

INNOVance: il database italiano per l'edilizia¹

Impatti sul settore delle costruzioni

INNOVance è un progetto di ricerca profondamente incentrato sui problemi reali del settore delle costruzioni. La maggior parte delle imprese lavora in maniera insufficiente a garantire buoni risultati in termini di qualità, prestazioni e costi. Molte (per lo più le grandi in Italia) hanno sviluppato sistemi di gestione, codifica e procedure con lo scopo di migliorare il loro lavoro, ma questa conoscenza risiede al loro interno. L'obiettivo di INNOVance, il database, è nato appositamente con l'idea di permettere alle imprese, dalle grandi alle piccole, di "parlare lo stesso linguaggio", evitando malintesi, sovracosti ed errori. Il sistema di codifica, le schede tecniche e gli attributi specifici, come si vede nel seguente schema di Figura 1, compongono la parte principale del progetto.

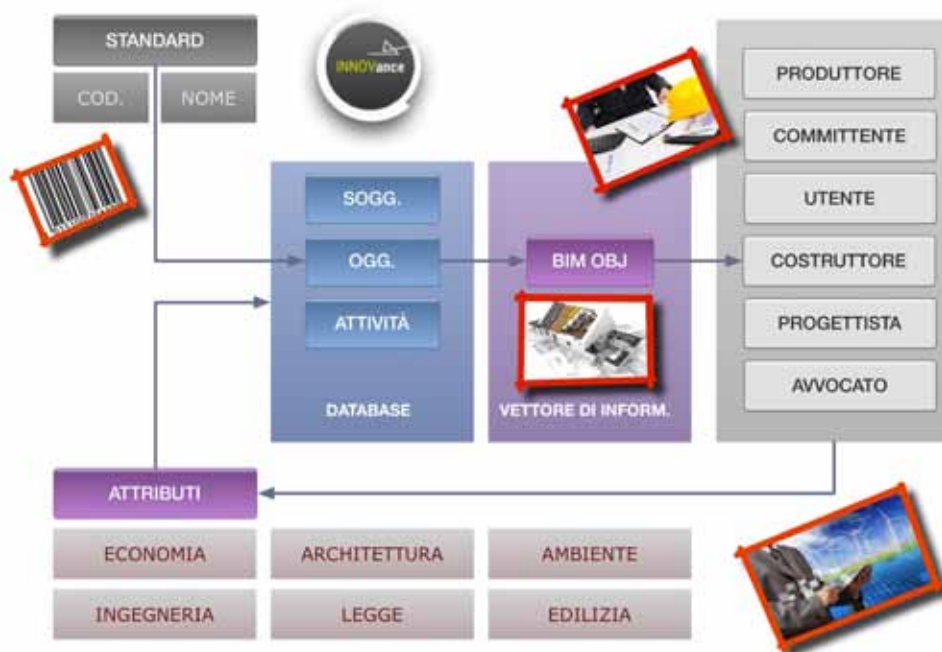


Figura 1 - INNOVance, schema dei componenti principali

In aggiunta a questo, INNOVance vuole migliorare l'intero processo edilizio uniformando il modo di approcciarsi alle commesse.

La necessità di avere un cammino chiaro da seguire durante le varie fasi è davvero importante per evitare malintesi, errori, sovracosti e ritardi, dovuti principalmente a documenti e disegni non correttamente interpretati e aggiornati. Parlare lo "stesso linguaggio" con un sistema di codifica comunemente riconosciuto può evitare errori, specialmente durante le fasi di progetto e costruzione.

Un altro importante tema è l'approccio ai lavori pubblici, che in Italia sono condotti principalmente da grandi imprese. Con questa standardizzazione del processo anche altre imprese potrebbero essere inserite in questo circuito, incrementando il loro lavoro, come si vede dalla Figura 2.

