo complesso di analisi degli edifici è fondamentale definire una metodologia di lavoro che si sviluppi secondo step successivi, così schematizzabili:
1. analisi della situazione di partenza, rilievo e acquisizione delle informazioni utili alla gestione degli edifici; 2. modellazione parametrica degli edifici e del loro contesto urbano; 3. impostazione e implementazione di una piattaforma informativa gestionale **[FIG. 10]**.

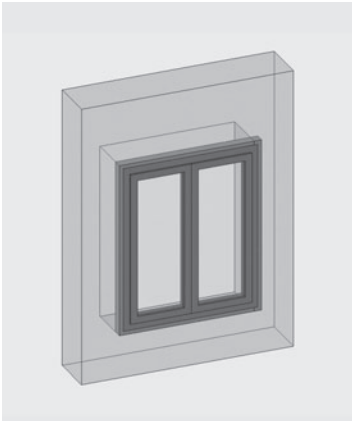
1. Analisi della situazione di partenza.
L'analisi della situazione di partenza rappresenta un momento fondamentale per lo sviluppo del progetto di digitalizzazione, intesa sia come reperimento della documentazione di archivio degli edifici, che come analisi degli applicativi informatici che l'ente utilizza per l'espletamento delle proprie attività. Tutte le basi dati devono essere individuate (es. inventario, catasto, struttura organizzativa, risorse umane, apparecchiature, SAP, ecc.), tracciando le diverse relazioni e sovrapposizioni tra le stesse, valutando la loro affidabilità e aggiornamento in relazione alla possibilità di essere meglio strutturate e fornire informazioni specifiche non ridondanti. Per

11. Individuazione del livello di approfondimento di analisi e modellazione degli edifici del progetto di Digitalizzazione della Città di Torino.



12-15. Rappresentazione di una finestra ai diversi LOD con aumento crescente di informazioni.





impostare una piattaforma gestionale efficace, infatti, non è necessario riversare nella stessa tutti i dati provenienti dagli altri database, bensì è indispensabile creare delle integrazioni in modo da ricavare i dati direttamente dagli strumenti attraverso i quali vengono aggiornati in modo consolidato. La rete delle informazioni che si genera consente una visione a tutto campo sull'immobile, mentre la commistione di indagini di tipo economico, ingegneristico e architettonico fornisce molteplici possibili letture di uno stesso manufatto.
Parallelamente si deve ricercare e analizzare la documentazione tecnica planimetrica, impiantistica e gestionale riferita agli edifici. Operativamente questo rappresenta un passaggio che si può rivelare molto critico e complesso, in quanto le informazioni di uno specifico edificio possono non essere conservate nel medesimo archivio e gestite dalle medesime persone o strutture.
Poiché la documentazione di archivio può essere incompleta o non aggiornata, si valuta **sempre necessario** effettuare un sopralluogo e un **censimento degli spazi** e delle apparecchiature, in modo da uniformare la tipologia di informazioni per tutti gli edifici che saranno presenti nel sistema.
Quando si avviano delle operazioni di rilievo ci si può imbattere nel rischio di voler acquisire un numero molto elevato di informazioni, richiedendo così un investimento consistente in termini di tempo e risorse. Ogni **elemento rilevato** e inserito nel modello parametrico o direttamente nel sistema informativo **deve essere** poi **gestito** e aggiornato per mantenere il sistema proposto efficace.
In questo senso risulta fondamentale definire una **gerarchia di informazioni** e **priorità**, sulla base dei quali si deve innescare un processo di aggiornamento costante del dato (come ad esempio la variazione degli spazi e quindi del modello, gli occupanti, le attrezzature e i piani di sicurezza). Inoltre, è indispensabile definire una scheda di rilievo dell'edificio che tenga in considerazione tutti gli elementi essenziali per perseguire gli obiettivi prefissati (gestione spazi, aspetti energetici, manutenzioni, ecc.).
Nell'effettuare queste analisi è importante considerare le diverse tipologie edilizie riferite al proprio patrimonio (scuole, uffici, biblioteche, impianti sportivi, unità immobiliari, magazzini, ecc.), in modo da individuare le informazioni che si vogliono raccogliere a seconda delle diverse finalità. Per il Comune di Torino i casi studio selezionati per l'avvio del progetto coprono prevalentemente gli edifici a uso ufficio e scolastici, considerati prioritari per maggiore interesse ed estensione, ma anche biblioteche e centri sportivi per impostare correttamente il sistema.

2. **Impostazione del modello BIM**.

Le finalità e gli obiettivi alla base del progetto influenzano in modo determinante l'impostazione dei modelli parametrici degli edifici. Individuare le esigenze di partenza, i soggetti coinvolti e gli output da conseguire consente di impostare una metodologia di modellazione definita attraverso standard unificati per tutti gli edifici. A livello edilizio e architettonico i componenti necessari per la costruzione del modello sono sempre gli stessi, ma devono essere calibrati secondo un **LOD** (livello di dettaglio e di sviluppo) che consenta di misurare il grado di certezza o di confidenza delle informazioni contenute. I filoni di indagine più comuni sono quello architettonico, impiantistico e strutturale che sono cardine per le attività di FM, efficientamento energetico e sicurezza sismica e strutturale. Prendendo in considerazione, ad esempio, edifici a uso ufficio e scolastici si può affermare che sui primi risulta più interessante la possibilità di effettuare ottimizzazioni sugli spazi, ribaltamento costi e valutazioni sul risparmio energetico in ambito di razionalizzazione delle risorse, mentre sui secondi prevalgono gli aspetti di sicurezza ed efficientamento energetico. Risulta quindi necessario effettuare un rilievo degli edifici che

La modellazione degli elementi complessi

PABLO ANGEL RUFFINO

Il presente contributo si propone come supporto metodologico/pratico rivolto agli utenti di software parametrici che si cimentano nella modellazione di elementi tipici degli edifici storici. Infatti, spesso i comuni software parametrici rispondono perfettamente alle esigenze di chi deve modellare edifici di nuova costruzione ma, per molteplici motivi, risultano essere poco immediati nel caso di restituzioni di elementi non "standardizzati".

Il software di modellazione parametrica utilizzato per trattare tali problematiche è Autodesk Revit.

Che cosa si intende per elementi complessi di un edificio?

