



**POLITECNICO  
DI TORINO**

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA EDILE**

*Relatore:*

Prof. Fabio Manzone

*Correlatore:*

Ing. Francesco Biasioli

Prof. Matteo del Giudice

**L'IMPLEMENTAZIONE DEL BIM IN UNA IMPRESA  
COLOMBIANA: CONFRONTO CON LO SCENARIO  
ITALIANO ED INTERNAZIONALE**

**Candidato:**

David Santiago Rivera Silva

9 Ottobre 2019



*“We have a once-in-a-generation opportunity to, at this stage of BIM development, all agree on the foundations of how to define it as a process in public procurement and contractually. If we can agree on the principles – while the in-country definitions may differ slightly – the wider agreement delivers consistency that brings a shared opportunity to all work together in this global digital construction transformation.”*

**Adam Matthews – Lead, International Stream, CDBB**



*Alla mia famiglia*

*Nel corso del tempo ho  
capito che la cosa più  
importante è nelle cose  
più semplici!*



# Sommario

<b>Abstract.....</b>	<b>8</b>
<b>Introduzione.....</b>	<b>10</b>
<b>1. CAPITOLO 1 – Abbreviazioni .....</b>	<b>14</b>
<b>2. CAPITOLO 2 – Lo stato dell’arte.....</b>	<b>16</b>
2.1. BIM .....	17
2.1.1. Dimensioni BIM.....	20
2.1.2. Livelli di maturità BIM .....	22
2.1.3. Interoperabilità .....	27
2.1.4. Linguaggi .....	30
<b>3. CAPITOLO 3 – Dinamica efficiente dei processi BIM .....</b>	<b>34</b>
3.1. Integrated Project Delivery - IPD.....	39
3.2. Lean Construction .....	42
<b>4. CAPITOLO 4 – Linee guida e Normative .....</b>	<b>44</b>
4.1. Usi del BIM.....	45
4.2. Diagramma di MacLeamy.....	47
4.3. Standard e standards.....	48
4.4. Nuovo Codice dei Contratti Pubblici - D.lgs. n.50/2016 .....	49
4.5. UNI 11337.....	49
4.6. ISO 19650 .....	50
<b>5. CAPITOLO 5 - Piattaforme collaborative .....</b>	<b>52</b>
5.1. Acca software.....	53
5.2. BIM 360 .....	56
<b>6. CAPITOLO 6 - Casi di studio .....</b>	<b>58</b>
6.1. Impresa Colombiana .....	59
<b>6.1.1. Progetto Pilota .....</b>	<b>60</b>
6.2. Il BIM in Europa .....	68
<b>6.2.1. Italia.....</b>	<b>70</b>
6.3. Criticità.....	74
<b>7. CAPITOLO 7 – Conclusioni .....</b>	<b>78</b>
7.1. Aspetti positivi .....	80
7.2. Sviluppi per il futuro .....	80

<b>Ringraziamenti.....</b>	<b>82</b>
<b>Riferimenti .....</b>	<b>86</b>
Bibliografia.....	86
Siti Web.....	87



## Abstract

La tesi intende essere momento di valutazione dell'utilizzo del Building Information Modelling (BIM) da parte di una azienda leader in Colombia in confronto con esperienze europee e in particolare italiane per stimare a che punto è arrivata tale metodologia di lavoro per la gestione dei progetti edilizi.

Dopo aver effettuato una valutazione critica del BIM a livello internazionale, il lavoro svolto cerca di spiegare il periodo che sta vivendo l'industria delle costruzioni: tale periodo é soprannominato *Transizione Digitale*. Ad oggi alcuni paesi del mondo si stanno attrezzando per superare questa transizione e raggiungere l'obiettivo finale: *accelerare per ottimizzare*.

Sulla base di questo obiettivo, la tesi presenta alcuni vantaggi dei paesi interessati e possibili raccomandazioni per lo sviluppo futuro.

This thesis aims to evaluate the usage of Building Information Modeling (BIM) by a leading company in Colombia in comparison to European, particularly Italian, cases in order to estimate how far along this project-management methodology for construction is.

After critical evaluation of the BIM model at an international level, this study seeks to explain the main traits that belong to current period of the construction industry: period known as *Digital Transition*. To date, some countries of the world are gearing up to overcome this transition and to reach the final goal: *accelerating to optimize*.

Based on this goal, this thesis presents some of the advantages for the countries involved and possible recommendations for future deployment.



## Introduzione

Nel corso degli anni c'è una continua evoluzione nel settore delle costruzioni che ogni giorno è alla ricerca di nuovi metodi e nuove tecnologie per facilitare la gestione, la pianificazione e la collaborazione di progetti lungo tutto il ciclo di vita del manufatto.

Ecco perché, nel corso della storia, sono state sviluppate metodologie diverse per accelerare i processi in fase di costruzione; una di queste metodologie è il Building Information Modeling (BIM) che da quando è entrata in uso, essa ha portato molti benefici in tutte le fasi del processo di costruzione, in particolare nel campo della progettazione dell'edificio

Una volta queste nuove tecnologie hanno iniziato ad essere applicate, è nata la necessità di implementarle nel maggior numero possibile di progetti, per questo, tutta la documentazione necessaria alla gestione delle informazioni e alla collaborazione tra i vari attori coinvolti nel processo. Per questo motivo sono stati creati regolamenti, standard, filosofie e alcuni approcci come IPD (Integrated Project Delivery) in cui tutti gli attori del progetto sono coinvolti nel processo dalla fase di pianificazione, cercando di correggere gli errori che sorgono nella progettazione e nella costruzione evitando ritardi e sovraccarichi di costi. Una volta definite tutte queste documentazioni, si devono definire dei parametri di condivisione e i livelli di dettaglio che gli elementi dovranno possedere per poter creare un ambiente collaborativo come il CDE (Common Data Environment) che è il sito in cui lavora tutta l'informazione e dati di un progetto nell'ambito di un processo BIM.

Nel quadro internazionale, non è possibile stabilire lo stesso livello per tutti i paesi del mondo perché è una metodologia che funziona in modo indipendente in ciascun paese in base alla sua storia, alle sue leggi, alla sua industria, istruzione e territorio.

Questa tesi indaga l'utilizzo del Building Information Modelling (BIM) da parte di una delle aziende colombiane, leader nella promozione, gestione, vendita e costruzione di interventi abitativi in Colombia, in confronto del settore pubblico europeo.

Una volta descritta l'implementazione BIM nella impresa colombiana, lo studio si è concentrato nell'analisi critica dell'adozione di questa metodologia in Italia, al fine di stabilire i vantaggi e le possibili cose da migliorare in futuro.

Successivamente è possibile vedere come sono organizzati i capitoli:

## **CAPITOLO 1**

Sezione introduttiva che riporta i simboli adottati nel documento con una terminologia tecnica e specifica essenziale nel campo delle costruzioni edilizie. Gli acronimi maggiormente utilizzati saranno elencati con le sue relative definizioni.

## **CAPITOLO 2**

In particolare questo capitolo analizza gli aspetti generali sul BIM come le definizioni, vantaggi, caratteristiche e dettagli sull'interoperabilità e i linguaggi. Sono illustrati i concetti delle dimensioni e dei livelli di maturità. Viene descritto il formato aperto IFC per l'interscambio di informazioni tra vari operatori.

## **CAPITOLO 3**

In questo capitolo si analizzano tutte le caratteristiche e le fasi della dinamica efficiente dei processi BIM per poter avere un prodotto finale di alta qualità. Vengono anche fornite le definizioni del criterio IPD (Integrated Project Delivery) e la filosofia Lean Construction.

## **CAPITOLO 4**

In questo capitolo si analizzano alcune delle linee guida che aiutano a capire come vengono strutturati i progetti per raggiungere gli obiettivi. Sono illustrati gli usi del BIM stabiliti per la Pennsylvania State University e il diagramma di MacLeamy. Vengono anche analizzati gli standards, il nuovo codice degli appalti, la norma italiana uni 11337 e la norma internazionale ISO 19650.

## **CAPITOLO 5**

Tale capitolo si concentra sulla spiegazione del Common Data Environment (CDE) in base alla descrizione di due strumenti di collaborazione per il trasferimento dei dati: Acca Software e Bim360.

## **CAPITOLO 6**

Capitolo dedicato a spiegare il caso studio, relativo all'implementazione BIM in una impresa colombiana. Si presenta una panoramica del mercato del BIM in Europa e sono illustrati i dati più rilevanti dell'indagine realizzata in Italia da ASSOBIM. Nella parte finale viene

introdotta una criticità che permette analizzare i vantaggi e cose di poter migliorare sia in Italia che in Colombia.

## **CAPITOLO 7**

Capitolo conclusivo che presenta gli aspetti positivi e gli sviluppi per il futuro.



## Abbreviazioni

Sezione introduttiva che riporta i simboli adottati nel documento con una terminologia tecnica e specifica essenziale nel campo delle costruzioni edilizie. Gli acronimi maggiormente utilizzati saranno elencati con le sue relative definizioni.

Sono elencati di seguito gli acronimi, con relative definizioni, maggiormente utilizzati:

BEP: BIM Execution Plan

BIM: Building Information Modeling

CAD: Computer-Aided Design

CDBB: Centre for Digital Built Britain

CDE: Common Data Environment

COBie Construction Operations Building Information Exchange

EIR: Employer Information Requirements

IAI: International Alliance for Interoperability

IDM: Information Delivery Manual

IFC: Industry Foundation Classes

IFD: International Framework for Dictionaries

ISO: International Organization for Standardization

MEP: Mechanical, Electrical, and Plumbing

OIR: Organization Information Requirements

WBS: Work Breakdown Structure



## Lo stato dell'arte

In particolare questo capitolo analizza gli aspetti generali sul BIM come le definizioni, vantaggi, caratteristiche e dettagli sull'interoperabilità e i linguaggi. Sono illustrati i concetti delle dimensioni e dei livelli di maturità. Viene descritto il formato aperto IFC per l'interscambio di informazioni tra vari operatori.

## 2.1. BIM

Il Building Information Modeling (BIM) è una metodologia che tende al miglioramento del settore delle costruzioni attraverso l'uso di un modello digitale durante progettazione, costruzione, gestione e manutenzione di un'opera civile o una infrastruttura. Oltre a benefici economici, ambientali e sociali il BIM può offrire significativi vantaggi in termini di efficienza nei lavori pubblici, un migliore rapporto qualità-prezzo pubblico e favorisce la crescita e la competitività. Ecco perché associazioni a livello sovranazionale come l'EU BIM Task Group<sup>1</sup> promuovono l'uso della metodologia BIM da parte della domanda pubblica in Europa a sostegno della produttività del settore delle costruzioni per favorire l'incremento del valore, l'innovazione e la crescita.

L'organizzazione americana National Building Information Model Standard Project Committee (NBIMS-US Project Committee) che promuove standard internazionali come gli standard ISO negli Stati Uniti, definisce il BIM come:

*“... a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. A BIM is a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its life - cycle; defined as existing from earliest conception to demolition.*

*A basic premise of BIM is collaboration by different stakeholders at different phases of the life cycle of a facility to insert, extract, update or modify information in the BIM to support and reflect the roles of that stakeholder.”<sup>2</sup>*

Il BIM è declinato talora come Building Information Model talaltra come Building Information Modeling: entrambe le definizioni hanno un significato:

Model: l'idea è di organizzare il modello digitale di un progetto o un edificio come “duale virtuale” o rappresentazione virtuale.

---

<sup>1</sup> Gru Gruppo cofinanziato dall'Unione Europea che riunisce gli sforzi nazionali in un approccio europeo comune e allineato per sviluppare un settore dell'edilizia digitale di livello mondiale.

<sup>2</sup> Ntional BIM Standard

**Modeling:** è il processo che sviluppa la costruzione corretta degli informativi e il processo digitale dell'intero processo dell'edificio, dall'ideazione fino alle fasi di realizzazione, esecuzione e manutenzione.

Anziché di un solo modello, ora si può parlare di più modelli, un duale virtuale dell'edificio realizzato attraverso più modelli digitali: i modelli architettonico, strutturale, impiantistico e altri. Ciascun modello in realtà è composto di oggetti specifici come muri, finestre, porte... per il modello architettonico; pilastri, trave, fondazione, solai... per quello strutturale; tubi, valvole, giunti... per quello impiantistico.

Ciascuno di questi oggetti lo si può immaginare come un "contenitore d'informazione": in un modello strutturale gli oggetti (pilastri, travi, solai) portano al loro interno informazione specifiche della specialità dunque all'interno dell'oggetto pilastro strutturale si possono trovare informazioni circa lo stato tensionale, la tipologia (calcestruzzo, acciaio, numero dei ferri). Ogni modello porta con sé la sua specificità, tutti insieme danno il duale virtuale dell'edificio perché sono dei file prodotti con software specifici.

Le origini del Building Information Modeling risalgono agli anni Sessanta negli Stati Uniti. Con i primi sistemi di Computer-Aided Design (CAD) l'Università di Cambridge e di Rochester introducono la modellazione per superfici e solidi tridimensionali. Dapprima adottati dai settori meccanico e aerospaziale, alla fine del secolo XX vengono utilizzati da altri settori, tra cui il settore di costruzione. All'inizio del secolo XXI l'acronimo BIM viene utilizzato da Jerry Laiserin nel 2002 con riferimento al professore Chuck Eastmann del Colleges of Architecture and Computer Science at Georgia Institute of Technology.

Oggi questa metodologia è diffusa in tutto il mondo e la maggior parte dei paesi sta promuovendo il BIM in varie organizzazioni, con la finalità di sviluppare le competenze necessarie per affrontare specifici obiettivi. Un esempio è il la Commissione europea, che ha incentivato un gruppo di lavoro dell'UE, con l'obiettivo di creare una rete europea volta a promuovere l'uso del BIM nei lavori pubblici.

*“Il BIM è un nuovo modo di gestire il progetto edile e infrastrutturale che offre numerosi vantaggi in termini di controllo dei processi progettuali e costruttivi,*

*ottimizzazione dei tempi e dei costi, gestione del cantiere e successiva manutenzione del costruito per l'intero ciclo di vita.”<sup>3</sup>*

*“Il Building Information Modelling è al centro di una trasformazione digitale del settore delle costruzioni e dell'ambiente edificato. I governi e i committenti pubblici in tutta Europa e in tutto il mondo stanno riconoscendo il valore del BIM come facilitatore strategico del conseguimento di obiettivi in termini di costi, qualità e politiche.”<sup>4</sup>*

Alla base della filosofia BIM stanno tutte le informazioni necessarie per l'identificazione di un modello, archiviato in un database e diffuso su una piattaforma collaborativa che permetta ai professionisti, agli addetti, ai lavori e ai committenti di condividere le informazioni. Obiettivo del BIM è la rappresentazione del manufatto nel suo intero ciclo di vita.

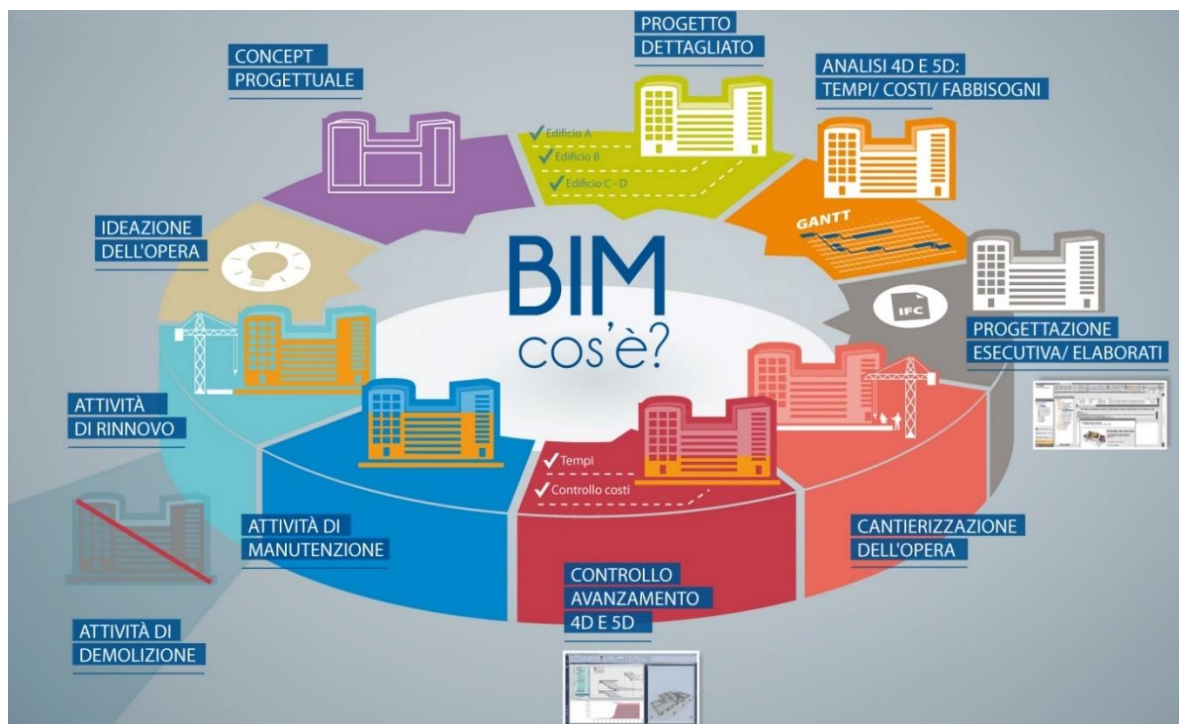


Figura 1 – Bim e Ciclo di vita di una costruzione. [www.ccberchet.it](http://www.ccberchet.it)

<sup>3</sup> ASSOBIM

<sup>4</sup> EUBIM Task Group (2018)

### 2.1.1. Dimensioni BIM

Il BIM può generare molti benefici nel processo edilizio tra cui il più importante è quello di definire oggetti che entrano in gioco nella digitalizzazione del manufatto, rappresentato non più in solo 3 ma addirittura in 7 dimensioni, aggiungendo alla geometria tridimensionale costi, tempi, gestione e sostenibilità.