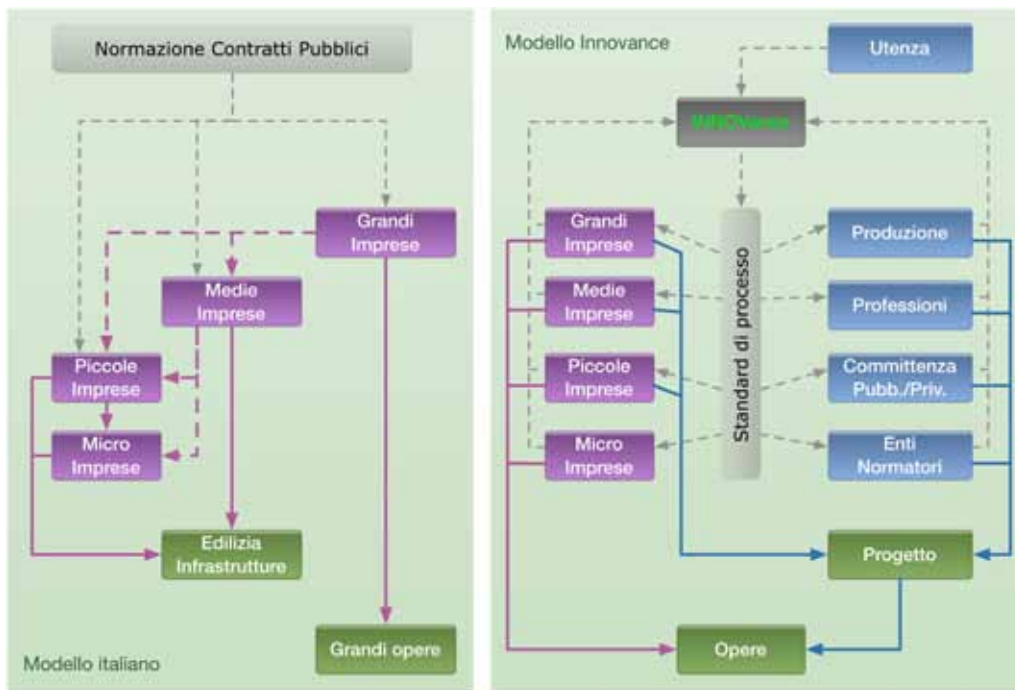


Figura 2 - Processo edilizio con e senza INNOVance

È comunque importante ricordare che non tutte le imprese sono pronte per un cambiamento come questo, anche perché la maggior parte dei professionisti usa i nuovi software (come quelli BIM e 3D) solo per disegni 2D e render (Von Both et al.).

La codifica INNOVance

È di fondamentale importanza, data la pluralità di soggetti, linguaggi, criteri, metodi e usanze tipiche della filiera delle costruzioni, che la trasmissione delle informazioni sia semplice e, soprattutto, che vi sia una corretta interpretazione delle stesse. Il processo di comunicazione delle informazioni tra i soggetti della filiera costituisce un fattore critico di successo ineliminabile: riuscire dunque a identificare in modo univoco un prodotto, un'attività, una prestazione, misurarla e comunicarla secondo regole condivise diventa di fondamentale importanza, in termini di efficienza (riduzione di tempi e costi) ed efficacia (corrispondenza dell'output finale alle specifiche di progetto).

Avere un unico ed efficiente strumento di comunicazione richiede innanzitutto dei modi standardizzati per la descrizione dei manufatti edilizi e la codifica è un mezzo per raggiungere tale obiettivo, rendendo agevole la comunicazione tra più soggetti in uno stesso ambito.

Un sistema di classificazione deve possedere due caratteristiche essenziali per essere considerato un linguaggio controllato: definire esaustivamente un argomento comprendendo tutti i concetti che gli appartengono e permettere l'appartenenza di ogni elemento dell'argomento a un'unica classe. Per essere efficace, dunque, un sistema di classificazione deve soddisfare i seguenti due requisiti:

- essere stabile, il che significa che una volta diffuso deve poter essere applicato nei diversi contesti previsti senza necessitare di modifiche o stravolgimenti sostanziali;
- essere flessibile, ovvero deve garantire l'espandibilità in modo da permettere, ove necessario, di aggiungere nuove parti (deve pertanto essere concepito con una struttura modulare).

Dallo studio dei piani di classificazione adottati nel settore delle costruzioni emerge un'evidente difficoltà nel classificare in modo univoco i prodotti e, soprattutto, una grande frammentarietà di questi sistemi classificatori, tale da renderli utilizzabili solo localmente. Eccezioni ai sistemi classificatori locali sono l'SfB e il sistema RUDC, non direttamente concepito per il settore delle costruzioni, versione ridotta del grande piano UDC

(Classificazione Decimale e Universale), concepito per organizzare ogni genere di informazioni.

In Italia, per classificare in modo univoco i componenti edilizi si utilizzano tradizionalmente i *prezzari*, ossia listini dei prezzi per le opere edili (listini delle Camere Di Commercio, listini del Genio Civile, etc.). Nei prezzari le lavorazioni convenzionali riferite al cantiere vengono classificate secondo uno schema gerarchico, ossia vengono assegnati alle singole lavorazioni uno o più caratteri comuni di tipo merceologico indicando:

- macro-categorie merceologiche;
- classi merceologiche;
- lavorazioni (o voci convenzionali).

In questo modo si riesce a garantire una corrispondenza diretta tra gli elementi della classificazione e le lavorazioni necessarie per realizzare i contenuti fisici previsti dal progetto edilizio.

La norma italiana UNI 8290 del settembre 1981 rappresenta un importante passo in avanti nel fornire a livello nazionale un modello classificatorio che abbia un grado di ufficialità e diffusione, oltre che un ampio riscontro e collaudo nella pratica professionale e istituzionale.

La parte 1, in particolare, è stata pensata per consentire un'ordinata e organica scomposizione di un sistema edilizio in più livelli, con regole omogenee. La scomposizione del sistema presenta tre livelli, dando luogo a tre insiemi denominati:

- classi di unità tecnologiche (primo livello);
- unità tecnologiche (secondo livello);
- classi di elementi tecnici (terzo livello).

Meno usato in Italia è il piano di classificazione Sfb (acronimo dello svedese *Samarbetskommittén for Byggnadsfrågor*), nato nel 1956 con l'obiettivo di diventare un sistema espandibile a livello internazionale. Realizzato in Svezia, venne presentato in Olanda alla presenza di molti esperti provenienti da ogni parte d'Europa. Il sistema ebbe un grande successo e la prima versione inglese fu tradotta in tedesco e in italiano. Il metodo si avvale essenzialmente di più insiemi, o gruppi, o livelli di codifica denominati "tavole", all'interno delle quali viene individuato un codice per tutti gli elementi fondamentali legati al processo edilizio. Le più importanti tra queste risultano essere la tavola 1, degli Elementi, e la tavola 2, delle Forme/Materiali.