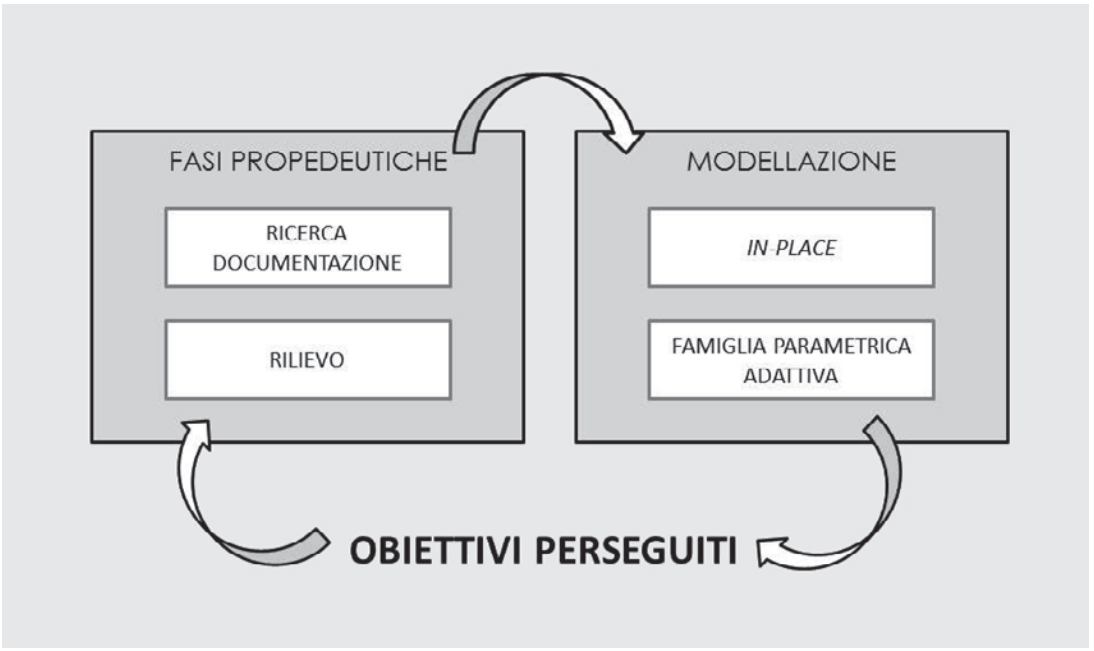
In questo lavoro, per **elementi complessi** si intendono quegli elementi che caratterizzano gli edifici storici per i quali la restituzione tridimensionale o parametrica può risultare difficoltosa. Come comportarsi in questi casi? Fortunatamente esistono delle astuzie che consentono di ovviare alla maggior parte delle criticità riscontrate nella modellazione di tali elementi.
Volendo confrontarsi con un caso reale, il presente contributo è stato predisposto immaginando di dover modellare un edificio seicentesco di Torino: il Castello del Valentino.
Il contributo suggerisce alcune possibili soluzioni nella restituzione di quegli elementi individuati come peculiari e non "standardizzati" dai software. Fra questi sono stati scelti sia degli elementi strutturali come ad esempio archi, arcate, volte ecc. sia quelli prettamente decorativi come frontoni, stipiti con decorazioni, capitelli, ecc.

Storica residenza Sabauda, oggi sede delle Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino.

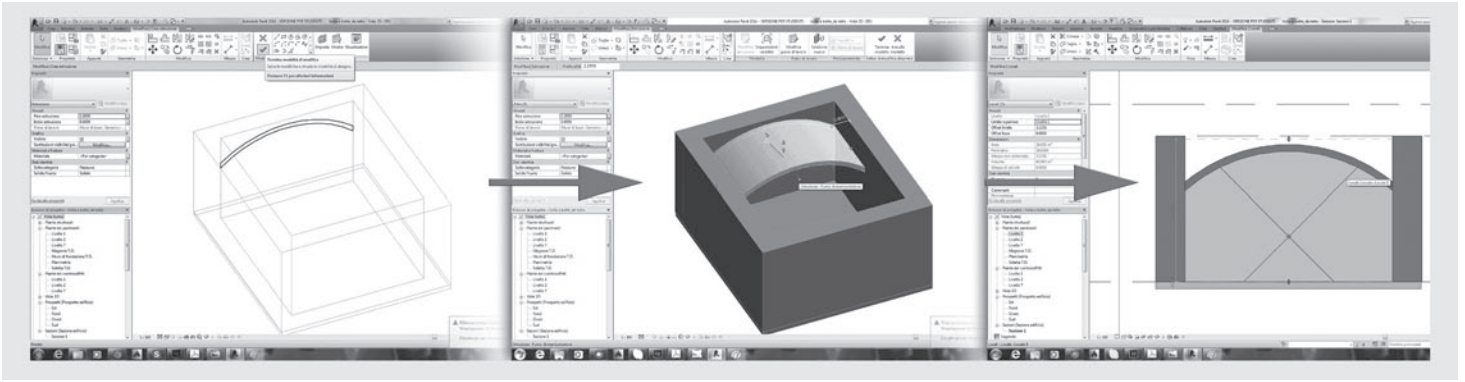
Quali sono le procedure necessarie per la costruzione parametrica delle volte (a botte, a padiglione, a crociera e a vela)? Quali accorgimenti adottare per un giusto rapporto fra dati di rilievo, praticità di modellazione e correttezza geometrica?

Le informazioni di seguito presentate, sono integrate da video *tutorial* di ausilio per l'utente nei diversi passaggi di modellazione.