L'immagine evidenzia gli aspetti tecnici in una progettazione "BIM-based".

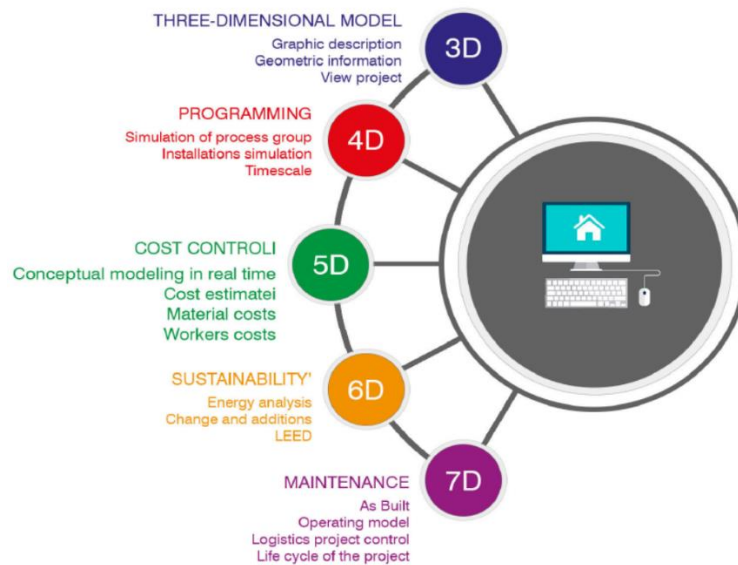


Figura 2 – Le 7 dimensioni del BIM.

- 3D: modello geometrico tridimensionale
- 4D: analisi dei tempi
- 5D: analisi dei costi
- 6D: fase di gestione
- 7D: sostenibilità

Le norme italiane sul BIM della serie UNI11337 hanno una classificazione simile a questa nelle parti 5 e 6 dove si fa riferimento alla Sezione gestionale del Capitolato.

La modellazione geometrica (**BIM 3D**) è la dimensione dove si realizza il modello digitale e si definiscono le informazioni geometriche dettagliate per garantire una resa realistica. Questa dimensione serve per progettare l'edificio e permette di avere i modelli architettonico, strutturale e MEP e di analizzare e risolvere probabili interferenze a livello geometrico.

Da qui nasce il termine "Model Checking" che significa la verifica formale dei modelli di ogni singola disciplina, ed è di solito suddivisa in due operazioni:

- Code Checking: verifica della corrispondenza del modello alla normativa e alle richieste progettuale.
- Clash Detection: analisi dei conflitti geometrici del modello.

L'analisi dei tempi (**BIM 4D**) tratta la gestione temporale di un cantiere e definisce le fasi di progetto collegate a un cronoprogramma tipo diagramma di Gantt o Pert; è possibile valutare lo stato d'esecuzione dell'opera, gestire la comunicazione tra direzione lavori e fornitori, verificare eventuali interferenze tra le lavorazioni previste.

Con l'aiuto delle piattaforme BIM based è possibile scomporre un progetto in parti elementari tramite Work Breakdown Structures (WBS) per estrapolare, organizzare e visualizzare la sequenza di lavoro del Team di progetto.

*“WBS is a deliverable-oriented hierarchical decomposition of the work to be executed by the project team to accomplish the project objectives and create the required deliverables. It organizes and defines the total scope of the project. Each descending level represents an increasingly detailed definition of the project work. The WBS is decomposed into work packages. The deliverable orientation of the hierarchy includes both internal and external deliverables.”<sup>5</sup>*

L'analisi dei costi (**BIM 5D**) comprende il computo metrico estimativo: vengono analizzati tutti i costi dei materiali e dei lavoratori per poter gestire la contabilità e i relativi documenti.

L'estrazione delle misure precisa le quantità di materiale degli elementi (Quantity Take Off).

La fase di gestione (**BIM 6D**) permette di valutare i consumi effettivi degli impianti di riscaldamento e di raffrescamento in una ottica di Life Cycle Building che comprende gli aspetti di manutenzione di un manufatto.

L'ultima dimensione, la sostenibilità (**BIM 7D**) analizza la manutenzione e gestione degli impianti, degli involucri e delle finiture dell'opera As Built sotto tre punti di vista:

- Ambientale
- Economico

---

<sup>5</sup> PMBOK® Guide

- Sociale

In tale ottica si cerca una progettazione sostenibile per poter realizzare progetti di qualità utilizzando metodi di valutazione multicriterio come LEED, ITACA, BREEAM ecc.

### 2.1.2. Livelli di maturità BIM

Tra alcuni paesi europei e il Regno Unito è stata definita una strategia che si basa sul concetto di “livelli di maturità” del BIM (Level 0,1,2,3) definiti da Mark Bew come una strategia per il settore edile e in particolare per la digitalizzazione di tutti i progetti spinta dalla necessità di stabilire dei criteri di collaborazione per la condivisione e gestione dei file tra tutti gli attori coinvolti.

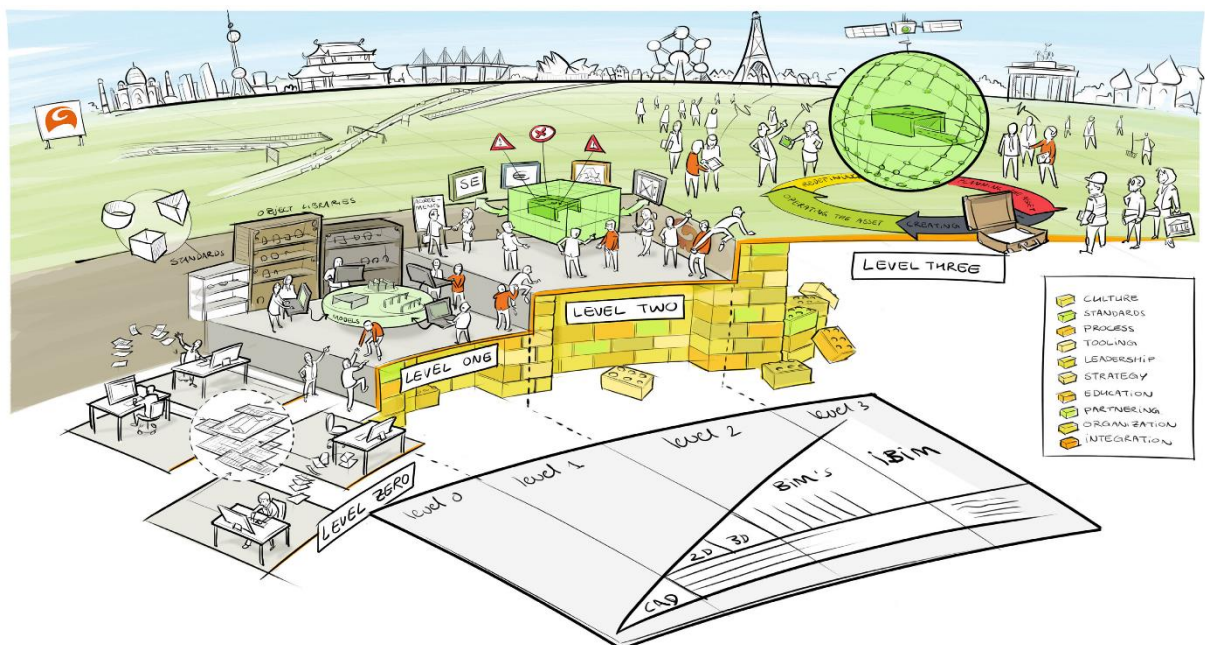


Figura 3 – Rappresentazione grafica dei livelli di maturità del BIM. [www.thebimhub.com](http://www.thebimhub.com)

NBS BIM Object Standard, libreria BIM in rapida crescita nel Regno Unito che contiene una vasta collezione di oggetti BIM sia generici che di produttori, dai sistemi di costruzione di edifici agli oggetti meccanici ed elettrici <sup>6</sup> definisce quattro livelli del BIM:

<sup>6</sup> NBS BIM Object Standard

## LIVELLO 0

Livello base maggiormente utilizzato a causa della sua semplicità all'essere gestito da un computer: include disegni e testi 2D con scambio di informazioni su carta o elettronico, ma senza standard e processi comuni. Essenzialmente è un tavolo da disegno digitale.

*“In its simplest form, level 0 effectively means no collaboration. 2D CAD drafting only is utilised, mainly for Production Information (RIBA Plan of Work 2013 stage 4). Output and distribution is via paper or electronic prints, or a mixture of both. The majority of the industry is already well ahead of this now.”<sup>7</sup>*

## LIVELLO 1

A questo livello il BIM gestisce tutte le informazioni in un progetto e stabilisce la metodologia per la produzione, la distribuzione e la verifica della qualità delle informazioni di costruzione. Ciò include le informazioni generate dal sistema CAD, un sistema ordinato per la collaborazione e una serie di codici che identificano ciascuno degli elementi del progetto.

La progettazione per questo livello avviene secondo la normativa BS 1192:2007 dove la progettazione con il 2D CAD è utilizzata per la rappresentazione delle documentazioni da approvare mentre il 3D CAD si fa una rappresentazione concettuale del lavoro.

Grazie all'uso di piattaforme BIM-based, questo livello permette di collaborare e modificare le informazioni del progetto senza che sia presente una vera cooperazione interdisciplinare tra i diversi modelli architettonico, e con impiantistico, che rimangono indipendenti.

*“BIM Level 1 maturity encompasses the management of digital, indexed construction information, including that generated by 2 or 3D CAD systems within a common data environment. Disciplined design and information management policies for collaboration and a specified naming policy shall be used. Appropriate and proportionate measures will be applied to manage the security risks that affect a built asset, asset data and information.”<sup>8</sup>*

---

<sup>7</sup> NBS National BIM Report 2017

<sup>8</sup> SFT BIM Delivery Group and the Home Nations Working Group



Gli Standard utilizzati richiesti in questo livello:

- BS 1192: 2007 + A2: 2016 Produzione collaborativa di informazioni di architettura, ingegneria e costruzione. Codice di pratica
- BS 8536-1: 2015 Briefing per progettazione e costruzione. Codice di condotta per la gestione delle strutture (infrastruttura degli edifici)
- BS 8536-2: 2016 Briefing per progettazione e costruzione. Codice di condotta per la gestione patrimoniale (infrastruttura lineare e geografica)
- PAS 1192-5: 2015 Specifiche per la modellizzazione delle informazioni di edificio orientate alla sicurezza, ambienti digitali costruiti e gestione intelligente delle risorse
- BS 7000-4: 2013 Sistemi di gestione della progettazione. Guida alla gestione della progettazione nelle costruzioni

## LIVELLO 2

BIM LEVEL 2 definisce quale, quando e come dovrebbe essere creata l'informazione per poterla condividere e gestire in modo collaborativo. Gli elementi che compongono questo livello comprendono i requisiti informativi del committente, del lavoro collaborativo, dei modelli con autorizzazione individuale, la classificazione comune dei dati, i metodi di scambio di informazioni e di creazione di un modello federato.

Dal 4 aprile 2016 questo livello è un requisito per tutti i progetti di costruzione del governo inglese e impone all'impresa come obiettivi quelli di dettagliare i processi che utilizzerà, i requisiti e di conformarsi ai nuovi standard.

*"Level 2 BIM is distinguished by collaborative working and requires "an information exchange process which is specific to that project and coordinated between various systems and project participants"."*<sup>9</sup>

*"Any CAD software that each party uses must be capable of exporting to one of the common file formats such as IFC or COBie. This is the method of working that has*

---

<sup>9</sup> Scottish Futures Trust

*been set as a minimum target by the UK government for all work on public-sector work.”<sup>10</sup>*

Gli Standard utilizzati sono:

- BS 1192: 2007 + A2: 2016: produzione collaborativa di informazioni di architettura, ingegneria e costruzione. Codice di pratica
- PAS 1192-2: 2013: Specifiche per la gestione delle informazioni per la fase capitale / consegna dei progetti di costruzione utilizzando la modellizzazione delle informazioni sugli edifici
- PAS 1192-3: 2014: Specifiche per la gestione delle informazioni per la fase operativa delle risorse utilizzando la modellizzazione delle informazioni sugli edifici (BIM)
- BS 1192-4: 2014: produzione collaborativa di informazioni. Soddisfare i requisiti di scambio di informazioni del datore di lavoro utilizzando COBie. Codice di pratica
- PAS 1192-5: 2015: Specifiche per la modellazione delle informazioni di edificio orientate alla sicurezza, ambienti digitali costruiti e gestione intelligente delle risorse
- BS 8536-1: 2015: Briefing per progettazione e costruzione. Codice di condotta per la gestione delle strutture (infrastruttura degli edifici)
- BS 8536-2: 2016: Briefing per progettazione e costruzione, parte 2; codice di condotta per la gestione patrimoniale (infrastruttura lineare e geografica)

### **LIVELLO 3**

Anche se il livello non è ancora completamente definito, l'obiettivo è di generare un modello di collaborazione online che includa un'analisi dei tempi di costruzione (BIM 4D), dei costi (BIM 5D) e informazioni sul ciclo di vita del progetto (BIM 6D); l'unione di queste dimensioni è nota come "iBIM" o BIM integrato.

---

<sup>10</sup> NBS BIM Object Standard

In questo livello il file di modello deve essere unico, accessibile e modificabile da tutti gli attori coinvolti nel progetto; il file deve risiedere in un backup centralizzato e avere in comune un formato di scambio “neutro” (IFC).

*"Level 3 will enable the interconnected digital design of different elements in a built environment and will extend BIM into the operation of assets over their lifetimes – where the lion's share of cost arises. It will support the accelerated delivery of smart cities, services and grids. Owners and operators will be able to better manage assets and services as they track their real-time efficiency, maximising utilisation and minimizing energy use.”<sup>11</sup>*

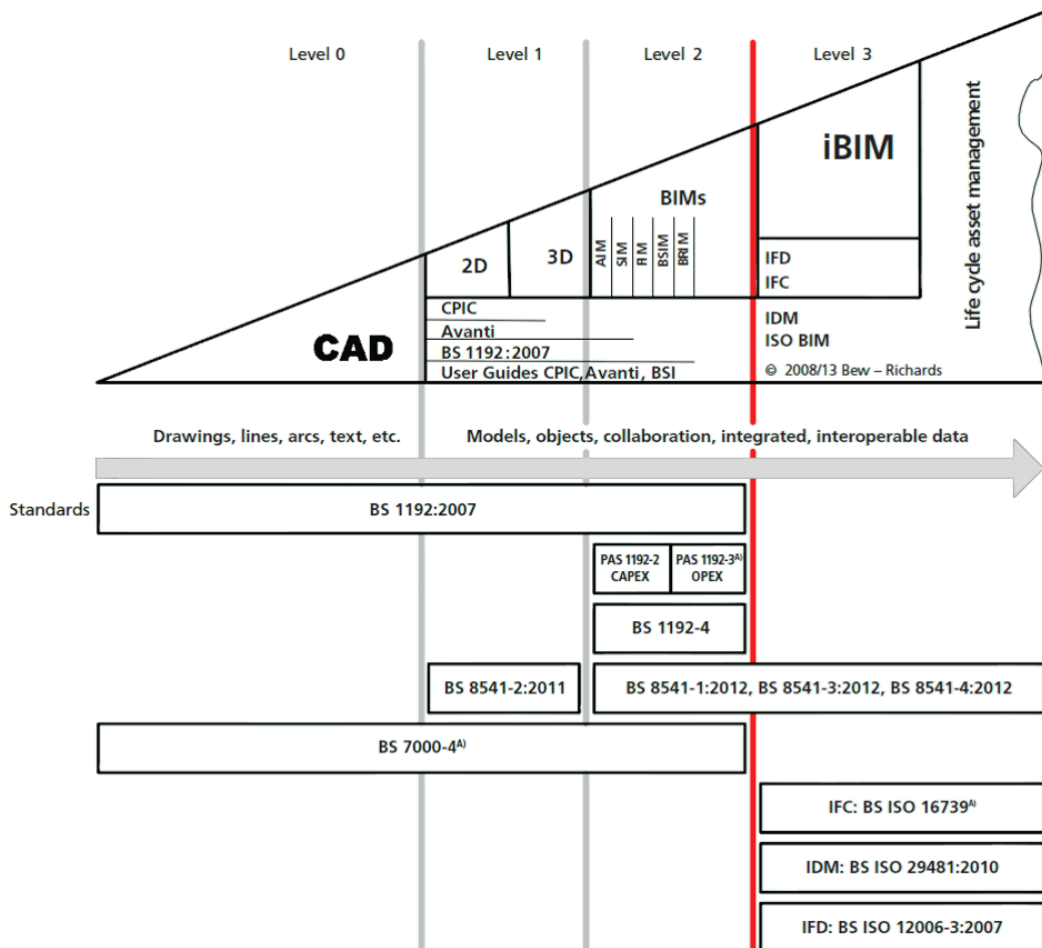


Figura 4 – Il modello di maturità BIM proposta da Bew e Richards per il Regno Unito (2008)

<sup>11</sup> Design Buildings

### 2.1.3. Interoperabilità

L'esigenza di dialogo tra l'architettura, l'ingegneria e la costruzione ha stimolato la standardizzazione e la codifica ad esempio, dello scambio di un file, della definizione di un aggiornamento, del trasferimento di dati grafici in un altro formato, ecc.