Partendo dalla UNI 8290 e dalla classificazione Sfb è stato condotto uno studio dal gruppo di lavoro Autorità-Ance-Dei, tradottosi nella UNI 11337 *"Edilizia e opere di ingegneria civile – Criteri di codificazione di opere e prodotti da costruzione, attività e risorse – Identificazione, descrizione e interoperabilità"* e in un progetto di norma. La finalità del lavoro consiste nell'articolare un elenco voci secondo la logica delle opere compiute, al fine di permettere stime analitiche (come il costo per unità di misura dei singoli interventi necessari alla realizzazione di un'opera) e stime elementari (come il costo per unità di misura delle unità tecnologiche).

La codifica INNOVance, nata sulla base di sistemi di classificazione internazionali (UniClass, MasterFormat e OmniClass per citarne alcuni), deve poter identificare l'opera stessa e ogni sua parte/porzione in tutte le fasi del processo produttivo. Ossia, devono poter essere identificati non solamente i componenti dell'opera stessa, ma anche le risultanti delle attività di cantiere che generano a loro volta degli output.

Dai due poli del processo, opera da un lato, e prodotto da costruzione dall'altro, il flusso produttivo e informativo viene correlato e disarticolato attraverso:

- un Sistema Funzionale Spaziale, a sua volta suddiviso in ambiti funzionali omogenei, ambiti spaziali omogenei e spazi;
- un Sistema Tecnologico delle Costruzioni;
- un Sistema Tecnologico degli Impianti;

- un Sistema Ambientale Antropico.

Gli oggetti della codifica sono schematizzati, con anche le loro relazioni, in Figura 3.

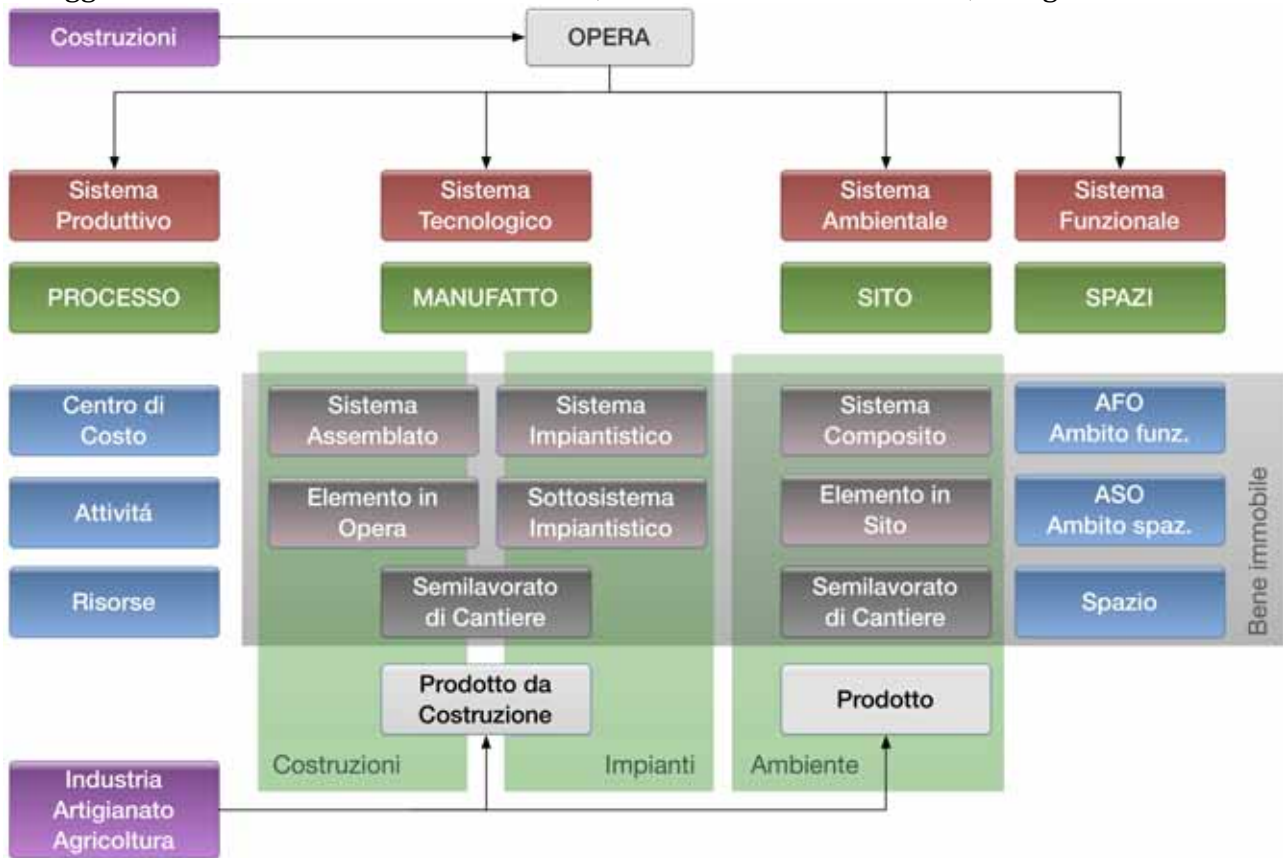


Figura 3 - Oggetti INNOVance

Ciascuno di questi ultimi è a sua volta suddiviso in un Sistema Assemblato e in uno o più Elementi in Opera, fino a scendere ai singoli componenti e prodotti.

Le informazioni, in questo modo, potranno essere collegate, articolate o disarticolate secondo vari ambiti e/o interessi e la codifica dovrà permettere e seguire questa via affinché il passaggio di dati tra fasi e operatori sia il più efficiente e il più utile possibile.