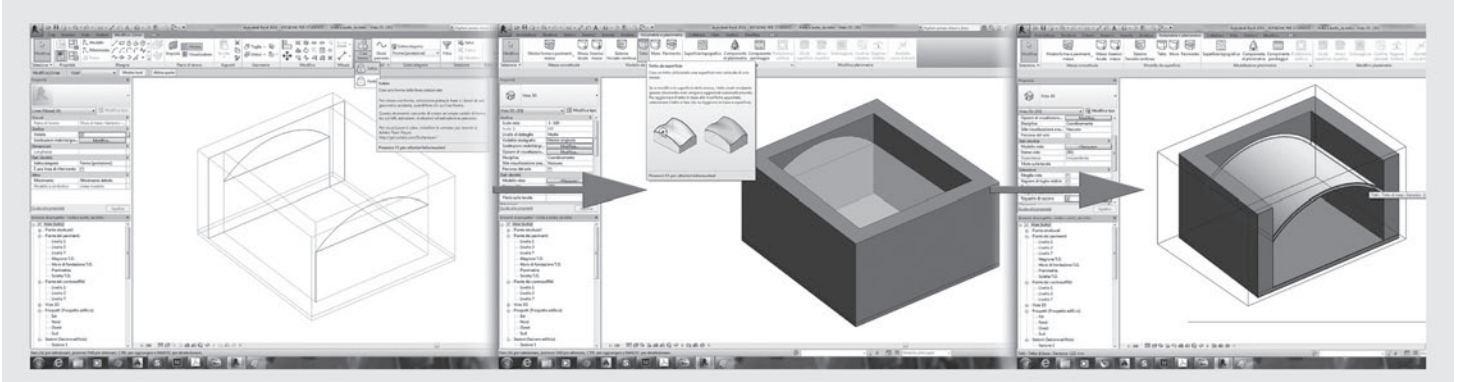
Propedeutico alla modellazione e comune a tutte le tipologie di volta, è la fase di rilievo. Naturalmente, in linea generale maggiori sono i dati di partenza, potenzialmente più fedele può essere il modello. Le misure minime da rilevare sono certamente le altezze riferite all'imposta e alla chiave di volta.
Con solo tali misure la volta è modellabile, ma per avere una approssimazione migliore, è necessario effettuare misurazioni intermedie e determinare l'andamento di curvatura più reale della volta.



2. Schema metodologico.



3. Costruzione in-place di una volta a botte mediante il comando *Estrusione di solido*.

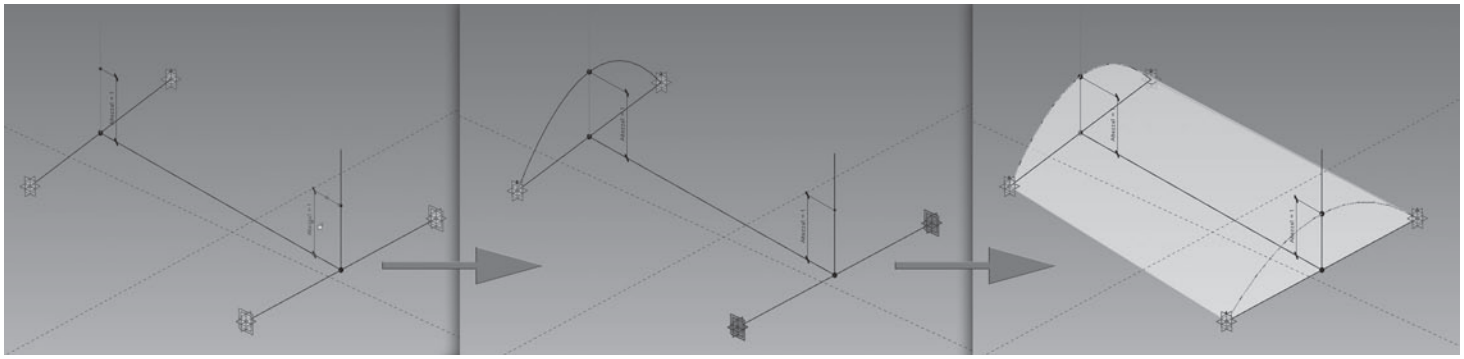


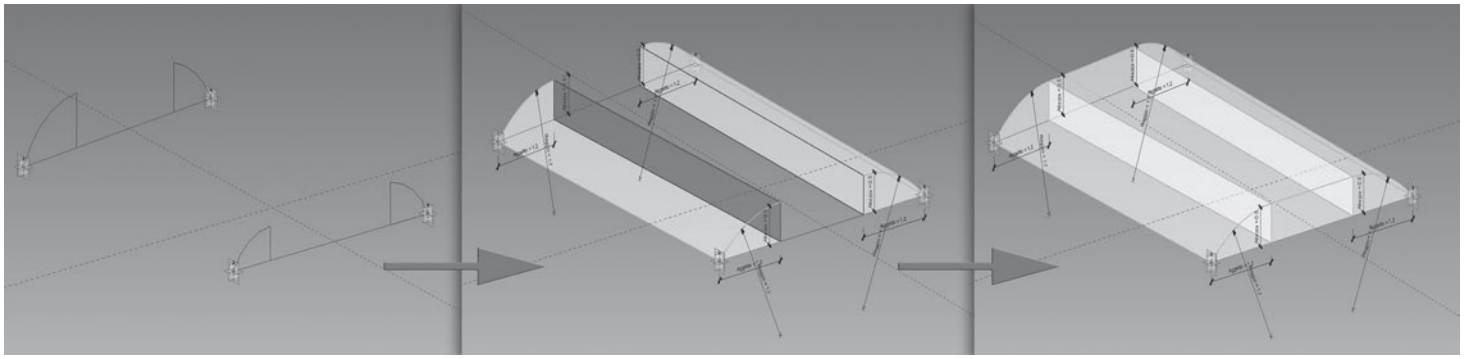
4 Costruzione in-place di una volta a botte mediante l'uso di una *Massa di ausilio*.

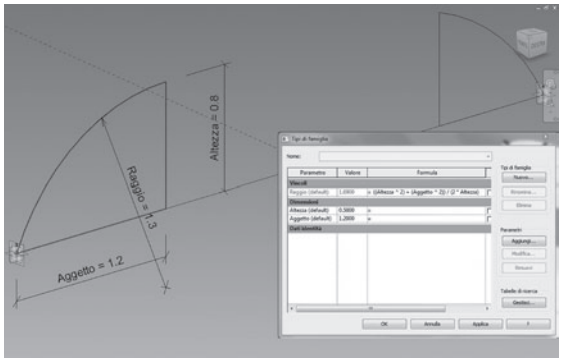
In qualunque caso, criterio fondamentale nella modellazione è avere chiaro l'obiettivo finale: rispecchiare perfettamente la realtà, infatti, potrebbe comportare un dispendio di tempo ed energie non congruo con la precisione attesa. Fra gli obiettivi più plausibili, oltre alla restituzione tridimensionale c'è la modellazione funzionale alla gestione dell'edificio attraverso sistemi di Facility Management. In tali casi uno dei requisiti che il modello deve consentire di ottenere è la creazione dei *Locali* per essere in grado di conoscere in modo immediato innumerevoli informazioni associate ai diversi ambienti. Fra questi, oltre alla superficie, potrebbe risultare necessario il calcolo del volume. Come già detto, per poter ottenere un dato verosimile di quest'ultimo è indispensabile la modellazione tridimensionale della volta con una accuratezza in funzione della precisione che si intende ottenere. Di seguito vengono suggerite le modalità di modellazione per le principali tipologie di volte: a botte, a crociera, a padiglione e a vela. Per ognuna di queste viene analizzata sia la modellazione *in-place* (creazione di modelli locali direttamente all'interno del progetto e, quindi, senza il passaggio dalle famiglie), sia la creazione di una famiglia adattiva parametrizzata. Nella modellazione *in-place*, a seconda del metodo ritenuto più efficace, viene proposta una modellazione ottenuta mediante l'utilizzo di comandi tradizionali quali *estrusione*, *estrusione su percorso*, *unione*, ecc. oppure l'uso di una massa che è possibile chiamare *di ausilio*. In quest'ultimo caso viene sfruttato il sistema di modellazione delle masse, il quale permette di creare forme semplicemente selezionando dei profili precedentemente creati. La modellazione della famiglia, invece, avviene sfruttando il *Modello generico metrico adattivo*, presente fra le famiglie del software Revit.