In un momento in cui il BIM viene sempre più utilizzato soprattutto per le grandi opere internazionali è necessario che i vari attori parlino e interagiscano tra loro anche dal punto di vista di programmi software, perché è difficile un progetto gestito da un'unica organizzazione. Normalmente i progetti vengono gestiti per un appaltatore, la direzione dei lavori è svolta da un'altra società e non è inconsueto che la gestione di alcuni progetti sia svolta da imprese di paesi in cui si parla un'altra lingua e con una propria cultura; ecco perché è importante utilizzare gli standard nazionali e internazionali.

L'interoperabilità rappresenta la capacità di scambiare, gestire e comunicare i dati di un progetto tra le diverse specialità e i vari attori coinvolti nel progetto, ma per questo obiettivo è necessaria la presenza di standard di condivisione.

*“L'interoperabilità è l'abilità di scambiare i dati tra le applicazioni, in modo da semplificare il flusso di lavoro e a volte facilitarne l'automazione.”<sup>12</sup>*

La qualità delle informazioni entra in gioco in merito all'uso degli oggetti per la gestione ed il trasferimento relative ai materiali, alle quantità, ai costi, ai tempi, alle analisi energetiche e strutturali, ecc. Col passare del tempo si è sempre più affermato il concetto dello scambio dei dati e per questo enti di ricerca, associazioni di produttori di software, industrie, e aziende cercano di generare degli applicativi per affrontare tutte le esigenze del mercato.



Figura 5 – Logo aziendale dell'BuildingSmart International. [www.buildingsmart.org](http://www.buildingsmart.org)

Negli Stati Uniti l'International Alliance for Interoperability (IAI) ha definito gli standard di scambio dati mediante il linguaggio IFC (Industry Foundation Classes), il cui formato

---

<sup>12</sup> A.L.C. CIRIBINI

permette la condivisione globale delle informazioni di progetto come specificato nella norma ISO 16739:2013.

Il formato di scambio dati IFC della BuildingSmart International si è affermato sul piano mondiale nel settore del BIM.

Questo organismo ha come obiettivo tre standard:

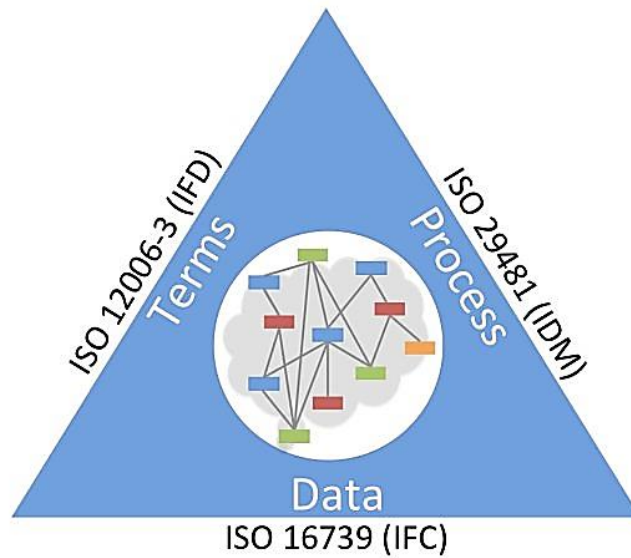


Figura 6 – Triangolo BuildingSmart. [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)

- Data model (IFC)
- Data dictionary (IFD)
- Processes (IDM)

IFC è un formato di interscambio di informazione sui modelli tra i vari software basato su un modello strutturato dei dati, un sistema di classificazione e la descrizione di tutti i componenti, attributi e concetti.

Uno step successivo è il formato IFD, un dizionario internazionale che definisce tutti i termini, prodotti e processi del settore delle costruzioni. A differenza del IFC questo formato fornisce le definizioni degli oggetti descritti per il primo formato con le sue relative proprietà. Lo standard di riferimento è la norma ISO 12006-3.

Lo standard IDM è relativo alla metodologia di definizione dei processi e dei flussi di informazioni durante l'intero ciclo di vita di una costruzione. Il vantaggio di questa metodologia è che può simulare processi nuovi o esistenti attraverso la descrizione delle

informazioni che devono essere scambiate tra tutti gli attori. Questo standard, che aiuta a costituire la base per definire le specifiche delle procedure software, è oggetto della norma ISO 29481-1.

Grazie all'interoperabilità BIM è dunque possibile lo scambio di informazioni sui modelli tra i vari software e di conseguenza, la collaborazione ed i contributi di tutti gli attori coinvolti nel progetto.

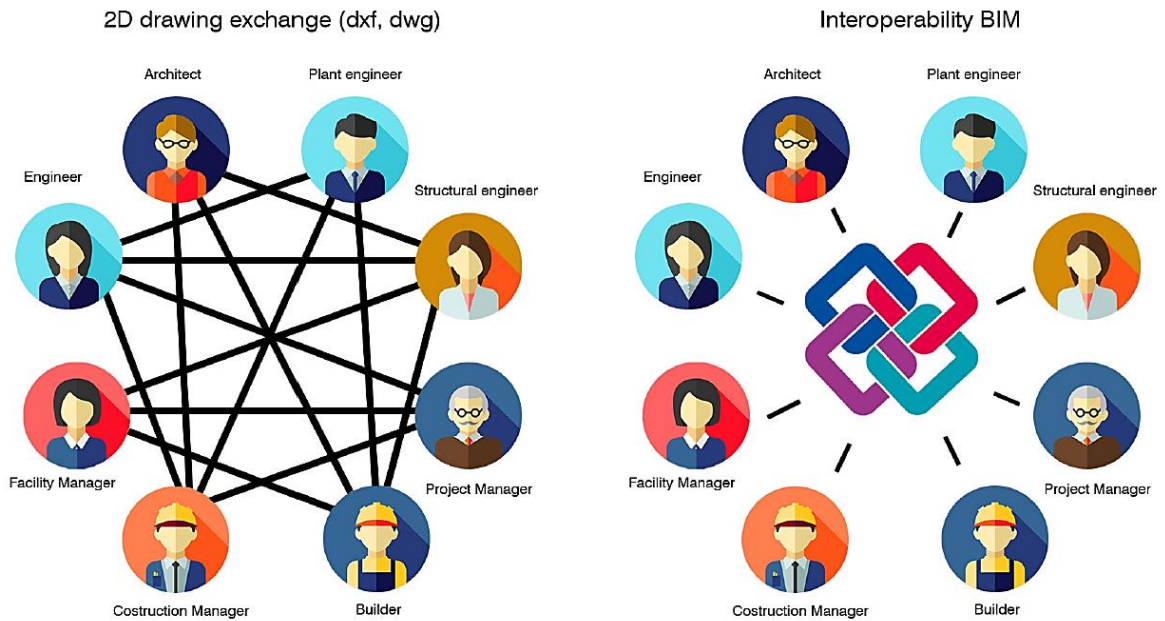


Figura 7 – Interoperabilità BIM. [www.autodesk.com](http://www.autodesk.com)

Per quanto riguarda l'interoperabilità nel settore del BIM, è opportuno sottolineare che:

*“It’s an opportunity for companies to showcase their application of buildingSMART open standards and solutions as it applies to current challenges of interoperability faced during collaborative project delivery or asset operations.”<sup>13</sup>*

<sup>13</sup> Richard Petrie

## 2.1.4. Linguaggi

Uno dei temi più importanti, da considerare quando si usano diversi strumenti di modellazione, è quello di definire un linguaggio in comune e comprendere come parleranno i diversi strumenti tra loro. Quando un modello non è parametrizzato correttamente, oppure quando non contiene l'informazione necessaria come specifiche di montaggio o descrizioni specifiche, il prodotto che arriva in cantiere è difficilmente utilizzabile.

Per poter utilizzare uno strumento in cantiere è necessaria una lingua comune per poter parlare tra le parti e estrarre le informazioni più facilmente; tale lingua deve avere una serie di codici applicabili a qualsiasi strumento o software con cui si stia lavorando sia ArchiCAD, Revit, Edificius...

Come “parlano” gli strumenti tra loro? con quale linguaggio comune? Esistono 3 tipi di lingue:

- IFC: Formato dati aperto creato per rendere possibile l'interoperabilità e lo scambio di informazioni tra vari operatori. Permette l'interscambio d'informazioni senza perdita o distorsione dei dati. È regolato dal ISO 16739:2013.
- COBie: Formato di scambio di informazioni che garantisce la raccolta di dati dalla fase di progettazione e costruzione al trasferimento dei dati per la gestione della fase di manutenzione. È fondamentalmente la lingua per il funzionamento e la manutenzione. COBie ed è regolato dal ISO 15686-4:2014.
- BCF: Formato di file aperto che permette di inserire commenti, schermate e altro in aggiunta al livello IFC per una migliore comunicazione tra le parti. Il BCF si utilizza nella revisione di un progetto e nel controllo di qualità. Il suo utilizzo può essere esteso a qualsiasi fase del progetto se è necessario effettuare un controllo e una verifica.



**IFC™**

È un formato dati aperto focalizzato sull'interoperabilità e lo scambio di informazioni tra strumenti.

ISO 16739:2013 Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries



**COBie®**

Specifiche per lo scambio, l'uso specifico delle informazioni dell'edificio incentrato sulla pianificazione e l'uso della manutenzione degli edifici.

ISO 15686-4:2014 Building Construction - Service Life Planning - Part 4: Service Life Planning using Building Information Modelling



**BCF®**

Formato per la revisione e il controllo di qualità degli elementi di un modello in un software per la revisione e il coordinamento di specialità.

## *IFC*

Ogni modello porta con sé specificità e tutti insieme forniscono il duale virtuale dell'edificio, ma non tutto è facile come sembra perché in realtà i modelli sono dei file prodotti con software spesso di classe diversa: come mettere insieme questi modelli, che parlano lingue diverse? Un'associazione internazionale "BuildingSmart International" nel corso degli anni ha realizzato una struttura dati aperta e non proprietaria, una specie di Esperanto, rinunciando a tutti i diritti e disponibile per tutti.

Questo linguaggio è uno standard, una norma ISO che chiunque può acquistare e dove trova tutte le specifiche del linguaggio: chiunque abbia un minimo di conoscenze di programmazione è in grado di capirlo. BuildingSmart non solo ha realizzato questa lingua, ma anche certifica le aziende software che fanno richiesta e fornisce la validazione dei file prodotti con il linguaggio standard.

*"I dati possono essere scambiati in formati di file aperti, neutri per le piattaforme, che non sono controllati da un unico fornitore o gruppo di fornitori. Un formato di collaborazione di uso comune nel contesto del Building Information Modelling (BIM) è l'IFC (Industry Foundation Class). La specifica del modello IFC è aperta e disponibile. È un formato registrato dall'ISO ed è una norma ISO ufficiale."*<sup>14</sup>

Il formato IFC è nato nel 1994 quando un consorzio industriale, 12 società americane costituite sotto il nome di Industry (dal 1997 International) Alliance for Interoperability, ha investito nella realizzazione di un codice C++ per la gestione di applicazioni integrate.

L'organizzazione era responsabile della promozione dell'IFC come modello di dati neutri, utile per raccogliere informazioni dell'intero ciclo di vita di un edificio e dei suoi impianti. Dal 2005 l'attività continua tramite la BuildingSmart.

Il funzionamento di IFC basa la sua struttura su un'architettura relativa a:

- Semantica
- Relazioni
- Proprietà

---

<sup>14</sup> EUBIM Task Group (2018)



Questo modello di dati parte dagli elementi per descrivere i componenti di un edificio integrati con le proprietà specifiche di ogni oggetto, come si può vedere nello schema seguente.

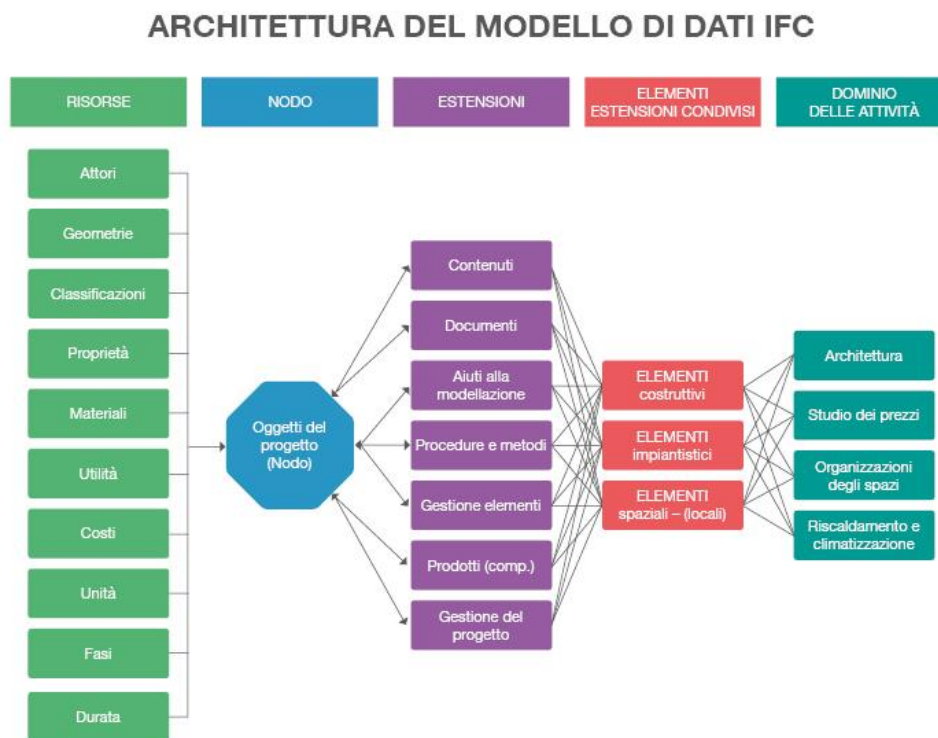


Figura 8 – Architettura IFC. Guida al BIM

Il formato IFC quando importato in un software viene convertito in un nuovo formato specifico della piattaforma su cui si lavora; dato che l'IFC è un formato di scambio, quando viene utilizzato uno dei software che consente la lettura IFC (visualizzatori IFC), non è consentita alcuna modifica.

A oggi non esiste uno standard aperto migliore o più efficiente di IFC. Anche se IFC non è la soluzione a tutti i problemi legati allo scambio di informazioni, e al di là delle possibili critiche tecniche, BuildingSmart ne sta migliorando continuamente l'operatività.

E' stato detto che dal 2019 sarà richiesto l'uso dei sistemi di informazione in Italia, è molto probabile che i lavori infrastrutturali siano stati i primi a essere coinvolti poiché raggiungono facilmente la soglia di offerta di 100 milioni di euro.

IFC è lungi dall'essere un formato che contiene tutti i parametri utili per tutte le specializzazioni: l'intero settore delle infrastrutture, ad esempio, manca ancora di un sistema,

attualmente in fase di sviluppo". Alla luce di questa osservazione, va ricordato che, in Italia, dato che la legislazione che istituisce l'introduzione del BIM nelle opere pubbliche è definitiva, è molto probabile che le opere infrastrutturali siano le prime ad essere coinvolte dal momento che sono quelle che raggiungono più facilmente la soglia di 100 milioni di euro, cioè il livello di opere per le quali dal 2019 è richiesto l'uso di sistemi digitali di informazione.

È opportuno sottolineare che l'IFC permette inviare tutte le informazioni dell'edificio durante tutto il ciclo di vita, dagli studi di fattibilità alla costruzione e poi alla manutenzione.

*“L'IFC rappresenta la geometria, le relazioni, i processi, i materiali e le altre proprietà necessarie per la progettazione e produzione, utilizzando il linguaggio ISO-STEP EXPRESS con minori restrizioni rispetto al linguaggio EXPRESS. Mentre molti altri ISO-STEP focalizzano i propri sforzi nello scambio tra software precisi all'interno di specifici campi dell'ingegneria, si è pensato che nell'Industria delle Costruzioni questo avrebbe portato a un risultato frammentario nonché ad un insieme incompatibile di standard.”<sup>15</sup>*

---

<sup>15</sup> A.L.C. CIRIBINI,

## Dinamica efficiente dei processi BIM

In questo capitolo si analizzano tutte le caratteristiche e le fasi della dinamica efficiente dei processi BIM per poter avere un prodotto finale di alta qualità. Vengono anche fornite le definizioni del criterio IPD (Integrated Project Delivery) e la filosofia Lean Construction.

La dinamica efficiente dei processi BIM è una metodologia di lavoro responsabile dello sviluppo dell'intero processo collaborativo e dell'organizzazione dell'intero team di progetto. Questo modello combina processi e concetti che se vengono eseguiti in modo coordinato è possibile ottimizzare il lavoro e migliorare i risultati che soddisfano gli obiettivi perseguiti nell'implementazione del BIM all'interno di un'azienda; fondamentalmente questa dinamica è responsabile di stabilire tutto il processo necessario per essere in grado di ottenere un prodotto finale di alta qualità in modo più efficiente.