Definite le regole generali, si è ritenuto di scegliere una strada che, nel rigore di una strutturazione standardizzata, garantisca una flessibilità di utilizzo tale da abbracciare tutti i possibili campi d'impiego, in un panorama sicuramente molto più ampio di quello che ogni singolo settore produttivo ha di fronte nel momento in cui decide di standardizzare il proprio singolo flusso informativo.

Si è scelto pertanto una struttura che permette la definizione in senso univoco e compiuto, attraverso 7 parole chiave relative ai seguenti ambiti:

- funzionale (riferimento normativo);
- prestazionale;
- geometrico;
- dimensionale;
- fisico/chimico.

L'utente può, selezionando le 7 caratteristiche nei corrispondenti campi, creare un codice INNOVance e successivamente compilare la scheda tecnica a esso collegata in modo da completare l'informazione, rendendola univoca.

Schede tecniche INNOVance

Definite le regole di codifica e garantito il sistema d'identificazione univoco, è comunque necessario assicurare la completezza dell'informazione, la sua archiviazione (conservazione e

aggiornamento nel tempo) e la sua trasmissibilità. A tal fine, partendo dai sette campi di codifica, si completa la raccolta dati per una compiuta rappresentazione qualitativa e quantitativa del soggetto, oggetto o azione.

L'informazione, ove possibile e in ragione dello specifico oggetto di codifica, al fine di garantire l'interoperabilità tra i differenti soggetti interessati, è completata attraverso il relativo oggetto BIM tridimensionale. Ciò garantisce anche nelle costruzioni l'ingegnerizzazione progettuale oltre la mera rappresentazione grafica (CAD).

Su questa traccia si sono pertanto definite, assieme ai produttori di componenti, rappresentati dalle varie associazioni di categoria presenti in INNOVance e al Gruppo di Lavoro UNI, le regole che a cascata del codice vanno a costituire le schede tecniche e le relative caratteristiche qualitative e quantitative, suddivise per ciascun elemento: dalla risorsa umana alle attività, dai prodotti di costruzione fino alle opere.

In questo modo si andranno a trarre nel flusso informativo non solo le indicazioni e prescrizioni dei vari produttori di componenti, come oggi unicamente avviene, ma anche tutte quelle indicazioni e prescrizioni relative all'applicazione o posa, degli stessi, all'interno dell'opera complessiva, come mostrato in Figura 4.

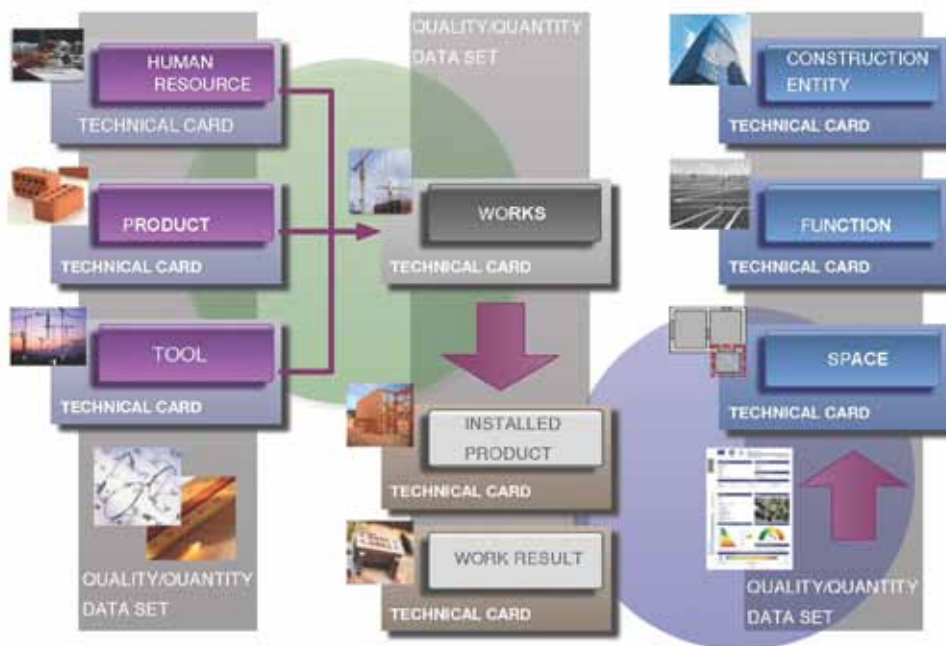


Figura 4 - Schede tecniche INNOVance all'interno del processo

Il tutto, inoltre, passando da una tipologia di scheda tipicamente cartacea a una più performante raccolta in digitale di informazioni di molteplice tipologia, natura e impiego. Informazioni strutturate e razionalizzate affinché sia sempre identificabile la presenza, o meno, di una qualsiasi tipologia di dato oltre che una qualsiasi possibile, o meno, sua correlazione con i rimanenti.

Già nella norma quadro UNI 11337 si è identificato questo percorso come necessità non procrastinabile. Difatti, oltre alla definizione dell'architettura con cui "costruire" l'informazione tecnica (nome complesso e descrizione) si rende necessario strutturare anche il metodo di raccolta e archiviazione dei dati, affinché l'informazione stessa sia facilmente accessibile e consultabile.

Il criterio di accessibilità e la garanzia di una semplice e proficua consultazione dell'informazione sono assicurati, secondo la norma, dalla normalizzazione del sistema di raccolta e archiviazione dei dati informativi attraverso una loro organizzazione, la più possibile chiara e condivisa che si traduce nella scheda tecnica INNOVance.