La **volta a botte** è certamente la tipologia più semplice e antica, e dalla quale deriva la costruzione delle volte a crociera e a padiglione. Essa è un elemento tridimensionale risultato dello sviluppo di una *curva direttrice* lungo una *retta generatrice*. Tale definizione consente di individuare immediatamente quali siano i comandi di modellazione più adatti: *Estrusione su percorso* – per volte aventi curva direttrice costante – o *Unione su percorso* – negli altri casi **[FIG. 3]**. Tali sistemi di modellazione risultano validi per volte a botte a tutto sesto, sesto ribassato e acuto, policentriche e volte rampanti o zoppe (aventi imposte a quote diverse). Per volte a botte inclinate, su pianta trapezoidale e conoidica (aventi imposte orizzontali o oblique), i sistemi di cui sopra possono non essere adatti e risulta conveniente, e a volte necessario, sfruttare il sistema di modellazione adottato dalle masse. In questo modo è possibile creare una massa avente come superficie superiore l'intradosso della volta **[FIG. 4]**.
Tale massa di ausilio è il risultato del comando *crea forma* attivato successivamente alla selezione di due profili rappresentanti le due curve direttrici appartenenti alle superfici dei muri opposti. Per creare la volta è sufficiente, quindi, usare il comando *Tetto da superficie* o *Muro da superficie*. Il comando *Pavimento da superficie*, invece, non può essere utilizzato in quanto prevede l'individuazione di un determinato livello orizzontale. La volta a botte costruita appartiene, dunque, alla famiglia di sistema dei muri o dei tetti. Inoltre, siccome i *Locali* possono essere delimitati in altezza da pavimenti o tetti, nel caso in cui fosse necessaria l'informazione volumetrica, è conveniente creare una volta appartenente alla famiglia dei tetti.

Nel caso si volesse creare una volta a botte parametrica adattiva, le operazioni divengono sensibilmente più complesse. Il criterio alla base della sua costruzione è il seguente: ottenere la volta a botte "tagliando" il pavimento rispetto a un vuoto adattivo formato da una volta a botte parametrica. Aperta la famiglia *Modello generico metrico adattivo*, posizionare quattro *Elementi di punto* e renderli adattivi; successivamente creare due linee di riferimento opposte fra loro e congiungenti rispettivamente i due punti mediante il comando *Spline passante per più punti*.



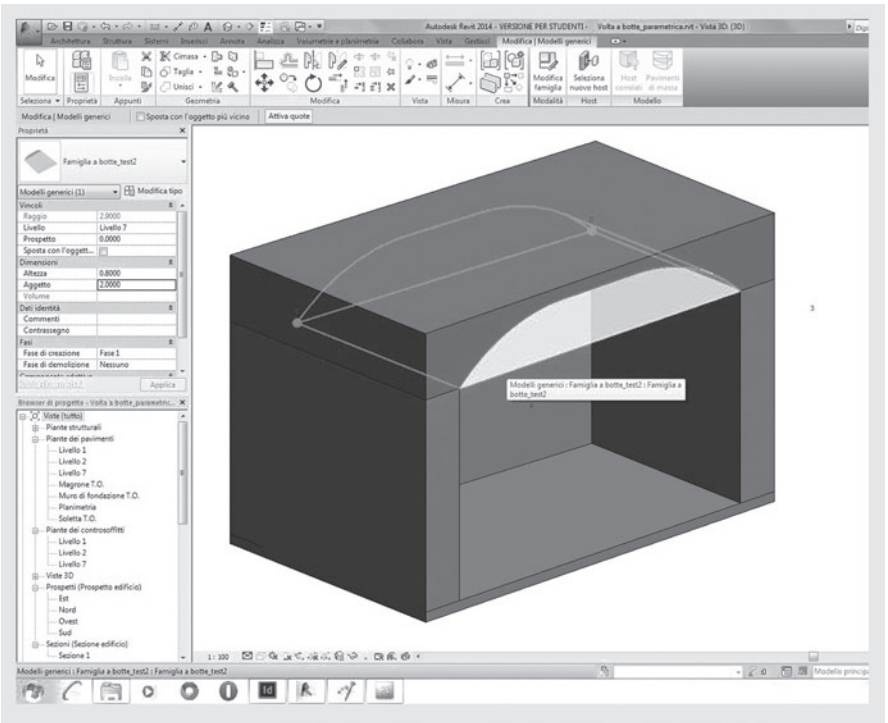




5. Costruzione di una famiglia parametrica adattiva di una volta a botte – Metodologia 1.

6. Costruzione di una famiglia parametrica adattiva di una volta a botte – Metodologia 2.

7. Particolare delle linee di riferimento e dei parametri associati.



8. Inserimento della famiglia nel progetto e applicazione del comando *Taglia*.

Successivamente, nel caso di volte a sesto acuto o ribassato, è necessario eseguire una serie di passaggi fondamentali **[FIG. 5]**: (I) inserire nel punto intermedio delle singole linee di riferimento create un *Elemento di punto*; (II) creare una *Spline* passante per i punti di cui sopra; (III) tracciare una linea di modello passante nei singoli punti lungo un loro piano verticale; (IV) inserire un *Elemento di punto* lungo la linea di modello; (V) attribuire alla quota allineata di distanza dei due punti di riferimento un parametro di istanza; (VI) generare l'arco mediante una *Spline passante per tre punti* e spuntare la proprietà "*è una linea di riferimento*"; (VII) selezionare le linee di riferimento che definiscono le curve generatrici e usare il comando *Crea vuoto*.