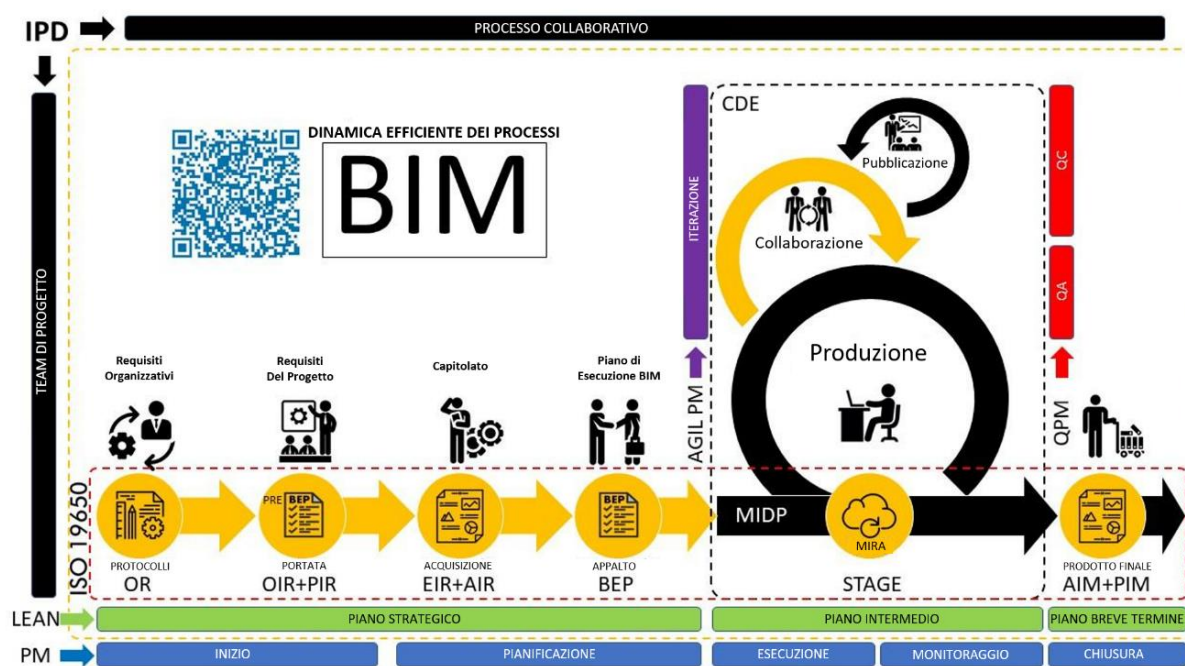


Figura 9 – Dinamica efficiente dei progetti. Luis Carlos Morales

Como se puede observar en la imagen anterior la dinámica eficiente de procesos esta estructurada a partir de varios entes y normativas enunciados a continuación:

### IPD (Integrated Project Delivery)

È un approccio di consegna del progetto che è responsabile di fornire la guida di lavoro collaborativa, il team di progetto e le condizioni contrattuali. Per poter realizzare un progetto di successo è necessario utilizzare sistemi informatici che consentano di descrivere e documentare immediatamente qualsiasi evento dello stesso; inoltre, questo criterio è supportato da alcuni regolamenti, filosofie e metodologie come ISO 19650, la filosofia Lean Construction e principalmente il Buildin Information Modeling.

### Lean Construction

È una filosofia responsabile della riduzione degli sprechi in risorse, processi, sovrapproduzione e attesa all'interno di un progetto. Al fine di ottenere miglioramenti nei processi, è necessario considerare una serie di aspetti importanti, come la riduzione della variabilità, la riduzione dei tempi, la semplificazione dei processi, lasciare da parte tutto ciò che genera perdite, tra altri.

### **PM (Project Management)**

È responsabile di stabilire tutte le fasi di un progetto, chi e come sarà sviluppato al fine di renderlo di successo. Durante il processo vengono applicati alcuni criteri di valutazione che consentono di raggiungere l'obiettivo; praticamente PM fornisce la guida della gestione del progetto e dei suoi elementi, ambito, tempo, costi.

### **ISO 19650 (Gestione delle informazioni BIM)**

standard responsabile della gestione delle informazioni durante l'intero ciclo di vita di un edificio attraverso un ambiente di dati comune (CDE) come fonte di informazioni reali. I primi due standard sono stati pubblicati nel primo trimestre del 2019 ed è basato sugli attuali standard britannici 1192.

### **OIR (Organization Information Requirements)**

OIR descrive le informazioni richieste da un'organizzazione al fine di stabilire sistemi di gestione patrimoniale e altre funzioni organizzative.

### **PIR (Project Information Requirements)**

In questa fase è necessario elencare tutti i requisiti del progetto e definire la portata per iniziare a costruire una bozza del BEP. All'interno di questa fase è necessario definire le lingue, i parametri, le applicazioni che verranno eseguite in cantiere; ciò questo con la finalità di poter definire e parametrizzare gli strumenti.

### **EIR (Employer Information Requirements)**

In questa fase vengono definiti tutti i dati, le informazioni e i modelli che verranno prodotti in ogni fase del progetto. Questi documenti sono essenziali nello scambio di informazioni perché aiutano a facilitare il processo decisionale nelle fasi più importanti del progetto. È definito praticamente come un capitolato con cui faccio un contratto, quindi si fa il contratto

all'appaltatore di disegno che sono le persone che devono seguire tutti i parametri stabiliti prima.

### **AIR (Asset information Requirements)**

È responsabile della trasmissione dell'OIR a specifici appaltatori esterni del progetto o di gruppi di lavoro interni, stabilendo i requisiti di informazione dell'organizzazione. Descrive in pratica le procedure di gestione delle informazioni per la fase operativa.

### **BEP (BIM Execution Plan)**

Il BEP deve contenere tutte le indicazioni relative all'organizzazione per rispondere, ai modi e ai tempi, dell'appaltatore richieste nel capitolato per poter stabilire la collaborazione e la gestione dei flussi di lavoro BIM. Come minimo questo documento deve riportare lo scopo del BEP, informazioni generali sul progetto, obiettivi, schemi dei processi, requisiti tecnici (hardware e software), metodologie, nomenclatura tra altri dettagli.

### **Agil PM (Gestione del progetto agile)**

Questo è un processo migratorio che è responsabile della soddisfazione del cliente partendo dai requisiti stabiliti per loro e presentati nei prodotti finali.

### **CDE**

Il CDE è il sito in cui lavora tutta l'informazione perchè raccoglie, archivia e organizza dati e informazioni nell'ambito di un processo BIM (per questo è conosciuto come lo strumento per il BIM management); il vantaggio di questo strumento è quello di funzionare come un unico repository di informazioni e integrato. Uno dei grandi vantaggi di questo sito è che è adottato per consentire l'interoperabilità nel migliore dei modi, che è una delle caratteristiche essenziali del BIM.

### **MIDP (Master Information Delivery Plan)**

È un piano che gestisce la consegna delle informazioni durante il ciclo di vita del progetto. In sostanza, si tratta di una raccolta del piano di informazione sui singoli compiti (Task Information Delivery Plans - TIDP) che include i dettagli su quando devono essere preparate le informazioni sul progetto, chi è responsabile della produzione d'informazione e quali

protocolli e procedure dovrebbero essere presi in considerazione in ciascuna delle fasi. Di solito è sviluppato dal responsabile del team.

### **QM (Gestión de Calidad)**

È un processo che si occupa della pianificazione, garanzia, controllo e miglioramento della qualità del progetto che, durante l'esecuzione e la conclusione, viene valutato sulla base di regole e standard.

### **AIM (Asset Information Model)**

È un modello che raccoglie i dati e le informazioni necessari per supportare la gestione patrimoniale fornendo dati, informazioni grafiche e non grafiche. Un AIM può essere creato da sistemi di informazioni sulle risorse esistenti, da nuove informazioni o informazioni in un modello di informazioni sul progetto (PIM) utilizzato per la costruzione di una nuova risorsa.

### **PIM (Project Information Model)**

Il PIM è sviluppato durante la fase di costruzione e progettazione di un progetto in risposta ai requisiti stabiliti nell'EIR. Il PIM funziona generalmente su un modello federato di informazioni sulla costruzione, una gamma di dati e documentazione non grafici.

### 3.1. Integrated Project Delivery - IPD

Negli ultimi 50 anni, la gestione dei progetti è passata da un approccio ascendente a un approccio integrato; a causa dell'importanza delle persone interessate al progetto e dell'interesse di risparmiare tempo, prezzi e ridurre l'impatto ambientale. È importante capire che oggi è necessario integrare i progetti in modo che tutti i soggetti coinvolti possano contribuire con le loro conoscenze, le loro idee per lavorare sullo stesso progetto e ottenere molti risultati di alta qualità; Questo è il motivo per cui nasce la necessità di risolvere i problemi che sorgono nella costruzione e i ritardi che questi causano, allora questi problemi si risolvono attraverso l'IPD (Integrated Project Delivery) che, come criterio, è responsabile dell'integrazione di tutte le persone coinvolte nei sistemi con lo scopo ottimizzare la gestione dei progetti di costruzione.

*“Integrated Project Delivery (IPD) is a project delivery approach that integrates people, systems, business structures and practices into a process that collaboratively harnesses the talents and insights of all participants to optimize project results, increase value to the owner, reduce waste, and maximize efficiency through all phases of design, fabrication, and construction.”<sup>16</sup>*

Allo stesso modo, per essere in grado di realizzare i progetti integrati, è necessario utilizzare sistemi informatici che consentano di essere in grado di descrivere, documentare e assegnare i ruoli di ciascuno dei membri che entrano per formare il progetto e di gestire le informazioni attraverso un CDE. Lo scopo e il vantaggio della gestione di questi sistemi è che possono essere generati buoni rapporti di fiducia, trasparenza, collaborazione, informazione e rischio e profitti economici condivisi.

È possibile affermare che il Building Information Modeling sta ricevendo una maggiore accoglienza in tutto il mondo, poiché comunica informazioni agli interessati del progetto in un formato virtuale in cui tutti comprendono facilmente. Questa metodologia ha due idee principali che sono il vantaggio nella visualizzazione del progetto e l'efficienza nel database. Sebbene BIM e IPD organizzino e facilitino la distribuzione di informazioni a tutti coloro che sono interessati al progetto, c'è ancora la questione di chi debba essere incluso come interessato al progetto, perché IPD cerca di posizionare prima gli obiettivi del progetto e poi

---

<sup>16</sup> AIA California, 2007



se quelli di ciascuno dei partecipanti, allo stesso modo, cercano di organizzare il progetto al fine di eliminare gli sprechi, ridurre i tempi e aumentare la produttività.

Attualmente, l'industria americana delle costruzioni risulta essere molto vantaggiosa per i membri del progetto con l'implementazione del BIM e dell'IPD, oltre a seguire insieme la filosofia Lean Construction; risulta essere molto vantaggioso per i membri del progetto in quanto esiste una situazione in cui tutti vincono o perdono nel progetto, questo spinge tutti i membri a ottenere solo risultati positivi, utilizzando un modello 3D in cui il progetto è meglio compreso e ha un maggiore impatto positivo sulla redditività di questo.

Secondo Owen Matthews e Gregory A. Howell ci sono 4 problemi importanti che sorgono quando si assume un progetto quando si parla dell'integrazione di tutte le persone coinvolte in un progetto e sono:

- Le buone idee vengono mantenute
- Il reclutamento limitano la cooperazione e l'innovazione
- Incapacità di coordinarsi
- Pressione per l'ottimizzazione locale

Ma allo stesso tempo affermano che è possibile risolvere questi 4 problemi attraverso l'implementazione di IPD, ma non è un processo facile o automatico a causa dell'allineamento di interessi, obiettivi e pratiche che vengono eseguiti in una singola azienda. Pertanto, si basa sull'idea di creare un team di integrazione composto da architetto, consulenti tecnici, appaltatori e subappaltatori; in questo modo, tutti i team di progetto sono responsabili di tutte le disposizioni del contratto principale con il cliente e i membri del team principale condividono il rischio e il vantaggio per le prestazioni complessive del progetto.

In relazione al contratto, deve essere stipulato un contratto in cui tutta il team IPD venga collegato al cliente; tutti i termini commerciali del progetto devono essere dettagliati all'interno del presente contratto, devono essere definiti i campi di applicazione, un calendario e i relativi costi. Successivamente, viene stipulato un accordo con i membri del team primario in cui tutti accettano congiuntamente il rispetto dei termini, delle condizioni e dei requisiti del contratto principale. In questo accordo prendono anche decisioni sui rischi e i benefici del progetto attraverso una formula consolidata.

L'AIA afferma che per ottenere il massimo beneficio dall'IPD, viene fatto ogni sforzo per mantenere la continuità del team. Non è raccomandato il ritiro dei membri del team tramite assegnazione o risoluzione volontaria. All'inizio del progetto, il team decide i pochi casi, se ci sono, in cui il ritiro è accettabile. Qualsiasi decisione di questo tipo fa parte degli accordi in vigore e gli accordi possono includere disposizioni in materia di danni in caso di recesso in determinate circostanze.

### 3.2. Lean Construction

Lean Construction è una nuova filosofia il cui scopo è eliminare le attività che generano perdite, ottimizzare risorse, costi e scadenze. La storia di questa filosofia di ha le sue origini nel sistema di produzione sviluppato dalla Toyota dopo la seconda guerra mondiale e ha lo scopo di eliminare le perdite<sup>17</sup> nei processi di produzione. Lean Construction è stata implementata con successo in alcuni paesi dal 1993, dove formata da una rete di ricercatori e professionisti in architettura e ingegneria, suggeriscono che queste indagini devono essere rinnovate con nuovi concetti per rispondere alle sfide che sorgono nei progetti di costruzione.

*“Un processo "Lean" è uno che non ha rifiuti, per questo motivo è essenziale identificare questi rifiuti in ciascuno dei processi, al fine di eliminarli completamente impedendo loro di riapparire. Il modello del processo di produzione secondo i principi di "Lean Construction" si basa sulla considerazione dei flussi di un processo (attività che non aggiungono valore), come le attività di conversione (attività che aggiungono valore) che consentono di enfatizzare l'analisi attraverso minimizzazione e/o eliminazione delle attività di flusso, poiché costituiscono la maggior parte delle fasi dei processi di produzione nelle costruzioni.”<sup>18</sup>*

Gli aspetti principali da prendere in considerazione per ottenere miglioramenti nei processi, secondo la filosofia Lean Construction (Koskela, 1992), sono:

- Ridurre le attività che non generano valore per il prodotto: alcune delle attività sono ispezioni, movimenti, trasporto, attesa, ecc. Questo principio afferma quindi che questi flussi devono diminuire o scomparire, ma non possono essere completamente ignorati.
- Aumentare il valore del prodotto: questo principio stabilisce che le necessità e le esigenze del cliente devono essere molto chiari, sempre alla ricerca di piena soddisfazione.
- Ridurre la variabilità: ridurre la variabilità principalmente per la soddisfazione del cliente.

---

<sup>17</sup> La filosofia Lean Construction comprende come perdita in generale tutto ciò che non genera valore.

<sup>18</sup> Camargo & Gonzalez (2011)

- Riduzione dei tempi di ciclo: attuare la riduzione dei tempi di ciclo per ottenere minori tempi di consegna ai clienti e facilitare il processo di gestione della produzione.
- Semplifica i processi: semplifica la procedura, riducendo le fasi di un processo o riducendo il numero di componenti di un prodotto.
- Aumentare la flessibilità
- Trasparenza: incoraggiare la trasparenza per dare ai cliente una maggiore partecipazione al progetto, consentendogli di essere più consapevole delle procedure e dello stato attuale della produzione.
- Concentrarsi sull'intero processo: guardare l'intera azienda, tenendo conto di tutti i processi coinvolti.
- Miglioramento continuo: rivedere e valutare il modo in cui i processi vengono eseguiti, identificando continuamente le opportunità di miglioramento e la loro attuazione per rendere i processi più produttivi.
- Equilibrio positivo tra miglioramento dei flussi e conversioni: confronto tra i miglioramenti apportati ai processi di conversione e i flussi.
- Riferimenti: essere consapevoli di come vengono eseguite le procedure in concorrenza o nelle organizzazioni correlate al fine di trovare opportunità di miglioramento.

## Linee guida e Normative

In questo capitolo si analizzano alcune delle linee guida che aiutano a capire come vengono strutturati i progetti per raggiungere gli obiettivi. Sono illustrati gli usi del BIM stabiliti per la Pennsylvania State University e il diagramma di MacLeamy. Vengono anche analizzati gli standards, il nuovo codice degli appalti, la norma italiana uni 11337 e la norma internazionale ISO 19650.

#### 4.1. Usi del BIM

Prima di definire lo strumento, si definisci l'uso, deve essere definito come si vuole lavorare nella azienda e l'uso che intendi dare a qualsiasi dei progetti. La Pennsylvania State University ha scritto un documento chiamato The BIM Uses in cui sostanzialmente presentano un sistema per la classificazione degli usi BIM. Este sistema proporciona un lenguaje común para los Usos del modelado de información de edificios que son útiles para comunicar el propósito y el contexto de la implementación de BIM en un proyecto. Fondamentalmente questo metodo serve ad applicare la modellazione delle informazioni di costruzione durante il ciclo di vita del manufatto per raggiungere gli obiettivi specifici.