Le scheda tecnica rappresenta, quindi, uno schema virtuale di raccolta razionale e organizzata delle informazioni relative a un determinato soggetto, oggetto o attività del processo edilizio. La sua scomposizione in relazione all'oggetto d'indagine in:

- Schede di prodotto (opere, risorse, imprese, prodotti, attrezzature e risorse umane);
- Schede di processo (attività), raccolta e archiviazione strutturata di informazioni condivise avente come soggetto un'attività: lavoro, fornitura o servizio.

Permette una più solida rispondenza alle necessità di progettazione, produzione e uso.

Le schede tecniche così organizzate esprimono la sintesi delle conoscenze tecnico/economiche condivise dalla filiera delle costruzioni e definiscono la struttura del database della filiera.

I contenuti principali della scheda tecnica sono schematizzati nella successiva Figura 5.

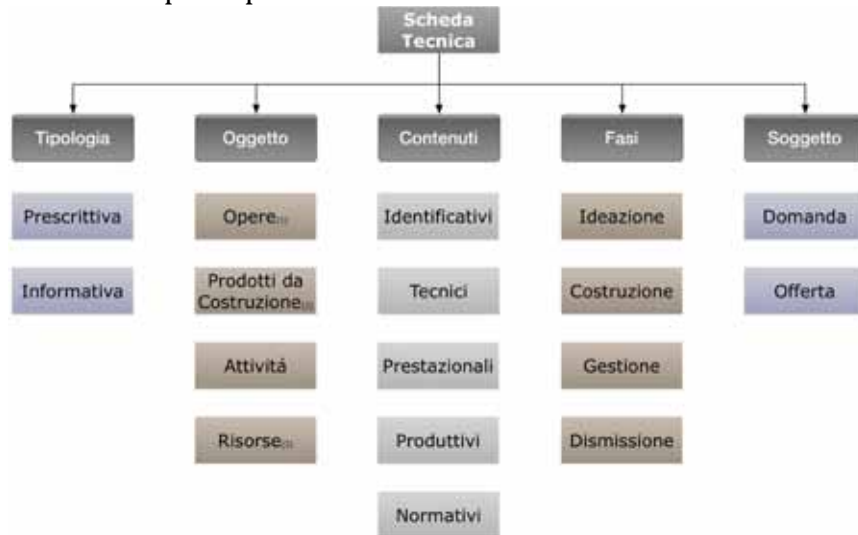


Figura 5 - Contenuti della scheda tecnica INNOVance

Oltre alla definizione delle modalità di composizione, raccolta e archiviazione dell'informazione tecnico/economica, la norma definisce gli ambiti di un idoneo sistema di diffusione e fruizione, per differenti impieghi e utilizzatori.

INNOVance ha pensato anche a un layout standardizzato per le schede tecniche, con l'aiuto delle associazioni di categoria, per avere l'informazione giusta nel posto giusto; si mostra a titolo esemplificativo in Figura 6 un layout per un prodotto da costruzione.



Figura 6 – Layout scheda tecnica INNOVance

Il criterio della fruibilità e la garanzia di una corretta e completa circolazione dell'informazione sono assicurati in INNOVance dalla normalizzazione e organizzazione del sistema di linguaggio attraverso il quale i dati informativi vengono "scritti" e raccolti.

Al fine di favorire il flusso di informazioni, senza soluzione di continuità, per l'intera filiera delle costruzioni, il progetto e la norma stabiliscono che esse devono essere raccolte in un database relazionale e, da questo, direttamente utilizzate nel progetto di edifici o opere di ingegneria. Per la norma, quindi, il progetto viene ad assumere il ruolo di veicolo informativo di riferimento, attraverso l'impiego di un sistema di progettazione per oggetti (Object-Oriented) denominato BIM (Building Information Model).

La tecnologia BIM permette la costruzione di modelli virtuali del prodotto, inteso come opera o anche singolo oggetto, in grado di contenere e gestire tutte le informazioni relative al progetto nonché al suo processo di produzione e gestione nel ciclo di vita, come schematizzato in Figura 7.

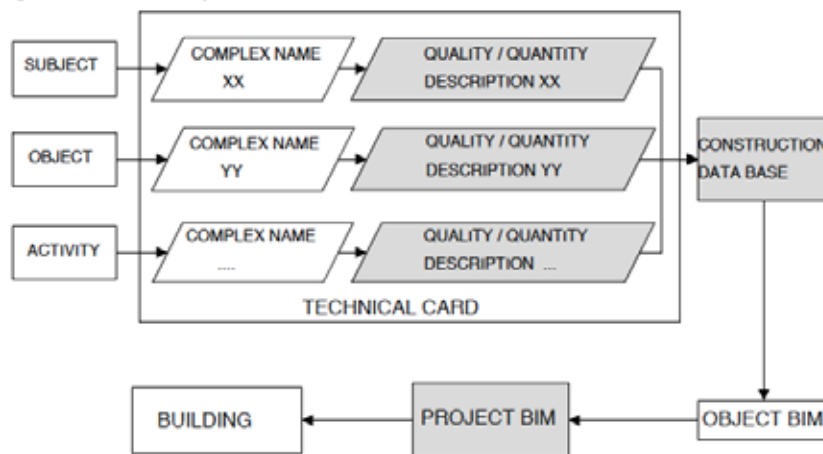


Figura 7 – Oggetti BIM INNOVance

La tematica dell'interoperabilità in relazione agli oggetti BIM usati e gestiti all'interno del progetto INNOVance sarà trattata con maggiore approfondimento all'interno della successiva uscita della rubrica BIM Vision.