A questo punto la famiglia è completa e, prima di inserirla come *Componente* all'interno del progetto, è importante ricordare di spuntare il parametro *Taglio con vuoti quando caricato* presente nei *Parametri di famiglia*; in caso contrario non sarà possibile tagliare la famiglia pavimento/tetto rispetto al vuoto creato.

Il risultato ottenuto, dunque, è una volta a botte adattabile alla geometria dell'ambiente e parametrica unicamente rispetto alla differenza fra l'altezza d'imposta e la chiave di volta. Tale parametro consente di modellare volte a tutto sesto o a sesto ribassato.

Per quanto riguarda le volte ellittiche e policentriche, la metodologia di cui sopra – che permette di ottenere una curva generatrice esatta – risulta decisamente complessa. In questi casi, quindi, può risultare utile semplificare la modellazione di tali volte considerando curve generatrici "a schifo"(aventi un piano orizzontale in chiave di volta). Naturalmente l'approssimazione deve essere coerente con il livello di dettaglio deciso per la modellazione.

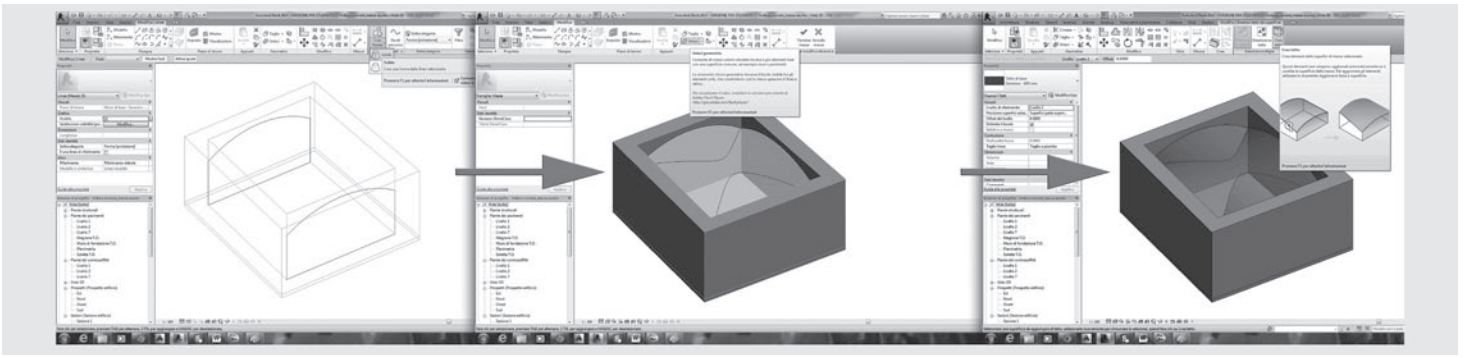
In questo secondo caso **[FIG. 6]**, create le due *Spline* di riferimento opposte fra loro, le fasi necessarie all'ottenimento di questo tipo di volte a botte risultano essere le seguenti: (I) lungo il piano verticale di ognuna delle due linee di riferimento, in corrispondenza del punto adattivo, disegnare un quarto di ellissoide; (II) associare alle dimensioni principali degli ellissoidi (base, altezza e raggio di curvatura) un parametro di istanza; (III) trasformare le linee di modello in linee di riferimento; (IV) creare due solidi di sottrazione selezionando due a due le porzioni di ellissoide giacenti lungo i piani verticali delle due *Spline* di riferimento iniziali; (V) dei solidi ottenuti, selezionare i due piani verticali e creare il solido di sottrazione di completamento.

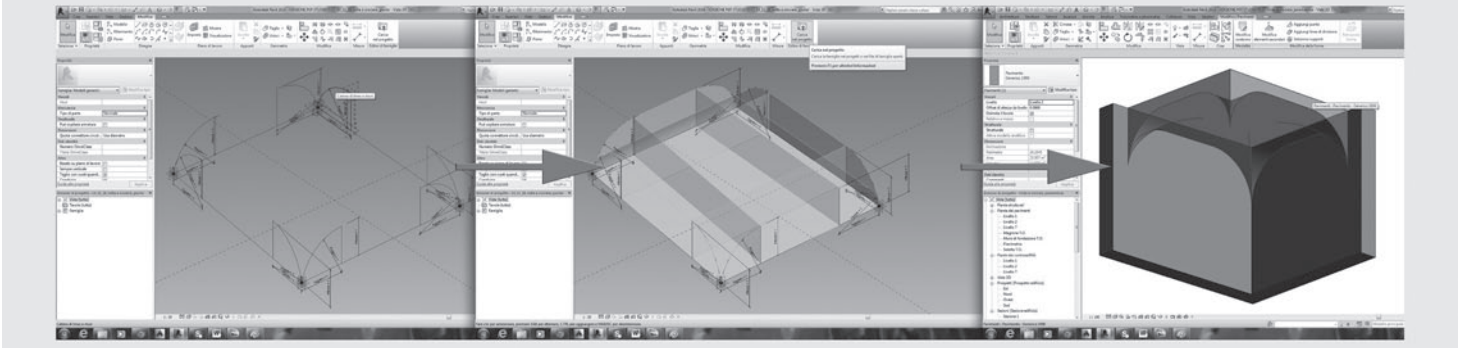
Fra i parametri inseriti, è conveniente impostare il raggio di curvatura come vincolo usando la formula in modo da rendere tangente la curva con la chiave orizzontale.

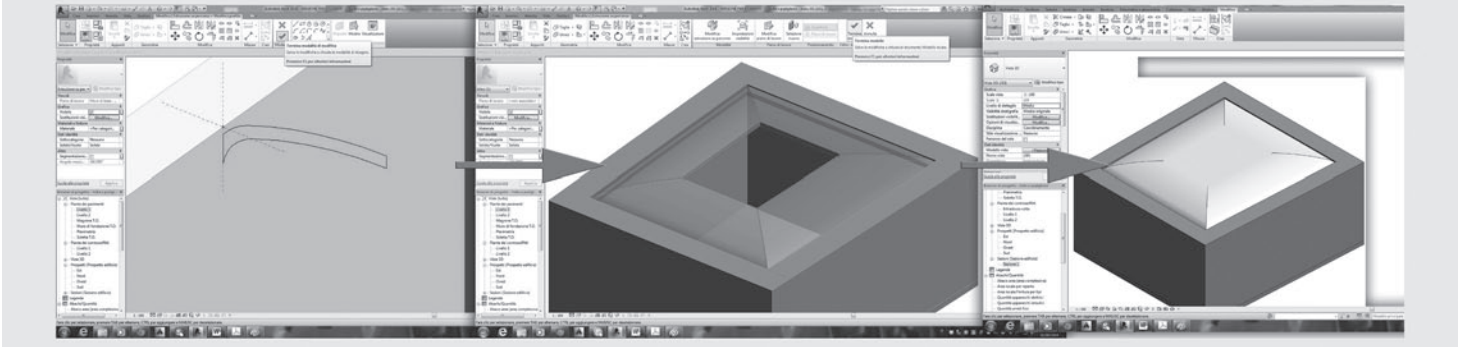
Per la costruzione delle **volte a crociera** è indispensabile ricordare che si ottengono dall'intersezione di due volte a botte di cui si conservano le *unghie*.