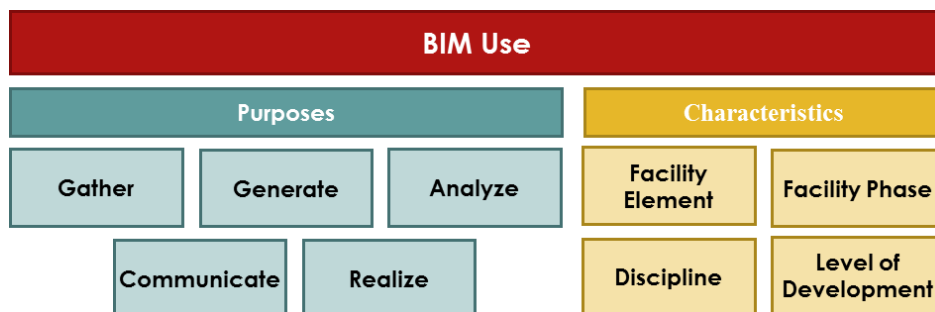


Figura 10 – Usi del BIM. PENN STATE

Gli usi del BIM possono essere classificati in due grandi caratteristiche che sono lo scopo di implementare il BIM per tutta la vita del manufatto e la definizione delle caratteristiche per identificare e comunicare correttamente un uso del BIM. Questi scopi e caratteristiche possono essere definiti a diversi livelli a seconda del livello di specificità richiesto per l'uso corrispondente.

È necessario identificare gli usi BIM di alto valore durante le fasi di pianificazione, progettazione, costruzione e funzionamento del progetto. Questa associazione stabilisce 21 usi all'interno della guida da loro creata con le definizioni e le spiegazioni corrispondenti. È importante che il team consideri ciascuno dei potenziali usi e deve considerare la loro relazione con gli obiettivi del progetto.

Di seguito puoi vedere i 21 usi:

1. Pianificazione della manutenzione (preventiva) dell'edificio
2. Analisi del sistema di costruzione
3. Gestione patrimoniale
4. Gestione e tracciamento dello spazio
5. Pianificazione di catastrofi
6. Modellazione dei record
7. Pianificazione dell'utilizzo del sito
8. Progettazione del sistema di costruzione
9. Fabbricazione digitale
10. Controllo e pianificazione 3D
11. Coordinamento 3D
12. Design Authoring
13. Analisi ingegneristica
  - a. Analisi energetico
  - b. Analisi strutturale
14. Valutazione della sostenibilità (LEED)
15. Convalida del codice
16. Programmazione
17. Analisi del sito
18. Recensioni di design
19. Pianificazione di fase (modellazione 4D)
20. Stima dei costi
21. Modellazione delle condizioni esistenti

## 4.2. Diagramma di MacLeamy

Un altro aspetto da tenere in considerazione in questa metodologia è che, se dalla fase di pianificazione sono coinvolti tutti gli attori, i costi nel cambio di progetti e nella risoluzione dei problemi sono inferiori a quelli che possono essere sostenuti quando ciò accade nella fase costruttiva. Quanto sopra può essere visto più chiaramente nella seguente immagine.

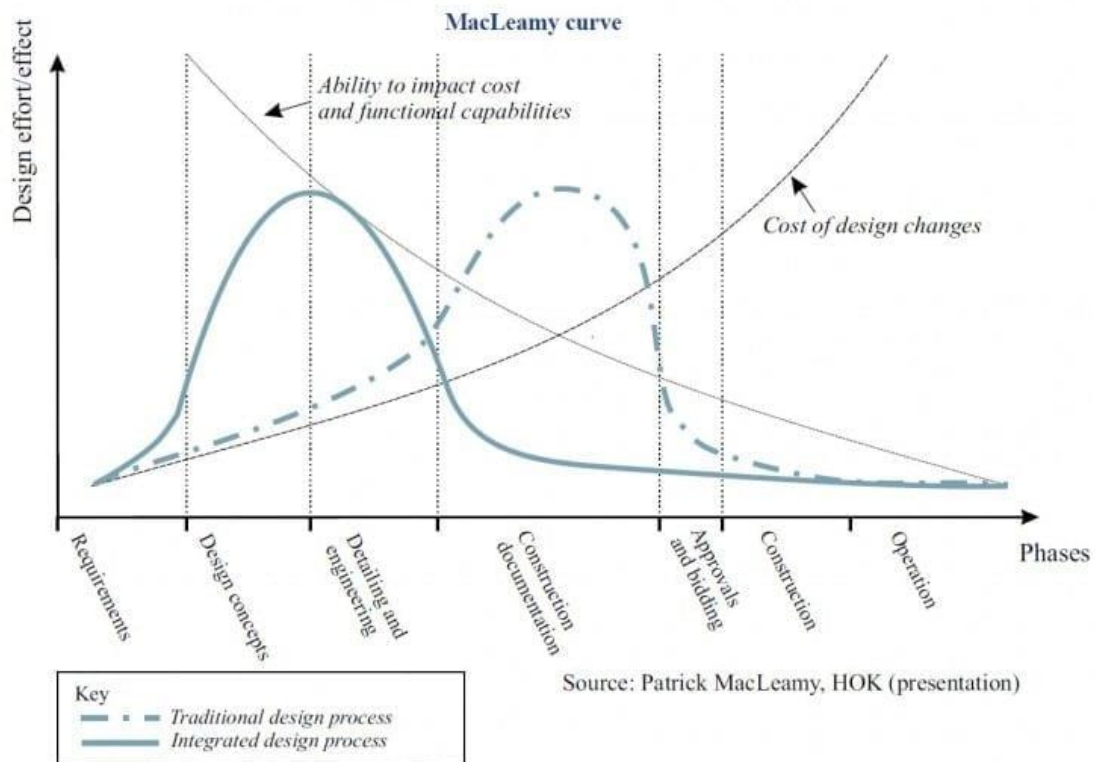


Figura 11 – Diagramma MacLeamy. Biblus

Le curve fanno vedere come lo sforzo nella fase iniziale del progetto si concentra sulla riduzione economica del progetto. È evidente che non si tratta di ridurre gli "sforzi" nella fase del progetto, ma di anticiparli in tempo perché alla fine entrambi hanno il loro picco massimo quasi alla stessa altezza.

In pratica il grafico fatto da Patrick Mac Leamy dimostra che lavorare con un modello virtuale rende la collaborazione del lavoro tra più professionisti più conveniente e produttiva, a differenza dei processi tradizionali caratterizzati da modifiche e correzioni sia in fase di progettazione che in fase di esecuzione.



### 4.3. Standard e standards

Nel mondo ci sono molti standard che aiutano a introdurre e utilizzare la metodologia BIM; di conseguenza, non si può stabilire uno standard mondiale né si può dire che esiste uno standard migliore di un altro perché alla fine hanno tutti lo stesso scopo. Può darsi che alcuni siano più veloci o più efficienti di altri ma alla fine concluderanno sempre lo stesso, ecco perché ogni giorno le aziende e i paesi stessi creano i propri standard perché preferiscono stabilire il proprio sistema di lavoro anziché perdere tempo cercando di capire e adattarsi ad altri standard.

Tuttavia, al fine di tentare di mettere ordine, sono state create diverse organizzazioni che hanno il compito di estendere lo stesso standard per alcuni paesi come National Bim Standard-United States o BuildingSMART International, che hanno proposto i propri standard BIM per lo scambio di informazioni.

*“The National BIM Standard-United States Version3, developed by the National Institute of Building Sciences buildingSMART alliance, contains core consensus-approved standards regarding the exchange of information and standard practices for implementing BIM on a project.”<sup>19</sup>*

---

<sup>19</sup> National Institute of Building Sciences, 2017

#### 4.4. Nuovo Codice dei Contratti Pubblici - D.lgs. n.50/2016

Dal punto di vista degli appalti l'approccio BIM in Italia il BIM è diventato obbligatorio su i lavori pubblici. il Nuovo Codice dei Contratti Pubblici del Decreto Legislativo n.50 del 19 aprile 2016 è uno dei primi documentichei invita tutte pubbliche amministrazioni a richiedere l'utilizzo del Building Information Modelling. Dal 2019 è obbligatorio per tutte le opere sopra al valore di 100 milioni di euro e dal 2025 in poi sarà obbligatorio per tutte le opere.

L'uso di questo decreto porta una serie di obiettivi e benefici come:

- Uno dei suoi obiettivi principali è quello di migliorare l'intera fase di pianificazione e programmazione con una visione avanzata all'interno del Project Management e del computo per poter analizzare tutti i costi dei materiali e dei lavoratori che normalmente è conosciuto come BIM 5D.
- Cerca di migliorare e semplificare tutte le attività che dovranno essere sviluppate dall'appaltatore oltre a specificare le procedure di offerta

#### 4.5. UNI 11337

Per cominciare si parte dal significato di UNI che corrisponde all'ente nazionale italiano di unificazione. Per tanto la UNI 11337 è una norma italiana che è responsabile della spiegazione della gestione dei processi informativi nel settore delle costruzioni, in particolare di come gestire i modelli, elaborazioni e oggetti informativi per prodotti e processi; l'evoluzione e lo sviluppo informativo dei modelli; e flussi di informazioni all'interno dei processi di digitalizzazione.

La norma è stata suddivisa in 10 parti, di cui soltanto le parti 1, 4, 5 e 6 sono state pubblicate

UNI 11337 – 1: Definisce gli aspetti generali della gestione digitale dei processi informativi attraverso la metodologia BIM.

UNI 11337 – 4: In questa parte sono definiti gli aspetti qualitativi e quantitativi di una gestione digitalizzata del processo informativo delle costruzioni.

UNI 11337 – 5: Definisce i ruoli, le regole ed i flussi di coordinamento ed approvazione, gestione e trasmissione dell'informazione necessaria processi di costruzione digitalizzata.

UNI 11337 – 6: Linea guida che parte da un esempio di capitolato informativo.

#### 4.6. ISO 19650

ISO 19650 è l'unione di una serie di standard internazionali di modellizzazione delle informazioni sugli edifici che sono responsabili della definizione dei processi collaborativi per essere in grado di gestire le informazioni molto meglio durante la fase operativa e la consegna delle risorse quando viene utilizzato il BIM. Inoltre il suo scopo è quello di aiutare tutte le organizzazioni del mondo a realizzare un processo di lavoro semplificato e comune all'interno del BIM.

*“Lo standard ISO 19650 è uno standard internazionale di gestione delle informazioni per l'intero ciclo di vita di un asset costruito utilizzando la modellazione delle informazioni sugli edifici (BIM o Building Information Modeling). Contiene gli stessi principi e requisiti di alto livello del livello BIM 2 ed è strettamente allineato con gli attuali standard britannici 1192.”<sup>20</sup>*

Nel primo trimestre del 2019 sono state pubblicate le prime due parti della ISO 19650:

***BS EN ISO 19650-1 - Parte 1: Concetti e principi.***

***BS EN ISO 19650-2 - Parte 2: Fase di produzione delle attività.***

La pubblicazione di questa ISO 19650 consente alle organizzazioni internazionali che collaborano a progetti di ridurre al minimo le attività inefficienti e aumentare la prevedibilità di costi e durata, attraverso la collaborazione e il sito comune per la gestione delle informazioni.

---

<sup>20</sup> BSI Group



## Piattaforme collaborative

Tale capitolo si concentra sulla spiegazione del Common Data Environment (CDE) in base alla descrizione di due strumenti di collaborazione per il trasferimento dei dati: Acca Software e Bim360.

Come coordinare correttamente tutti gli aspetti del progetto? Come organizzare un processo di lavoro ben fatto, soprattutto se più professionisti lavorano insieme?

Ecco perché questa sezione parla del sito in cui tutte le informazioni funzionano, vengono raccolte, archiviate e organizzate; come affermato in precedenza, questo spazio o sito è noto come CDE che consente lo sviluppo dell'interoperabilità attraverso la collaborazione ed i contributi di tutti gli attori coinvolti nel progetto.

Successivamente, verranno presentate alcune delle piattaforme più conosciute nel mercato della digitalizzazione di progetti edili in tutto il mondo. Tra questi troverà la piattaforma creata dal leader del software ACCA in Italia conosciuta con il nome di usBIM.platform e la piattaforma gestita da Autodesk nota come BIM360.

### 5.1. Acca software

ACCA software è la società leader in Italia nella produzione di *software* per l'edilizia. È la prima azienda al con un numero elevato di software certificati per Building Smart, tra loro ci sono: Edificius, Edilus, PriMus, CerTus, ManTus e TerMus. Tutti questi strumenti hanno dei modelli che si parlano tra loro con un linguaggio comune, la IFC e per poter essere in grado di eseguire questo processo deve esistere un ambiente di condivisione dati dove questi modelli possono assemblarsi e possono essere gestiti.

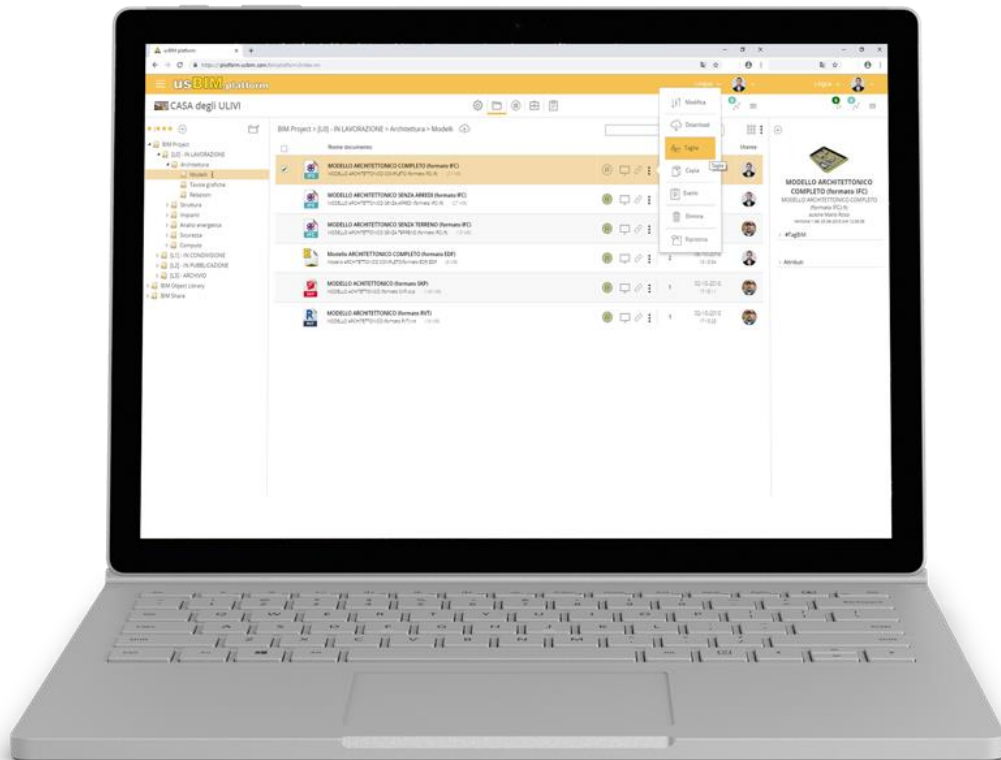
Tutti questi modelli che si parlano con un linguaggio comune, la IFC e è per questo che la società ha cercato di creare un ambiente comune che può essere immaginato praticamente come un zip o come un cloud che per decreto ha una serie di garanzia e privacy, con una serie di condizione di accesso che servono a favorire una tipologia di lavoro collaborativo con varie figure professionale.

ACCA software ha realizzato, per quanto riguarda l'Italia usBIM Cloud, una serie di plug in che consentono di sviluppare tutta una serie di funzionalità su questi modelli che sulla piattaforma possono essere caricati. Acca software ha ricevuto di Building Smart la certificazione di conformità al formato IFC della piattaforma i dei tutti gli estruttivi creati, come avevo detto prima è l'unica piattaforma ad aver ricevuto questa certificazione.

Dunque, il lavoro che la società ha sviluppato in questi anni è stata la creazione delle piattaforme, i plugIn, Software, tutti i certificati con formato IFC che consentano il lavoro

comune, ma quello che deve essere importante e che tutti questi processi permettono dialogare con qualsiasi azienda di software.

ACCA mette a disposizione l'unica piattaforma certificata di IFC per non rimanere indietro sul BIM così è possibile lavorare subito con maggiore organizzazione, con maggiore velocità e con meno errori, è possibile rispettare immediatamente tutte le prescrizioni normative, partecipare subito nella parte BIM ed essere più avanti di tutti appena tutto sarà obbligatorio. Acca dispone di software BIM per costruire ogni aspetto del modello digitale dell'edificio come per esempio la progettazione architettonica, le strutture, il cemento armato, acciaio, legno, muratura, la progettazione energetica, impiantistiche, tutti i tool che servono per arricchire il modello di informazione come la sicurezza, il computo o la manutenzione.