Attributi informativi INNOVance

Le informazioni contenute nel nome e nella scheda tecnica sono attributi statici degli oggetti: significa che non cambiano durante il susseguirsi delle fasi nel ciclo di vita dell'edificio. Le informazioni che variano dipendentemente dalla loro posizione nel processo edilizio (dal concepimento alla dismissione) sono incluse nel terzo livello di attributi informativi, appositamente creato per quelli che necessitano di essere modificati e aggiornati durante le varie fasi.

Questi attributi sono quelli che vanno dai costi alle prestazioni, che variano, ad esempio, dal sito di costruzione, dalla scala e dal tipo di lavori da fare; questi sono solo alcuni esempi di argomenti che possono influenzare gli attributi specifici degli oggetti.

Gli attributi specifici sono, come sopra, divisi in base alle categorie di oggetti, ma richiedono anche una dettagliata definizione per essere ritenuti utili; per ogni attributo questi dati devono essere definiti:

- gruppo: l'aspetto principale al quale appartiene l'attributo (può essere selezionato da una lista predefinita), ad esempio l'attributo "costo di costruzione" appartiene al gruppo "economia";
- nome: la caratteristica che si vuole definire;
- char/num/allegato: è utile indicare se l'attributo è fatto da caratteri, numeri o se è un allegato (come una foto o un video);
- fruitore principale: la definizione di chi è il principale beneficiario di questa informazione. Può includere più di una persona, ad esempio progettista, committente, proprietario e imprenditore;
- unità di misura: la definizione della scala da usare per misurare l'attributo, se esistente e/o necessaria;
- fase: la definizione della fase del processo edilizio in cui l'attributo diventa fondamentale (può essere selezionata da una lista che va da concepimento a dismissione);
- normativa di riferimento, in combinazione con l'eventuale limite inferiore o superiore;
- note aggiuntive, se necessarie.

Utilizzando un intero edificio (che è sempre un oggetto INNOVance, con un nome univoco) come esempio, gli attributi della Tabella 1 possono essere trovati.

GRUPPO ATTRIBUTO	NOME ATTRIBUTO
Permessi edilizi e urbanistica	altezza edificio, superficie, volume
Georeferenziazione	localizzazione, viabilità, zona climatica
Geologia	capacità portante del suolo, altezza falda, sottoservizi
Economia	prezzo a base d'asta, prezzo finale appalto, prezzo delle varianti
Documentazione	ACE, disegni as-built, fotografie

Tabella 1 - Esempio di attributi informativi INNOVance

Questi attributi specifici sono attualmente organizzati su una piattaforma web che permette il lavoro di più utenti contemporaneamente perché gli attributi sono tuttora in fase di definizione; molti di questi sono stati definiti per i prodotti da costruzione, mentre i sistemi assemblati sono in fase di sviluppo.

Dopo avere definito cosa sono i tre livelli di informazione (codice, scheda, attributi), è importante dire che tutti questi parametri sono stati definiti attraverso la collaborazione di vari partner: centri di ricerca scientifica (Politecnico di Milano, Politecnico di Torino, Università di Napoli, CNR ed ENEA), associazioni di produttori (Federlegno, UNCSAAL, ATECAP e ANDIL) e associazioni di costruttori (ANCE). Questo mix di partecipanti ha davvero aiutato nella creazione di attributi focalizzati nell'aumento dell'efficienza energetica ma ha anche evidenziato le informazioni più importanti per un progetto, definendo quando diventano fondamentali.

Il dialogo tra il Politecnico di Milano, i vari professionisti e gli imprenditori è facilitato dall'utilizzo di questionari online, creati appositamente per dialogare insieme e per definire le informazioni più importanti da raccogliere durante le varie fasi.

In aggiunta a questo, il dialogo con le imprese ha aiutato a collegare gli attributi informativi con i tre differenti livelli del progetto (preliminare, definitivo, esecutivo), largamente conosciuti anche come LOD (Level Of Detail).

Collegare attributi e LOD (Ciribini, 2013) è fondamentale per associare agli oggetti BIM i giusti attributi in accordo con il LOD richiesto.

La definizione degli attributi informativi è anche andata avanti insieme con l'analisi di protocolli e standard esistenti, come IFC (NIBS, 2013), e COBie (BuildingSmart, 2013). Questa analisi è stata fatta collegando gli attributi informativi esistenti con i nuovi, definitivi in questa ricerca, per renderli tracciabili e indipendenti dal software utilizzato.

Anche la sostenibilità è stata considerata come uno dei temi principali all'interno di questo progetto, ovviamente in unione con il risparmio energetico, sia in termini di riduzione dei consumi e utilizzo di energie rinnovabili. Informazioni sulla sostenibilità sono state raccolte da progetti esistenti (Open House, 2013) e altre iniziative, come Sustainable Building (SB13, 2013).

Gli oggetti BIM sono "strumenti" molto utili per gestire e facilitare il lavoro dei professionisti (Barlish et al., 2012) ma richiedono il livello di accuratezza richiesto. I LOD sono un buon metodo di valutare il livello di accuratezza richiesto e per il dialogo tra i professionisti (ad esempio tra progettista e costruttore). Quindi i BIM devono confrontarsi con la complessità dei componenti edilizi e con i LOD, con i connessi attributi informativi. Un singolo modello non è più sufficiente a garantire la corretta trasmissione delle informazioni; questa è una delle ragioni principali per cui un database contenente attributi informativi, collegato ai LOD e diviso per oggetti può essere un'ottima soluzione. Lo sforzo nel creare modelli interoperabili (e i relativi attributi informativi) a differenti LOD è reale e quantificabile (Leite, 2011) ma i benefici in termini di accuratezza e disponibilità delle informazioni sono notevoli.