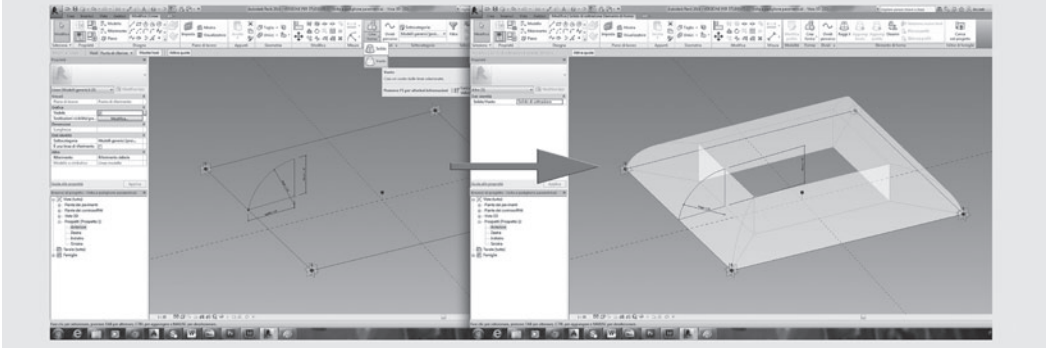
Nel caso di pianta regolare (delimitata da muri aventi, fra loro, angoli retti), è possibile procedere mediante i sistemi di modellazione tipo *Estrusione*, *Unione*, ecc. Siccome per definizione di volta a crociera, devono essere omesse le parti in comune (dette *fusi*), una volta incrociate le due volte a botte, è necessario creare due solidi di sottrazione tali da conservare esclusivamente le unghie formate dall'intersezione. Poiché tale sistema, oltre a essere piuttosto "macchinoso" e poter essere usato esclusivamente nel caso semplificato di pianta regolare, non permette di delimitare il locale in altezza, risulta vantaggioso avvalersi della *massa di ausilio* **[FIG. 9]**. In questo secondo caso, naturalmente, la massa di supporto sarà il risultato dell'unione (mediante il comando *Unisci geometria*) di due singole forme rappresentanti l'intradosso delle volte da incrociare. Terminata la massa, come per la volta a botte, è sufficiente creare il muro o, meglio, il tetto semplicemente selezionando la parte superiore della massa.

Per quanto riguarda la realizzazione di una volta a crociera parametrica adattiva, il procedimento è analogo alla costruzione vista precedentemente, salvo qualche particolare fondamentale. Purtroppo, non è possibile ottenere la volta a crociera semplicemente applicando la









9. Costruzione in-place di una volta a crociera mediante l'uso di una *Massa di ausilio*.

10. Costruzione di una famiglia parametrica adattiva di una volta a crociera.

11. Costruzione in-place di una volta a padiglione mediante i comandi *Estrusione su percorso* e *Estrusione di solido*.

12. Costruzione di una famiglia parametrica adattiva di una volta a padiglione.

L'interoperabilità per il calcolo strutturale

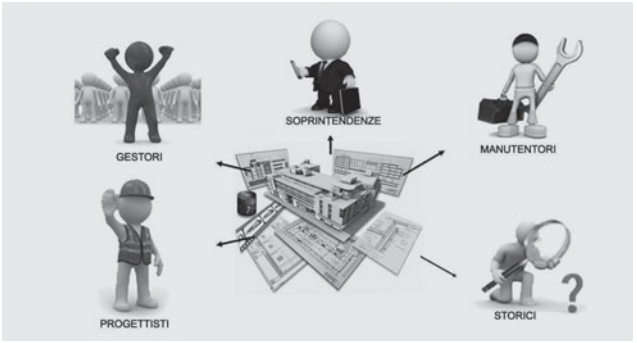
SANAZ DAVARDOUST, BERNARDINO CHIAIA

Nel travagliato panorama nazionale del patrimonio edilizio esistente, vessato da anni di scarsa manutenzione e in alcuni casi anche da calamità naturali tristemente note, il settore edilizio scolastico risulta sicuramente uno di quelli che più di altri ha necessità di interventi; anche per questa ragione, la prima fase del Piano di edilizia scolastica del governo è stata recentemente avviata. Tre i filoni che compongono il Piano: #scuolebelle, #scuolesicure, #scuolenuove. Il capitolo #scuolebelle comprende tutti gli interventi di piccola manutenzione; nelle #scuolesicure sono in programma opere di messa a norma e messa in sicurezza; mentre il rifacimento o la costruzione di nuovi plessi, riguarda il filone #scuolenuove.
Il lavoro in oggetto ha assunto come caso studio il Primo Liceo Artistico Statale di Torino. Un edificio scolastico costituito da una struttura in calcestruzzo prefabbricato che risale agli anni '80 del Novecento, realizzata dunque prima dell'entrata in vigore delle normative in ambito sismico del 2008. La sua tipologia edilizia è ricorrente in Italia, rendendo metodologicamente ripetibili gli studi eseguiti su questo modello sia nell'area sismica di origine (Torino) sia in altre appartenenti al territorio nazionale **[FIG. 1]**.
L'edificio preso in esame, così come gran parte del tessuto edilizio pubblico esistente, necessita di uno studio multidisciplinare in grado di realizzare un progetto di riqualificazione che tenga conto di tutti gli aspetti normativi attualmente in vigore. Pertanto, la collaborazione di figure molto diverse tra loro necessita una metodologia che possa semplificare la comunicazione e facilitare la trasmissione dei dati di progetto, ottimizzando il consumo di risorse economiche e di tempo. Questo studio si è concentrato sull'impiego di software BIM-oriented applicati al patrimonio esistente con un approfondimento dell'interoperabilità orizzontale tra Revit e Archicad (software parametrici di modellazione architettonica) e verticale con Axis VM (software di calcolo strutturale) utilizzando il formato IFC.