*Figura 12 – Assegnazione di ruoli e valutazione dei file sulla piattaforma us.BIM.platform. ACCA*

La piattaforma usBIM.platform one serve per sviluppare il progetto di maniera conforme alle norme; come si può vedere nell'immagine precedente si possono scegliere tutti i collaboratori assegnando ruoli e permessi per lavorare insieme a loro sul progetto di maniera collaborativa (anche se ciascuno di loro opera con un software diverso), si ottengono automaticamente la revisione dei file e si può vedere chi e quando è stato creato. Tutte le attività parte di ciascuno degli operatori vengono registrati sempre qualsiasi informazione. Si possono farei computi e piani di sicurezza direttamente online, informando di maniera

operativa con primus web o fare controllo di tutti i modelli controllo sulla correttezza normativa e cronoprogrammi con appositi plugIn.

*“usBIM.platform ONE risponde alle esigenze imposte dalle ultime normative (Codice degli Appalti e decreto BIM) e soddisfa anche la necessità - prevista da una gestione BIM oriented delle opere - di aggiornare i modelli di progetto in modelli as-built, ovvero sistemi in grado di arricchirsi di tutti gli aspetti riguardanti l'esecuzione dell'opera, dalla consegna al collaudo.”<sup>21</sup>*

Come è stato detto prima anche se si lavora con software diversi è possibile creare alla fine un unico modello digitale mettendo insieme i vari aspetti della progettazione tramite il formato aperto IFC. Tutta la documentazione del progetto sarà archiviata e organizzata in maniera molto chiara tramite categorie e denominazioni. Praticamente uno dei vantaggi parte che tutti i documenti possono essere aggregati agli oggetti del modello a cui si riferiscono per trovare un modello BIM molto efficace.

È così che grazie alla usBIM.platform è stato creato facilmente un BIM cioè un sistema informativo dell'edificio lavorando in maniera collaborativa, corretta e guidata con il vantaggio di poter aprire il cloud qualsiasi parte, devi solo essere connesso a Internet.

---

<sup>21</sup> Acca Software



## 5.2. BIM 360

Quello che fanno questi ambienti collaborativi come BIM360 è che consente di lavorare con informazioni uniche e veritiere, quindi se uno ha precedentemente inviato tutte le informazioni, tutti i dati o il modello da WeTransfer o semplicemente da una mail dipendeva da uno dove li teneva o se li teneva in la cartella corretta; Questo è il motivo per cui questa piattaforma è creata con un ambiente di dati comune e come un unico spazio che funge da archivio di informazioni integrate per strumenti di processo.

*“BIM 360 is a unified platform connecting your project teams and data in real-time, from design through construction, supporting informed decision-making and leading to more predictable and profitable outcomes.”<sup>22</sup>*

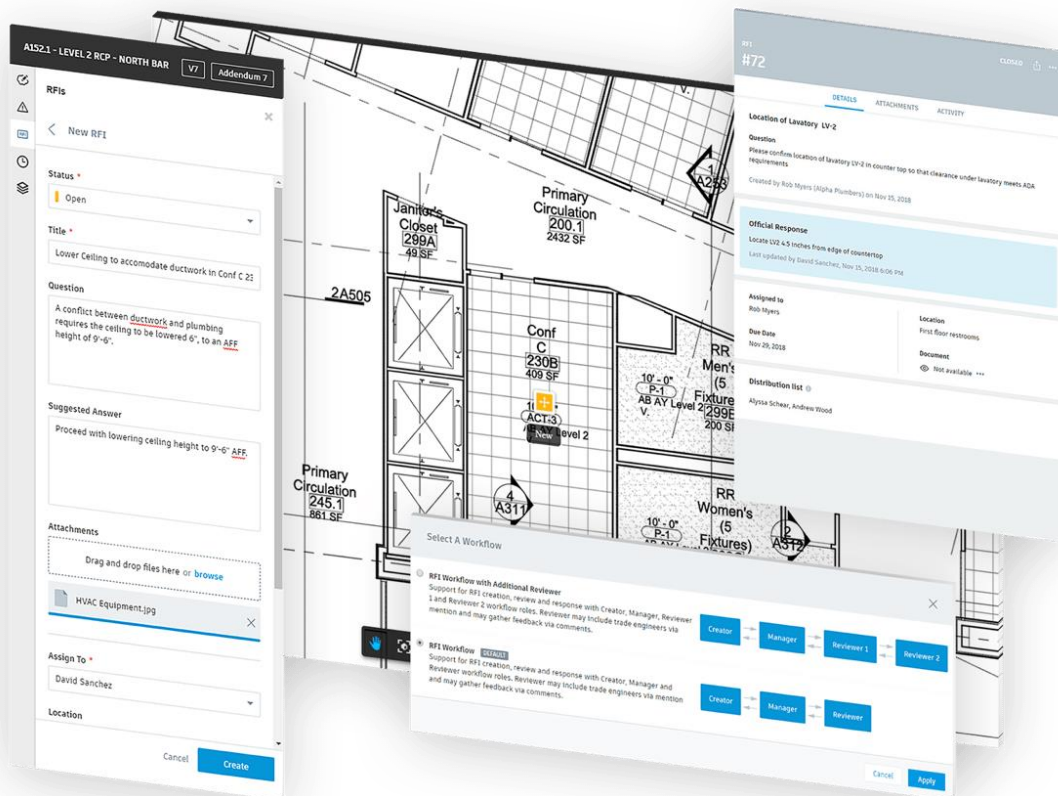


Figura 13 – Prevenzione dei rischi e miglioramento della qualità nei limiti dei tempi e costi.

Allo stesso modo, come potrà vedere nell'immagine precedente, si tratta di un software che aiuta a prevedere i rischi, il che rende il progetto di qualità superiore e non ci sono

<sup>22</sup> Autodesk

rilavorazioni in fase di costruzione, evitando aumenti del budget e del cronoprogramma. Questo software aiuta anche nella fase di costruzione quando è necessario fare o prendere una decisione sul lavoro, perché contiene le informazioni reali e sono accessibili in qualsiasi momento.

Il collegamento dei dati di progetti digitali è un obiettivo principale dell'ecosistema BIM 360 che include sistemi di contabilità e pianificazione delle risorse aziendali (Enterprise Resource Planning - ERP). Il vantaggio più visibile dell'integrazione è ridurre l'immissione di dati duplicati, consentire agli appaltatori di avere un'unica fonte di verità quando si collegano le proprie applicazioni e si condividono gli stessi dati.

In conseguenza, l'uso di questa piattaforma riduce i tempi di decisione, offrendo ai manager una visione diretta dei problemi e informazioni accurate sul costo giornaliero del lavoro per manodopera, materiali, subappaltatori e costi.

## Casi di studio

Capitolo dedicato a spiegare il caso studio, relativo all'implementazione BIM in una impresa colombiana. Si presenta una panoramica del mercato del BIM in Europa e sono illustrati i dati più rilevanti dell'indagine realizzata in Italia da ASSOBIM. Nella parte finale viene introdotta una criticità che permette analizzare i vantaggi e cose di poter migliorare sia in Italia che in Colombia.

## 6.1. Impresa Colombiana

Questa è un'azienda colombiana leader nella promozione, gestione, vendita e costruzione di progetti abitativi, riconosciuta come la società con la "migliore reputazione" nel settore delle costruzioni e delle infrastrutture.

Fondata nel 1993 ha uffici in Colombia in Bogotá, Cartagena, Barranquilla, Valledupar, Villavicencio e in paesi vicini come Panama.

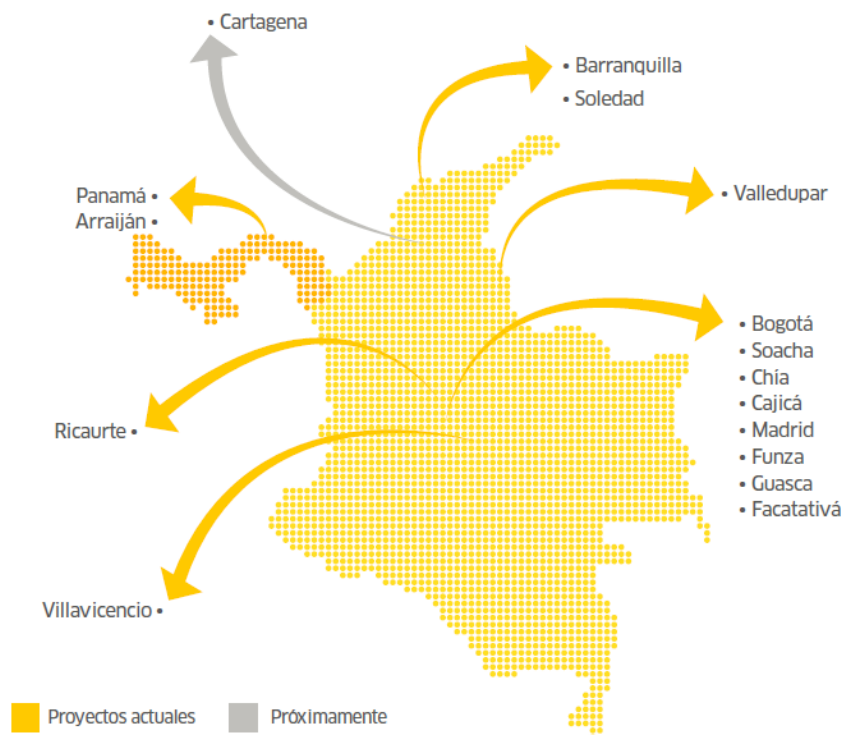


Figura 14 – Città in cui l'azienda colombiana ha realizzato progetti.

Grazie alle buone pratiche e alle capacità distintive nella sua gestione, ha sviluppato progetti di edilizia abitativa, progetti commerciali, edifici per uffici e istruzione.

*“... è una azienda di servizi di promozione, gestione, vendita e costruzione di progetti. I nostri clienti sono attratti dalla posizione, dalla novità, dalla qualità e dal prezzo dei nostri prodotti. L'attenzione, la conoscenza e la serietà dei nostri dipendenti danno loro sicurezza e fiducia.”<sup>23</sup>*

<sup>23</sup> Amarilo S.A.S.

### **6.1.1. Progetto Pilota**

Il caso studio preso in esame è un progetto pilota basato su un approccio collaborativo alla consegna di progetti IPD per un graduale e continuo miglioramento della qualità, ripetibilità e prevedibilità, basato sulla capacità BIM a cui può tendere un'impresa partendo da un livello di maturità assegnato fino un livello OTTIMIZZATO.

Il BIM è stato introdotto nel 2015 quando l'azienda decide di assumere un consulente esterno per implementare la nuova metodologia. Inizialmente è stata fatta la diagnosi e l'analisi dei processi e sono stati creati gli standard. A novembre 2015 è iniziata la formazione nell'area di progettazione, ma i dipendenti non avevano una chiara conoscenza di questa tecnologia, quindi la società ha deciso di far seguire a tutti i suoi progettisti un corso di formazione sugli strumenti informatici BIM e a seguire è iniziata l'implementazione nell'area di gestione delle costruzioni. Nell'aprile 2016 è iniziata la formazione in cantiere, ma non è stata gestita correttamente perché i modelli di pianificazione non sono stati applicati, gli usi BIM non sono stati definiti e nessuno dei passaggi da seguire all'interno di un IPD è stato implementato, pertanto la crescita del BIM si è fermata e l'entusiasmo ha iniziato a diminuire.

L'azienda ha deciso di creare un ufficio BIM il 4 gennaio 2017 con la finalità di prendere decisioni internamente e non dipendere da un consulente esterno. Da questa data viene fissato un piano di implementazione di 5 anni suddiviso in tre fasi, il *progetto pilota*.

Nella prima fase, creato l'ufficio BIM, sono stati definiti protocolli, standard, linguaggio comune, definizione di usi e ruoli BIM, applicazione dei processi di sicurezza e standardizzazioni contrattuali (BEP).

In questa stessa fase i livelli di maturità sono stati stabiliti sulla base di BIM EXCELLENCE, che qualifica le diverse società di costruzioni che utilizzano il BIM a un certo livello a partire da un livello base o 0 chiamato AD-HOC. In questa fase, l'edificio ha iniziato a essere modellato, ma non c'erano ancora lavori collaborativi, quindi alla fine del 2017, i primi processi collaborativi hanno iniziato ad essere applicati.

2017	Fase 1	2017 Creazione di ufficio BIM
		Definizione di standard e protocolli Amarilo
		Implementazione di un linguaggio comune per la programmazione e i budget
		definicion de usos y roles BIM
		Aplicación de procesos de aseguramiento y control de calidad
		Estandarizacion de BEP
Definito		
Modellazione		
2018	Fase 2	Include pianificazione, operazione & manutenzione
		Creare il sistema di controllo della qualità BIM
		Includere fornitori e produttori nella creazione di oggetti BIM
		Eseguire un piano di miglioramento continuo
2019	Fase 2	Applicare la tecnologia di ultima generazione (RV, sistemi mobili, robotica, scansione)
		Design generativo
		Mappatura automatica degli indicatori
		Uso di CDE
Normalizzazione di EIR e BEP		
Gestito		
Collaborazione		
2020	Fase 3	Generazione di documentazione di operazione & manutenzione.
		Applicare un piano di controllo della qualità
		Eseguire esercizi di misurazione e valutazione
		Sviluppa nuove opportunità di negozio
		Applicare il processo BIM all'intero ciclo di vita del progetto
2021	Fase 3	Prefabbricazione
		Machine Learning
		Quantificazione automatica
		Monitoraggio e controllo in tempo reale.
Integrato		
Integrazione		
Ottimizzato		

*Figura 15 – Mappa di pianificazione fino al 2021*

Nel 2018 è stato creato il CDE, sono state applicate le tecnologie dei sistemi da usare in cantiere (tablet, smartphone ecc) e si è iniziato a valutare il controllo di qualità. 193 persone interne e 77 consulenti che lavorano con l'azienda – un totale di 240 persone - sono state formate sui processi BIM. Per soddisfare gli obiettivi che l'azienda ha nel BIM, sono stati creati 11 standard linguistici comuni, codici di assemblaggio e 27 istruzioni in fase di implementazione.

2018	
Persone Formate	193 (int) - 240 (est)
Società di consulenza coinvolte	77
Investimento annuale in milioni 2018	463
Progetti sviluppati in BIM	69
Istruttivi Creati	27
Standard Creati	11
Progetti basati su cloud	6
Standard BIM Forum	4

*Figura 16 – Mappa di pianificazione fino al 2021*

Nel corso del 2019 l'uso del CDE è stato esteso al cantiere nella maggior parte dei progetti, l'uso dei modelli iniziali ha contribuito a rendere più veloci i processi d'appalto. Uno dei vantaggi più importanti è il risparmio di tempo nel calcolo delle quantità, con un guadagno di quasi 3 mesi rispetto a quanto precedentemente facevano (si risparmia quasi il 70% del tempo impiegato nel computo metrico). Tutti i processi sono eseguiti con maggiore precisione e accuratezza, anche la comprensione delle informazioni è migliorata - ovviamente tutto ciò ha portato risparmi nei tempi amministrativi, taglio dei tempi di lavoro e altri benefici.

Il piano di implementazione BIM della società è proiettato fino al 2021, quando si prevede che si raggiunga un livello di maturità BIM ottimizzato, con una quantificazione automatica e un monitoraggio e controllo in tempo reale dei progetti.

In uno degli ultimi rapporti presentati dall'area di gestione delle costruzioni è possibile osservare la “matrice di maturità BIM” con cui le aziende sono qualificate secondo i criteri dell’iniziativa “BIM Excellence” in 5 livelli. In questa matrice si vede lo stato iniziale dell'azienda nel 2017 e l'obiettivo previsto alla fine del 2019 evidenziato dalla linea tratteggiata rossa - lo stato attuale dell'azienda corrisponde alla linea gialla con punti blu. In questo momento l'azienda è al livello 3 quindi, nonostante i progressi, ci sono ancora aree da sviluppare.

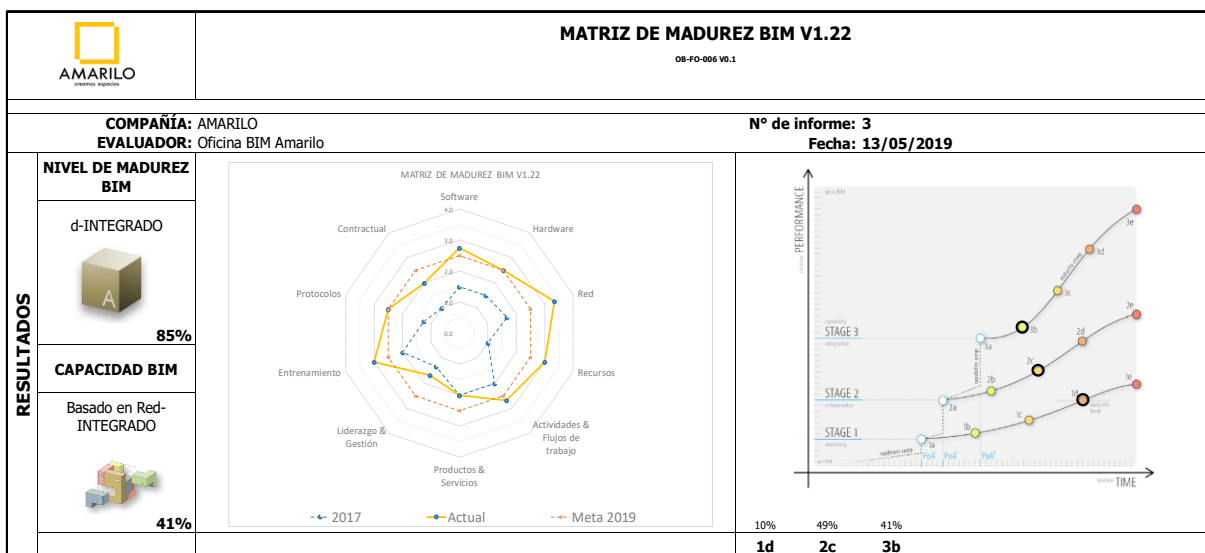


Figura 17 – Matrice di maturità BIM, livello attuale.