C'è anche un esempio riguardante la muratura e il BIM (The National Building Information Modeling for Masonry Initiative, 2013).

Portale INNOVance

Tutti questi attributi informativi saranno organizzati, in un futuro prossimo, a partire dalla norma UNI 10998 (UNI, 2002), in un database con interfaccia web, un portale, che permetterà agli utenti (appartenenti a differenti categorie) di accedere e caricare/scaricare informazioni, anche da software tecnici fuori da INNOVance, come mostrato in Figura 8.

DB INNOVANCE – ATTRIBUTI E USO

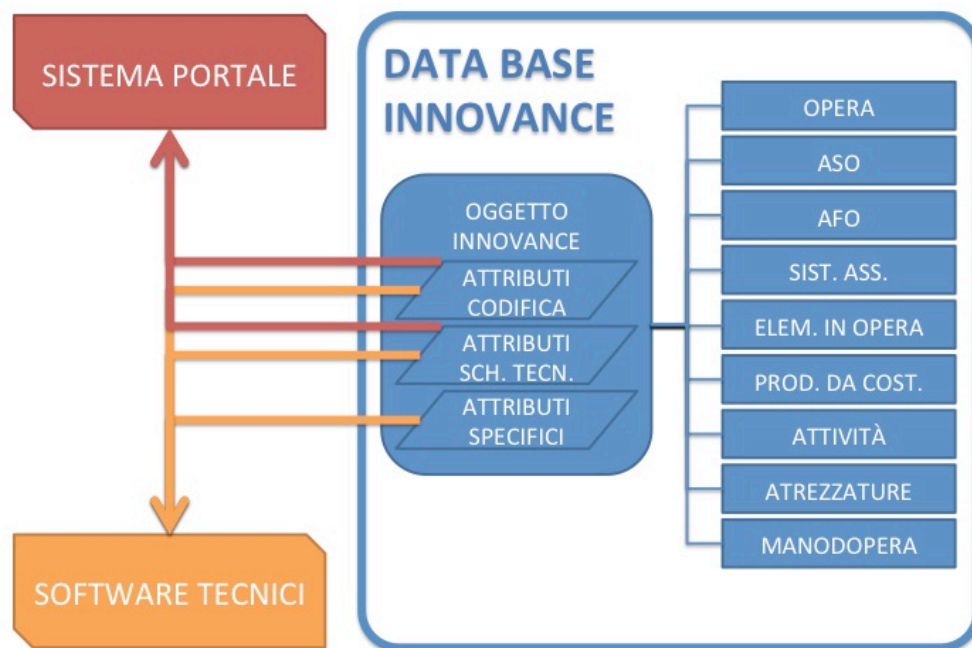


Figura 8 - Portale INNOVance

Oggetto BIM non significa solo qualcosa associato a un disegno (2D o 3D) ma comporta l'associazione di attributi informativi a un oggetto immateriale, che può essere modificato da più utenti da differenti interfacce (software CAD, BIM, portale e via dicendo). La potenza del BIM sta nella possibilità di aggiornare le informazioni quando necessario e di condividerle con i collaboratori di progetto.

Quindi un portale (connesso a un database) può essere la miglior soluzione per gestire le informazioni sui progetti, sin dall'inizio del concepimento e andando avanti con la costruzione, l'uso, la manutenzione e la dismissione. Il database è organizzato in accordo con gli oggetti INNOVance e i loro nomi, ma attraverso il portale, gli utenti possono fare ricerche su tutto il necessario. Il Politecnico di Milano con altri partner ha svolto un'analisi di scenario con lo scopo di creare delle *query* in base alle categorie di utenti, come pubbliche amministrazioni, imprenditori, professionisti, proprietari e affittuari.

Database e portale hanno due parti principali, una pubblica e una privata, in cui gli utenti possono caricare e scaricare in sicurezza i dati dei loro progetti, per condividerli con altri utenti.

Il principale punto di forza del portale INNOVance è dato dalle possibilità che fornisce agli utenti: una profonda semplificazione dell'intero processo edilizio, evitando errori e facilitando l'aggiornamento dei vari documenti da produrre durante la vita dell'edificio.

Specialmente durante la fase di costruzione (sia in caso di nuova costruzione sia di riqualificazione) i malintesi sono frequenti perché le due parti (impresa e professionisti, ma anche committenti e imprese e via dicendo) stanno parlando di due cose differenti senza capirsi a vicenda; un codice univoco su una piattaforma di scambio dati BIM potrebbe realmente aiutare a risolvere questo tipo di problemi perché rende tutti consapevoli delle scelte fatte e da fare, evitando malintesi e litigi, con conseguenti perdite di tempo e denaro.

Un altro uso interessante del sistema INNOVance è la possibilità di seguire la filiera produttiva lungo l'intera vita dell'edificio, tracciando i materiali e anche aggiungendo le coordinate e tutte le informazioni importanti riguardanti il GIS, sia con la visualizzazione grafica (su una mappa ad esempio) e alfanumerica (Irizarry et al., 2013).

Questo database ha anche lo scopo di rendersi utile ai proprietari di un patrimonio edilizio o di una singola abitazione, appartamento o edificio; questi infatti potranno usare il portale per controllare i prodotti, dialogare con i progettisti, i produttori e i costruttori e anche gestire i loro progetti. Questo già esiste nel BIM (Love et al., 2013), perché l'unione di interfaccia grafica (per gli oggetti che la permettono) e dati analitici fornisce all'utente un buon livello di informazioni, facile e veloce da gestire.