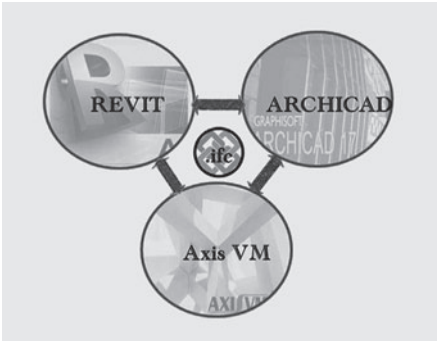
Quali sono le problematiche relative all'edilizia esistente?

Gli interventi sull'edilizia esistente comportano un grado di complessità di analisi elevato (normalmente superiore agli edifici di nuova costruzione), poiché gli elementi su cui viene eseguito il progetto hanno una storia pregressa solitamente ricca di dati tra loro eterogenei non sempre facili da reperire e da definire in maniera certa. Per tale motivo in fase di progettazione occorre avvalersi delle competenze di esperti storici, strutturisti, energetici e impiantisti, per citare quelli essenziali. Purtroppo abitualmente gli elaborati prodotti da queste diverse figure professionali presentano **incongruenze** dovute sia alla comunicazione dei dati in "tempo reale" che alla difficoltà di conciliare le scelte progettuali derivanti da esigenze compositive con standard normativi sempre più stringenti.

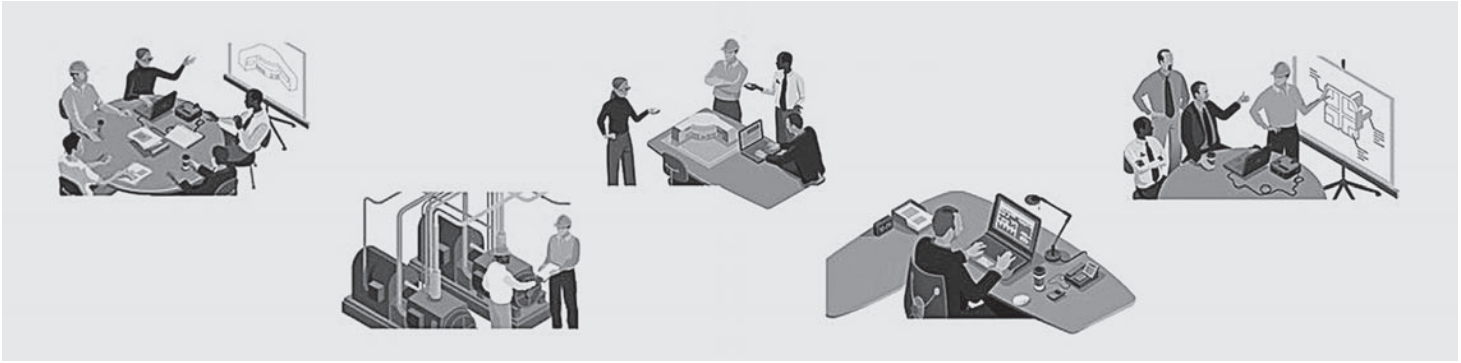
2.Comunicazione tra gestori, soprintendenze, manutentori, progettisti e storici.



3. Work flow BIM tra progettisti strutturali e architettonici.



4. Interoperabilità orizzontale (tra due software BIM architettonici) e verticale (tra software architettonico e di calcolo).



L'attuale situazione economica di crisi internazionale e i numerosi tagli effettuati ai fondi stanziati per le opere pubbliche insieme alla continua ricerca e sviluppo di tecnologie innovative, hanno contribuito a generare la necessità di rivedere i sistemi progettuali comunemente utilizzati, con l'obiettivo di risparmiare tempo e denaro, limitando gli errori progettuali e aumentando il **controllo sulla qualità del progetto**. In questo contesto, vista l'importanza della progettazione strutturale, è in fase di definizione con il BIM una nuova metodologia in grado di rendere più efficace ed efficiente la comunicazione tra il progettista architettonico e quello strutturale. Un prezioso alleato nel raggiungimento di tale obiettivo è l'utilizzo di un workflow ben definito sin dalle fasi iniziali del lavoro **[FIG. 2]**.

Come deve essere definito il workflow BIM tra l'ambito architettonico e quello strutturale e come è possibile ottimizzare il processo progettuale?

Il workflow BIM tra l'ambito architettonico e quello strutturale è una procedura che deve essere stabilita prima di iniziare ogni attività di progettazione poiché si tratta di definire una procedura di dialogo atta a condividere delle regole comuni per rendere più efficiente il trasferimento reciproco di informazioni, migliorando il processo decisionale.
Il flusso di informazioni tra questi due ambiti professionali, soprattutto nelle prime fasi, deve essere molto intenso e, se non ben gestito, potrebbe rallentare la definizione delle scelte progettuali. Però, grazie all'interoperabilità tra i software, i dati contenuti nel modello (BIM come mo-

del) possono essere trasferiti in maniera automatica e senza perdita di dati sfruttando le funzioni di import/export tra il modello architettonico e quello per il calcolo strutturale.
Il workflow BIM deve essere impostato a partire da riunioni congiunte in cui vengono concordati il metodo di lavoro, i software da utilizzare, le informazioni da inserire nel modello, le modalità e i formati di trasferimento dei dati. Questo metodo di lavoro, se applicato sin dalle fasi iniziali, permette di prevenire futuri problemi di gestione delle informazioni con un conseguente risparmio di tempo. Inoltre i suoi benefici sono visibili già dai primi stadi progettuali, quando anche quotidianamente è possibile assistere a un aggiornamento degli elementi strutturali e delle loro caratteristiche geometriche, dimensioni e materiali: infatti, il metodo BIM consente di eliminare gli errori dovuti al ridisegno della struttura e permette una comunicazione immediata delle modifiche apportate al modello, con un conseguente controllo sulla qualità del progetto.
Il workflow BIM, in sintesi, ha come obiettivo essenziale quello di aiutare i professionisti coinvolti nel processo di progettazione nel coniugare le scelte architettoniche e quelle strutturali (ma anche impiantistiche, energetiche, ecc.) in maniera perfettamente integrata e nel rispetto delle normative vigenti. Questo deriva dal fatto che il BIM è una metodologia di progettazione collaborativa tridimensionale estremamente precisa, che facilita l'approccio ad aspetti geometrici spaziali complessi. Inoltre, il modello realizzato in questo ambiente può contenere e gestire numerose informazioni, fornendo dati utili a tutti gli attori del progetto e ponendosi spesso come supporto attivo. Inoltre il BIM, conservando tutte le informazioni nel modello, garantisce la possibilità di redigere documenti storici dell'oggetto e di effettuare indagini conoscitive basate su dati reperiti in diverse fasi di analisi successive **[FIG. 3]**.