Prima del piano di implementazione BIM per eseguire un determinato processo erano utilizzati modelli BIM “isolati” caricati sul CDE - un'unità Google, One Drive o simili. Le informazioni erano “uno a uno”: all'inizio il sistema sembrava funzionare bene, ma col tempo gli utenti e gli appaltatori hanno avuto problemi con l'uso delle informazioni: ad esempio non potevano vedere in tempo reale il disegno che era stato inviato, né sapevano se questo corrispondeva all'ultima versione - in cantiere la cattiva gestione delle informazioni è causa dei maggiori contrattempi.

Per questo all'interno del piano di implementazione del BIM la società decise di utilizzare il BIM collaborativo lavorando con la piattaforma BIM360 di Autodesk. Con questa piattaforma gli interni e gli esterni hanno la sicurezza che il file che stanno vedendo è l'ultima versione, vedere quale è stata l'ultima modifica del file e si possono controllare le annotazioni e le immagini fatte direttamente e istantaneamente. Gli appaltatori e tutti gli attori coinvolti nella piattaforma possono vedere le informazioni vere e validate durante il processo di costruzione. L'intero processo di collaborazione si basa sulla ISO19650 che spiega come la gestione delle informazioni dovrebbe essere fatta dalla fase di gara fino alla consegna e il ciclo di vita dell'edificio e stabilisce i requisiti di chi fornisce gli accessi per lo scambio delle informazioni e l'accesso ai documenti.



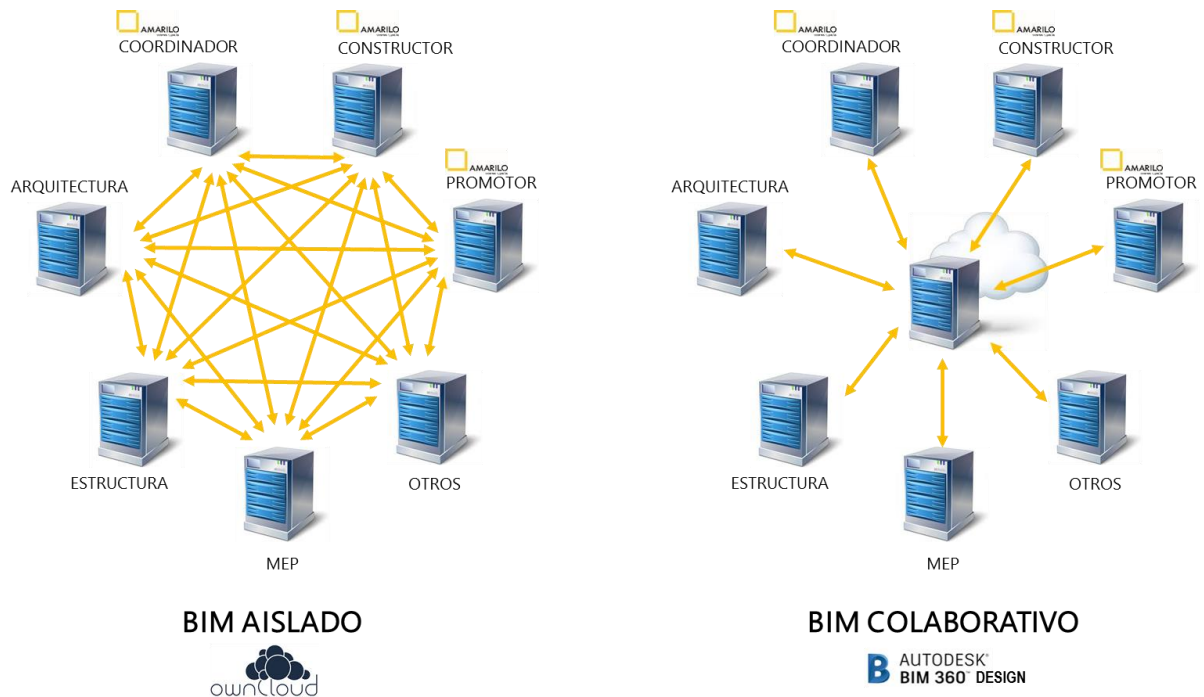


Figura 18 – Metodologie di utilizzo delle informazioni utilizzate dall'azienda.

In questo momento tutti i processi in cantiere funzionano bene perché dalla pianificazione e dalla progettazione arrivano informazioni preparate in modo che il cantiere possa essere gestito correttamente. Di seguito, la tabella delle competenze dell'azienda consente di vedere come sono suddivise le aree che permettono di raggiungere questi risultati. In tabella si può vedere che nell'area operativa la tecnologia occupa il 10% e il resto sono persone, ad esempio, l'azienda tiene conto anche dell'atteggiamento del team che corrisponde all'8%; dall'altra parte, nell'area della strategia la pianificazione, gli obiettivi e le finalità sono attività svolte da persone che rappresentano il 34% e nel personale amministrativo il 44%. Quindi è facile dimostrare che all'interno di queste scale percentuali la risorsa più importante è il personale, quindi le politiche, i processi e da ultimo la tecnologia. Ovviamente senza la tecnologia nulla può essere fatto ma l'obiettivo principale dell'implementazione rimangono le persone. (Queste competenze sono state ottenute da Brittany Giel and Raja R. A. Issa, F.ASCE)<sup>24</sup>

<sup>24</sup> Brittany Giel and Raja R. A. Issa, F.ASCE Technical paper

Operative (47%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso della metodologia (4%)</li> <li>- Tecnologia (10%)</li> <li>- Atteggimento di squadra (8%)</li> <li>- Requisiti del progetto BIM (11%)</li> <li>- Valutazione del prodotto finale (67%)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informazioni (36%)</li> <li>- Geometria (31%)</li> </ul> </li> </ul>
Strategia (29%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documentazione (37%)</li> <li>- Norme (29%)</li> <li>- Pianificazione (22%)</li> <li>- Obiettivi (12%)</li> </ul>
Amministrativo (24%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Processi (38%)</li> <li>- Politiche (18%)</li> <li>- Personale (44%)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cultura (19%)</li> <li>- Pratica (25%)</li> </ul> </li> </ul>

*Figura 19 – Competenze dell'azienda.*

Dato che gli strumenti del piano di implementazione Bim coprono tra il 10%, massimo 20% e che le persone sono il fattore più importante nel processo, l'azienda ha deciso di strutturare l'intera impresa in ruoli e profili evidenziando le funzioni di ognuno nel processo BIM, quindi di formare tutti i dipendenti. Secondo le statistiche dell'azienda nel 2018 sono state formate quasi 500 persone e 77 aziende fornitrici sono state addestrate nei processi BIM. Nello stesso anno erano in corso 69 progetti, ma oggi sono circa 80 progetti nel BIM. Sono state create 27 istruzioni, 11 standard, sulla piattaforma ci sono quasi 60 progetti. È importante riconoscere che la società ha collaborato alla produzione di 6 standard a livello nazionale. Il governo sta già lavorando sull'implementazione del BIM a livello nazionale, a livello di infrastruttura.

La compagnia colombiana forma tutti i suoi dipendenti in cantiere, alcune aziende mettono un responsabile BIM ma non applicano il sistema perché pensano che non sia così efficiente. Sicuramente se un responsabile BIM è sul posto, tutto ciò che arriva al sito basato su BIM sarà consegnato solo a questa persona mentre gli altri non faranno nulla. Ecco perché sono state formate tutte le persone che lavorano in cantiere, definendo i ruoli Bim da gestire in 4 settori:

- Strategia
- Gestione
- Produzione

- Altri per usi BIM

		RUOLI BIM																				
		Strategia						Gestione				Produzione			Altri per usi BIM							
		Obiettivi aziendali	Ricerca	Processi	Norme	Implementazione	Formazione	Piano di esecuzione (BEP)	Revisione del progetto	Coordinamento del progetto (Adim)	Definizione del contenuto	Modellazione	Controllo di qualità	Produzione del prodotto finale	Rilevato	Analisi	Revisione	Coordinamento del modello	Programmazione	Quantificazione	Produzione	Gestione
PROFILI	BIM Manager	o	o	o	o	o																
	Coordinatore BIM						o	o	o	o												
	Specialista BIM										o	o	o									
	Utente BIM													o	o	o	o	o	o	o	o	o



Figura 20 – Profili e ruoli

Suddivisi e classificati i ruoli BIM è necessario definire i profili per le varie attività. I profili BIM adottati dalla società ci sono:

- BIM Manager
- coordinatore BIM
- specialista BIM
- utente BIM

Uno degli errori più comuni è che le aziende decidono di fare formazione a tutte le persone, invece di formare coloro di cui hanno bisogno quando ne hanno bisogno. In genere, l'azienda colombiana forma le persone un mese o 15 giorni prima che inizino a ricevere informazioni BIM in un'opera. I corsi sono organizzati in base ai ruoli, sono diversi per i diversi team di ciascun progetto e vengono formati per aree.

Uno degli aspetti più importanti del piano di implementazione BIM è la definizione degli usi, cioè lo specificare le modalità di funzionamento dell'azienda e l'uso previsto dei progetti. L'immagine seguente mostra i principali usi BIM utilizzati dall'azienda, sono basati sul libro "The BIM Uses" della Pennsylvania State University. Il libro descrive 21 diversi usi che consentono di definire su quale strumento lavorare durante il processo. Questi usi possono essere classificati nelle 3 fasi di progettazione, sviluppo e costruzione.

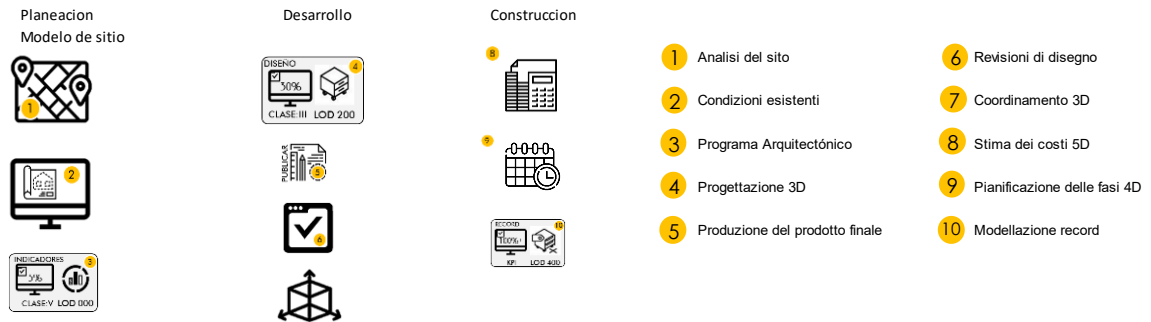


Figura 21 – Principali usi BIM utilizzati.

In questo momento la società, che nella classificazione dei livelli di maturità BIM è al livello 2, sta lavorando su un modello federato e su un CDE e sta già utilizzando un sistema di classificazione unificato. La società ha 3 direzioni edili in Colombia, 2 interne e una esterna; ognuna di queste direzioni aveva una struttura indipendente, ma grazie al progetto pilota e ai grandi progressi della metodologia BIM, adesso tutte parlano la stessa lingua e lavorano nelle diverse discipline in modo collaborativo.

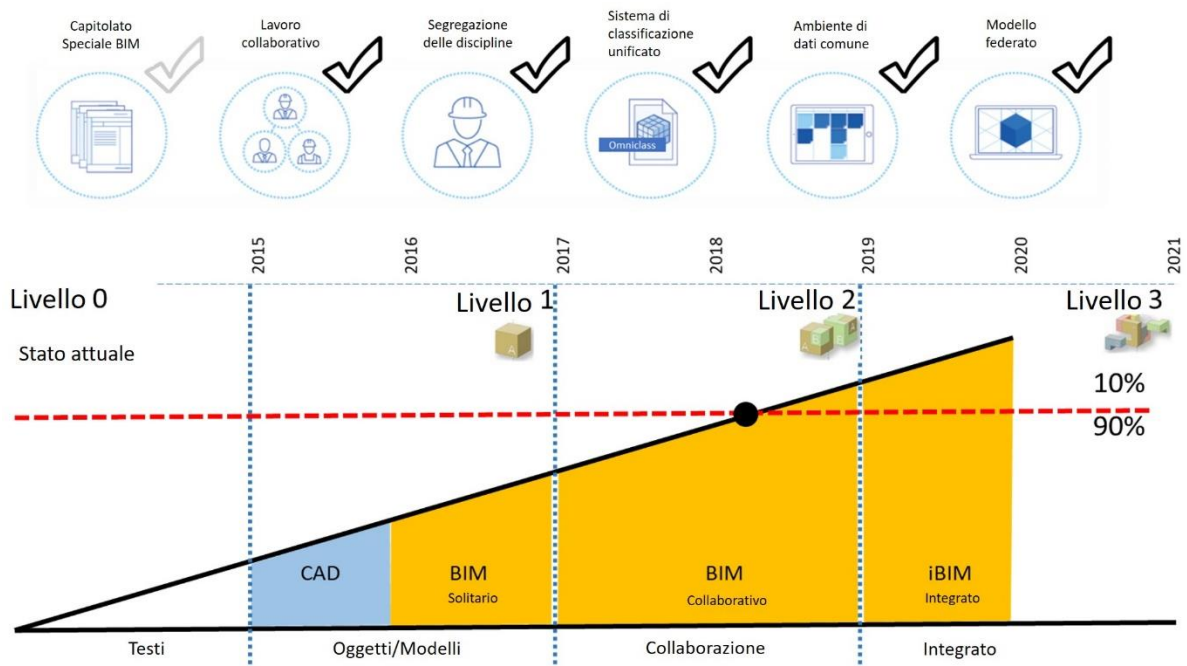


Figura 22 – Livelli di maturità BIM dell'azienda colombiana.

Partendo dai 6 progetti iniziali nell'ambito della piattaforma BIM 360 e dal monitoraggio dettagliato del piano di implementazione BIM, è stato possibile stabilire valori approssimativi di prestazione del progetto pilota. Le riunioni di coordinamento di progetto sono state ridotte al 50%, la qualità del prodotto finale è aumentata al 30%, le comunicazioni tra gli attori coinvolti nel progetto è migliorata del 30%, le risorse sono state ridotte del 40%

e il processo di progettazione in termini di IPD ha consentito di risparmiare il 30% del tempo nel cronoprogramma. È necessario tenere presente che questi numeri hanno sempre un valore economico.

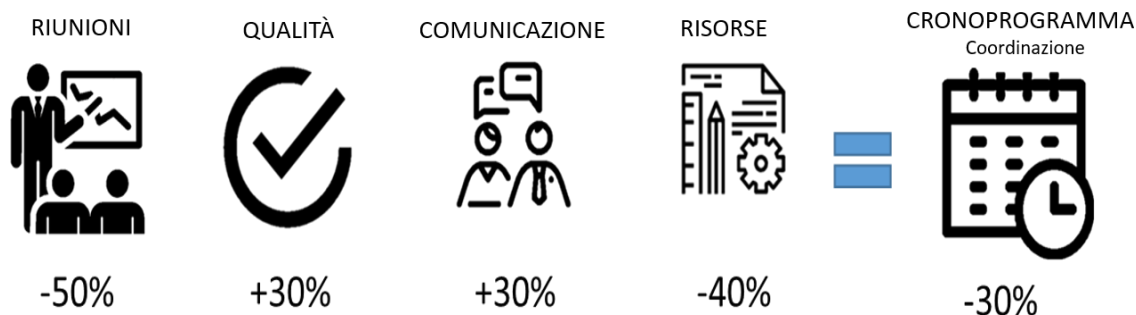


Figura 23 – Risultati del progetto pilota applicato per l'azienda colombiana.

## 6.2. Il BIM in Europa

*“Il Building Information Modelling è al centro di una trasformazione digitale del settore delle costruzioni e dell'ambiente edificato. I governi e i committenti pubblici in tutta Europa e in tutto il mondo stanno riconoscendo il valore del BIM come facilitatore strategico del conseguimento di obiettivi in termini di costi, qualità e politiche.”<sup>25</sup>*

L'Europa sta cercando di introdurre questa nuova metodologia: per questo l'Unione Europea negli ultimi anni ha visto il BIM non come un fine, ma come uno strumento per raggiungere gli obiettivi dichiarati in termini di costi, qualità e politiche.

Questo è il motivo per cui il BIM è promosso a livello europeo nei settori pubblico e privato. Paesi come il Regno Unito e i paesi scandinavi sono i più avanzati mentre nel resto d'Europa ogni nazione si muove autonomamente. Alcuni paesi sono più interessati all'introduzione di questa metodologia rispetto ad altri, ma alla fine tutti hanno lo stesso scopo.

Come affermato in precedenza, dato che tutti i paesi si stanno muovendo in modo indipendente un unico livello non può essere impostato per l'intero continente; Ad esempio, mentre nel 2011 il governo britannico ha avviato un programma per l'adozione del BIM nei

<sup>25</sup> ANCE

settori pubblico e privato con l'obiettivo di ridurre i costi dei progetti e delle costruzioni altri paesi fino ora stanno semplicemente discutendo dei programmi di adozione BIM.