Sviluppi futuri

Il progetto INNOVance prevede innanzitutto il completamento della codifica sia per i prodotti a diversa complessità tecnologica sia per attività e risorse.

Il gruppo di partner facenti capo alle associazioni di categoria dei produttori e delle imprese di costruzione sta implementando il contenuto delle schede tecniche concordate in sede UNI e presso il Tavolo Tecnico delle Costruzioni, consentendo quindi ai partner informatici di sviluppare il database INNOVance.

Database che è sviluppato secondo i requisiti di interoperabilità tali da consentire gli sviluppi per oggetti che porteranno alle applicazioni reali della nuova tecnologia BIM, con il coinvolgimento concreto delle imprese di costruzione.

Più in generale si auspica che il notevole sforzo sviluppato dal Consorzio INNOVance consenta di intraprendere anche in Italia, come già avviene a livello internazionale, quelle attività di razionalizzazione dei flussi informativi finalizzata a una reale interoperabilità e un uso proficuo delle nuove tecnologie BIM.

Come detto prima, i risultati di INNOVance sono diretti sia agli operatori del settore delle costruzioni, piccole e grandi imprese, che ai committenti. INNOVance può dare alle piccole imprese la possibilità di avere un sistema chiaro per gestire ed espandere il proprio lavoro e alle imprese più grandi la possibilità di organizzare le commesse più impegnative, sia pubbliche sia private, in un modo nuovo.

Alla fine, INNOVance può aiutare nell'evitare le "zone grigie" nei progetti, non chiare o definite, spesso sedi di corruzione, costi aggiuntivi e scarsa qualità.

Bibliografia

- Barlish, K., Sullivan, K., "How to measure the benefits of BIM – A case study approach", Automation in Construction, vol. 24, pp. 149-159, (2012).
- Building SMART, (2013) International Foundation Classes (IFC). <http://www.buildingsmart.org> [visited: 19-08-13]
- Ciribini, A., (2013) Level of Detail e Level of Development: i processi di committenza e l'Information Modelling.
- Ente Italiano di Unificazione, (2002) UNI 10998, Building management files – General criteria for constitution and care.
- Irizarry, J., Karan, E. P., Jalaei, F., "Integrating BIM and GIS to improve the visual monitoring of construction supply chain management", Automation in Construction, vol. 31, pp. 241-254, (2013).
- ISO 10303-11:2004, Data representation and Exchange.
- ISO 12006-2:2001, Building construction – Organization of information about construction works – Part 2: Framework for classification of information.
- ISO 12006-3:2007, Building construction – Organization of information about construction works – Part 3: Framework for object-oriented information.
- ISO/PAS 16739:2005, Industry Foundation Classes, Release 2x, Platform Specification (IFC2x Platform).
- ISO/TR 14177:1994, Classification of information in the construction industry.

- Leite, F., Akcamete, A., Akinci, B., Atasoy, G., Kiziltas, S., “Analysis of modelling effort and impact of different levels of detail in building information models”, *Automation in Construction*, vol. 20, pp. 601-609, (2011).
- Love, P. E. D., Simpson, I., Hill, A., Standing, C., “From justification to evaluation: Building information modeling for asset owners”, *Automation in Construction*, article in press, (2013).
- National Institute of Building Sciences, (2013) Construction Operations Building Information Exchange (COBie). <http://www.wbdg.org> [visited 19-08-13]
- OMNICLASS (2013), A strategy to classify the built environment. <http://www.omniclass.org/> [visited 15-08-13]
- Open House Consortium, (2013) FP7 – Open House Project. <http://www.openhouse-fp7.eu> [visited: 19-08-13]
- Samarbetskommittén för Byggnadsfrågor, (1950) CI|SfB – Classification indexing manual from Swedish SfB.
- Sustainable Building, SB13. <http://www.sb13.org> [visited: 22-08-13]
- The Construction Specifications Institute, Construction Specifications Canada, (2013) Masterformat. <http://www.masterformat.com> [visited: 15-08-13]
- The National Building Information Modeling for Masonry Initiative, (2013) A Roadmap for Developing and Deploying Building Information Modeling (BIM) for the Masonry Industry.
- UNI 10838:1999, Edilizia – Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia.
- UNI 10914-1:2001, Edilizia – Qualificazione e controllo del progetto edilizio di interventi di nuova costruzione e di interventi sul costruito – Terminologia.
- UNI 11337:2009, Edilizia e opere di ingegneria – Criteri di codificazione di opere, attività e risorse – Identificazione, descrizione e interoperabilità.
- UNI 8290-1:1981 + A122:1983, Edilizia residenziale – Sistema tecnologico – Parte 1: Classificazione e terminologia.
- UNI 8690-1:1984, Edilizia residenziale – Informazione tecnica – Terminologia.
- UNI 9038:1987, Edilizia – Guida per la stesura di schede tecniche per prodotti e servizi.
- Von Both, P., Koch, V., Kindsvater, A., “Potential and barriers for implementing BIM in the German AEC market”, 14th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, Moscow, Russia, (27-29 June 2012).

¹ Di Alberto Pavan, Fulvio Re Cecconi, Sebastiano Maltese, Vittorio Caffi
Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito (ABC),
Politecnico di Milano, Via G. Ponzio, 31 – I-20133 Milano (MI)