Come avviene la trasmissione delle informazioni tra l'ambito architettonico e quello strutturale e la loro elaborazione da parte di quest'ultimo?

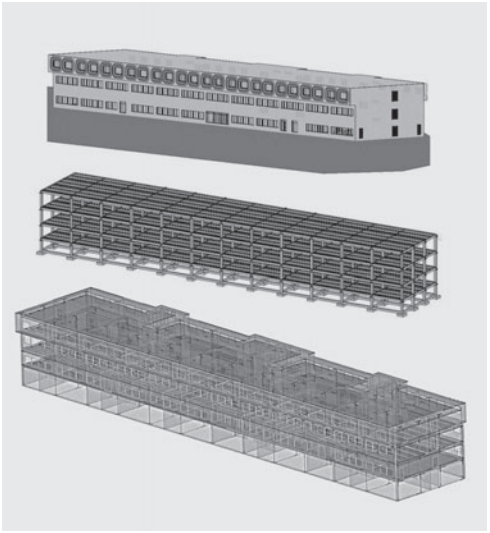
All'interno della metodologia BIM il passaggio delle informazioni avviene in maniera automatica grazie alla lettura del modello stesso basata su formati di interoperabilità standard come ad esempio l'IFC. Questo formato è essenziale nel momento in cui chi esegue i calcoli strutturali utilizza un software specifico. Tuttavia, l'esportazione di queste informazioni può essere soggetta a una perdita di dati in relazione al metodo con cui il modello è stato realizzato dal progettista architettonico. Infatti, lavori di ricerca come quello in corso possono avere un duplice obiettivo: indagare il grado di **interoperabilità reale** tra software, e di conseguenza individuare i sistemi di modellazione che ottimizzano il passaggio delle informazioni senza perdita di dati.Come già detto in precedenza, con questo contributo, due sono i livelli di interoperabilità che vengono proposti: l'interoperabilità orizzontale (tra due software BIM architettonici) e quella verticale (tra software architettonico e di calcolo strutturale). Inoltre, viene introdotto il concetto di interoperabilità intelligente **[FIG. 4]**.

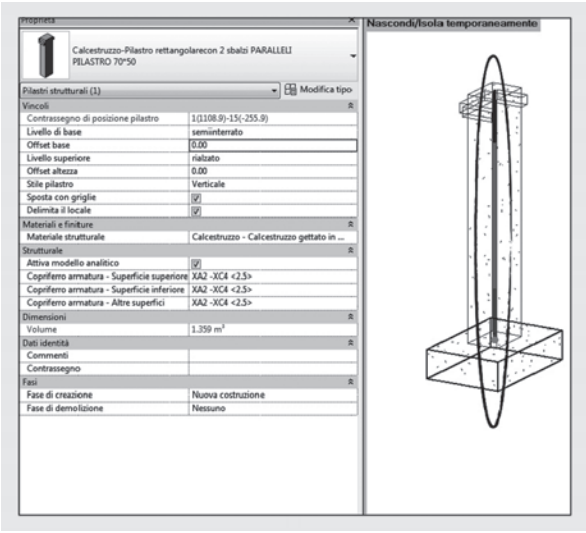
Che cosa significa interoperabilità intelligente?

L'interoperabilità intelligente consiste nella trasmissione di dati specifici del modello in relazione al tipo di professionista con cui il progettista architettonico volta per volta deve dialogare. Questo significa che il progettista architettonico deve poter selezionare le infor-

5. L'interoperabilità intelligente (filtraggio).

6. Informazioni relative ai materiali e alla forma degli elementi (sezione, spessore, lunghezza, altezza ecc.).

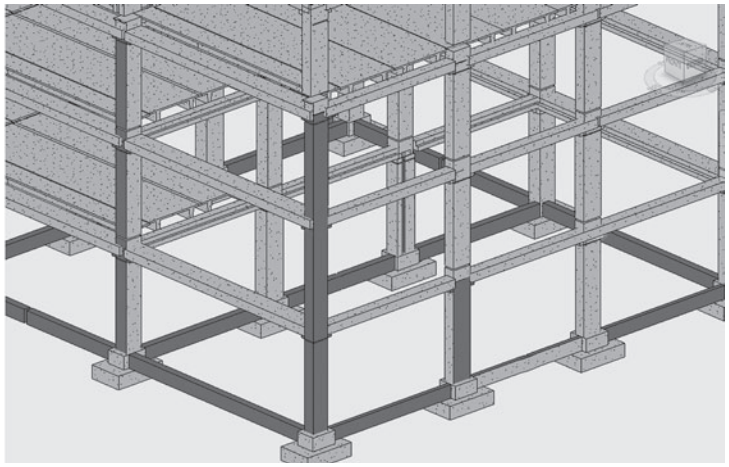


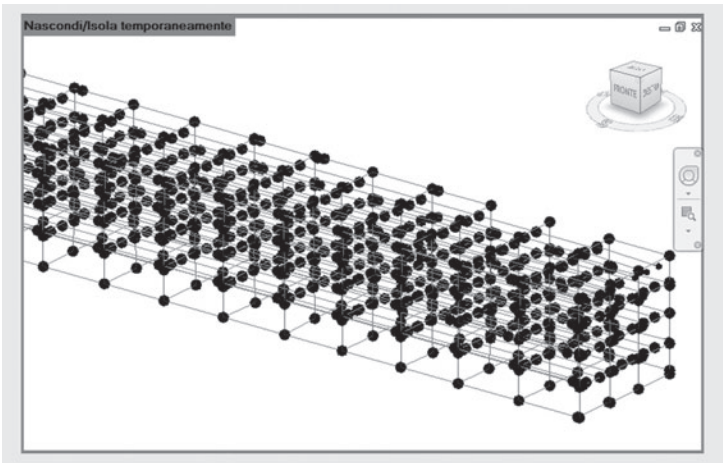


7. Elementi strutturali (pilastri, travi, fondazioni, elementi di connessione, armature di rinforzo).

8. Elementi analitici.

9. Rilievo fotografico e metrico.





ARCHIVIO EDILIZIO

RILIEVO FOTOGRAFICO

RILIEVO METRICO

Acquistalo