Figura 24 – BIM stabilito come obbligo in alcuni paesi. P. Ronca, A. Zichi, F. Bazan<sup>26</sup>

Grazie al progetto realizzato dal gruppo di lavoro EUBIM e al sostegno dell'Unione Europea, è stato creato il manuale BIM per l'acquisizione della domanda pubblica in Europa, recentemente tradotto dall'inglese all'italiano, che promuove la trasformazione digitale del continente per migliorare il sistema delle costruzioni.

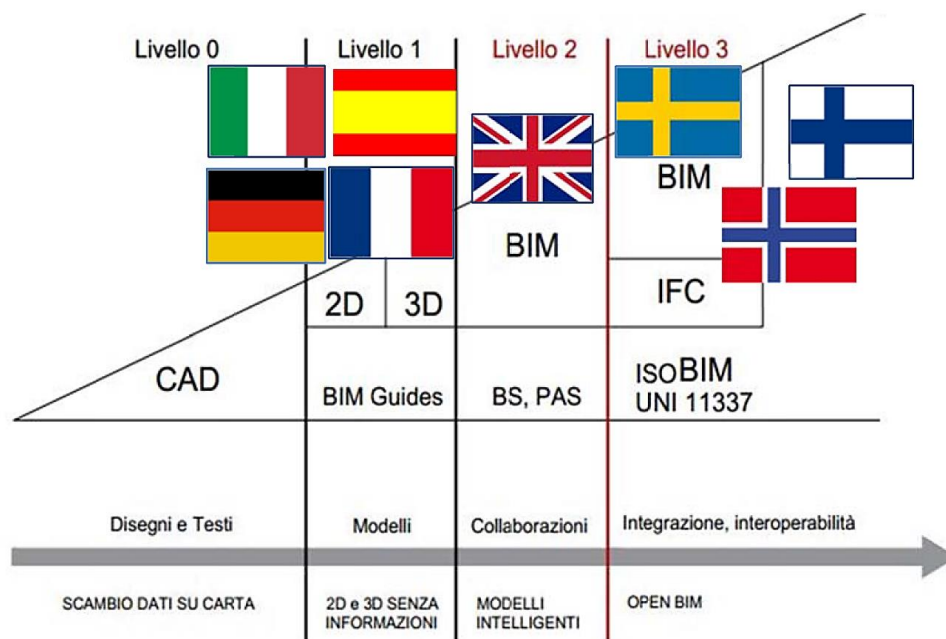


Figura 25 – Livelli di maturità BIM nell'Europa. <sup>25</sup>

<sup>26</sup> P. Ronca, A. Zichi, F. Bazan - Scuola Master F.lli Pesenti-Politecnico di Milano

### **6.2.1. Italia**

L'Italia è uno dei paesi con ottime industrie che sviluppano prodotti per il settore delle costruzioni e li vendono in tutto il mondo. Di qui la necessità di gestire le informazioni relativa a un prodotto non solo nella fase di produzione, ma anche durante il ciclo di vita di un'opera.

Di conseguenza, alcuni enti regolatori e pubbliche amministrazioni stanno promuovendo iniziative per l'uso del BIM in contesti sia privati che pubblici. Una di queste è la creazione di BuildingSMART Italia che ha come obiettivo promuovere l'interoperabilità, il coordinamento e la classificazione del settore delle costruzioni sulla base di standard internazionali come l'IAI e l'IFC, e la promozione dello scambio di informazioni a livello nazionale e internazionale.

Di seguito, alcune delle attività fondamentali per l'adozione dell'uso del BIM:

- Il 19 Aprile 2016 è stato approvato il nuovo Codice degli Appalti (Decreto legislativo n. 50/2016), che intende favorire l'uso progressivo di strumenti elettronici per regolare i contratti pubblici.
- Istituzione di una Commissione (Commissione Baraton) presso il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con il compito di definire modalità e tempi della progressiva introduzione del BIM nelle Opere Pubbliche.
- Gruppo di lavoro per la stesura della norma UNI 11337 che stabilisce i criteri di codificazione di opere e prodotti da costruzione, attività e risorse.
- Istituzione e attivazione di Corsi e Master post-laurea specializzanti in ambito BIM

ASSOBIM è una associazione nata nel 2017 per promuovere la diffusione e sostenere l'attività dell'intera filiera tecnologica del BIM, a partire della necessità di dialogo tra i vari operatori, ha come finalità sensibilizzare le istituzioni e gli attori nel mondo dell'edilizia. Quando è stata nata era costituita per 15 aziende, però adesso sono più di 50 (tra diverse società di software, studi di progettazione, società d'ingegneria e piccoli professionisti iscritti recentemente).

La ricerca sul mercato BIM in Italia promossa da ASSOBIM che fornisce una rappresentazione della diffusione del BIM in Italia; per la creazione di questo documento

sono stati inviati circa 1500 sondaggi, e ha partecipato un panel di oltre 600 operatori - studi di progettazione, società di engineering, imprese di costruzioni e manutenzioni, committenza pubblica e privata e produttori di materiali e componenti (v. grafico).

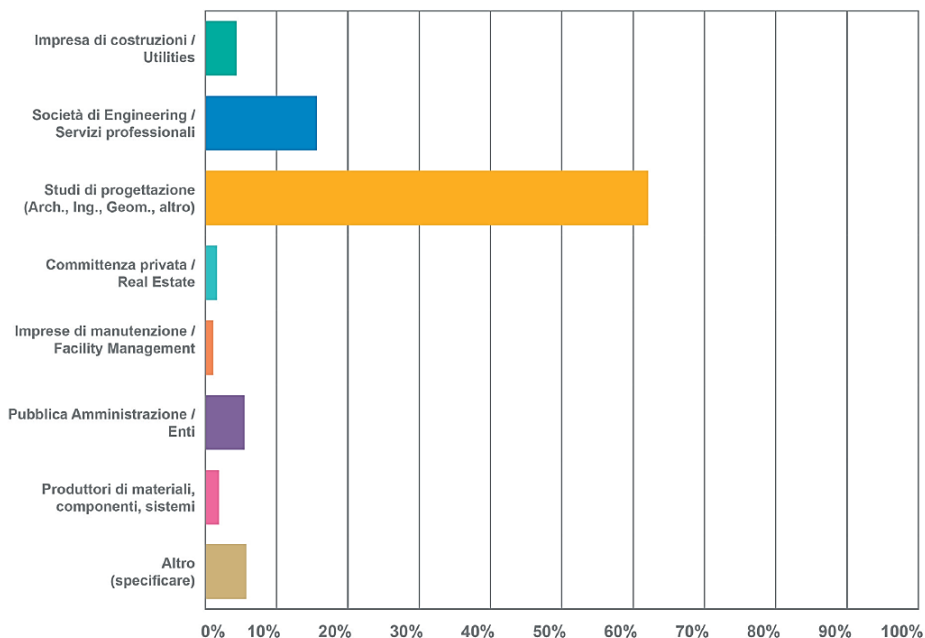


Figura 26 – Suddivisione del campione per tipologia di azienda. ASSOBIM.

Uno dei principali interessi era sapere quanto sia nota e utilizzata questa metodologia in Italia; la risposta dei partecipanti, in larga parte studi di progettazione, indica che più della metà del campione conosce e usa il BIM, un altro 40% lo conosce ma non lo usa e solo il 10% non ha conoscenza della metodologia.

Indipendentemente dalle conoscenze, tra coloro che hanno adottato la metodologia nell'ambito dei loro progetti circa la metà del campione lo ha adottato ampiamente ( 22,9% o parzialmente 24,2%), e quasi il 60% lo ha utilizzato in meno del 25% dei progetti e circa il 14% lo ha applicato in tutti i suoi progetti.

Ricercando da quando il BIM era stato introdotto dal campione o quando si era pianificato di inserirlo; si è scoperto che la metodologia ha iniziato ad essere introdotta dal 2012 con una crescita costante fino al 2018, anno in cui quasi il 17% del campione l'ha introdotta. Dall'altro lato ci sono quelli che non hanno ancora introdotto la metodologia, tra cui l'11% del campione prevede di introdurla entro un anno, mentre il 20% prevede di introdurla nei prossimi tre anni.



Dalla ricerca condotta da ASSOBIM è possibile affermare che il BIM è una metodologia giovane che si sta sviluppando, e implicherà forti cambiamenti nelle procedure, nelle pratiche e nei flussi di lavoro.

È importante sottolineare che circa il 43% del campione intervistato sta applicando il BIM nei progetti di architettura ma solo il 9% lo sta utilizzando nell'area strutturale - gli altri settori risultano ancora sostanzialmente marginali.

Nell'ambito dell'analisi oltre il 70% afferma che l'adozione del BIM può contribuire a ridurre fino al 33% il costo iniziale di costruzione e i costi relativi al ciclo di vita completo dell'edificio, oltre a una riduzione fino al 50% del tempo totale di costruzione, dall'inizio alla fine dei lavori. Altrettanto significativa l'idea che l'adozione del BIM generi una riduzione dell'impatto ambientale delle attività di costruzione e degli squilibri commerciali tra importazioni e esportazioni di componenti e materiali da costruzione.

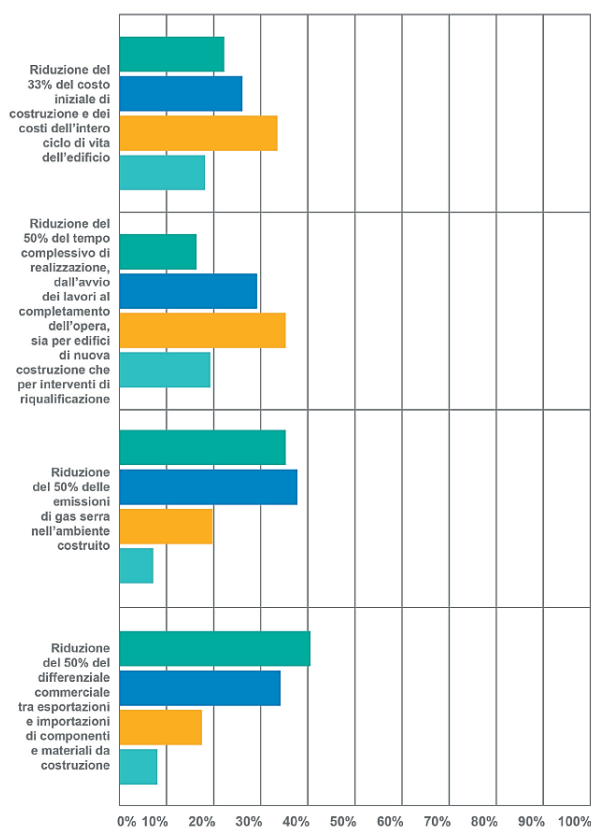


Figura 27 – BIM nel conseguimento di specifici risultati. ASSOBIM.

I dati più rilevanti di questa indagine in merito alle critiche e alla difficoltà di adottare questa metodologia da parte degli intervistati lasciano molto da dire; Due terzi del campione ritengono di essere convinti che i clienti non siano in grado di comprendere i vantaggi del

BIM; oltre al 60% evidenzia la mancanza di competenze interne; quasi il 65% c'è la mancanza di un'adeguata formazione; 60% teme di utilizzare questa metodologia per i costi di attuazione e il 50% si riferisce alla mancanza di tempo.

Come si può vedere in questi risultati, si può dimostrare che questi dati rilevanti ottenuti da alcune delle domande hanno percentuali molto elevate e questo è un punto contro l'introduzione del BIM perché è necessaria la motivazione delle aziende, sostegno da parte del settore delle costruzioni in modo che possa crescere rapidamente.

### 6.3. Criticità

All'inizio di questo capitolo ho presentato uno dei casi di maggior successo in Colombia, ma ciò non significa che l'intero paese stia applicando la stessa metodologia. Sia in Colombia o sia in Italia ci sono grandi aziende che sono state incaricate di introdurre questa metodologia e oggi sono abbastanza avanzate, ma dall'altra parte ci sono un bel po' di aziende (soprattutto microimprese) che non hanno ancora introdotto questa tecnologia.

Dal punto di vista degli appalti l'approccio BIM in Colombia non è ancora una realtà come in Italia dove il BIM è diventato obbligatorio su i lavori pubblici. Praticamente in Colombia, a differenza dell'Italia, non esiste ancora una legge o un codice che promuova l'uso del BIM nelle opere di appalto pubbliche o private, mentre in Italia, come ho detto prima nell'aprile 2016, è stato approvato il nuovo Codice degli Appalti (Decreto legislativo n. 50/2016), il cui obiettivo è incoraggiare l'uso progressivo di strumenti elettronici per regolare gli appalti pubblici.

Ciononostante, la società finanziaria colombiana per lo sviluppo nazionale ha firmato un accordo base con il governo britannico per lo sviluppo e il supporto della strategia BIM per la Colombia con la partecipazione di attori chiave, governo, università e industria; Questo schema di lavoro prevede di pubblicare la Guida Strategica a partire da novembre 2019. Successivamente, è possibile vedere lo schema di lavoro firmato con il governo britannico.

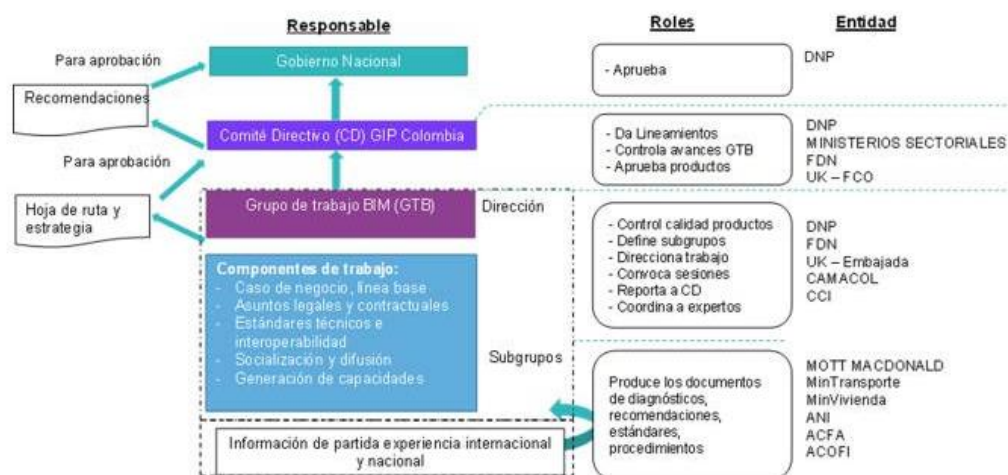


Figura 28 – Tavola di lavoro BIM Colombia. TDC LAB

La Cámara Colombiana de la Construcción, Camacol, è un'associazione commerciale che rappresenta e articola la catena del valore dell'edilizia e ne promuove lo sviluppo competitivo e il progresso in Colombia. Questa associazione ha lavorato alla creazione di documenti

tecnicisti BIM per 3 anni nell'ambito del programma *BIM Forum Colombia*. Come puoi vedere, la seguente immagine rappresenta le 10 principali società di costruzioni responsabili della crescita di questa associazione. Tra questi ci sono: Construcciones Planificadas, Seguros Bolivar, Constructora Concreto, Amarilo, Tríada, Arpro, Prodesa, Colpatría Constructora, Cusezar e Apiros.

BIM Forum Colombia è l'entità responsabile dello sviluppo urbano responsabile e sostenibile, della riduzione del deficit abitativo e della proiezione del settore verso nuove opportunità commerciali e nuovi mercati attraverso l'applicazione della metodologia BIM. L'associazione è composta dalle principali società di costruzioni del paese e sono i responsabili della produzione della guida strategica che verrà consegnata e di uso obbligatorio.



Figura 29 – Schema di lavoro BIM fórum Colombia. TDC LAB

In Italia invece l'art. 23 al comma 13 del DLGS n.50/2016 che tratta di BIM, cerca di applicare la metodologia BIM dentro delle opere pubbliche. Grazie al progetto realizzato dal gruppo di lavoro EUBIM e al sostegno dell'Unione Europea in Italia è possibile anche seguire il manuale BIM Manuale che cerca la trasformazione digitale del continente per migliorare il sistema delle costruzioni. In Colombia, il vantaggio è che la guida strategica che sarà pubblicata ufficialmente a novembre 2019 è stata una guida creata dalle principali società di costruzioni in tutto il paese, quindi questa guida è strutturata e creata in base ai requisiti di base di tutto il territorio colombiano.

Ho avuto l'opportunità di fare un'intervista con il rispettato ingegnere Adriano Castagnone, attualmente presidente di ASSOBIM chi ha fatto anche numerose pubblicazioni sul calcolo

strutturale, e con il direttore del BIM della società colombiana che è stato determinante nella creazione dei principali standard della guida strategica.

In relazione alle interviste effettuate, è evidente che in Italia le imprese si concentrano maggiormente sul commerciale, qualcuna ha fatto già delle cose importanti però non hanno chiaro che il BIM coinvolge tutti gli operatori. In generale parlando con le varie associazioni di costruttori non sono molto interessate alla 'dozione di questa metodologia in modo che è ancora giovane e per quello molti trovano criticità e difficoltà. Ad esempio molte imprese ricevono il progetto, fanno tutta la progettazione e modellazione con degli strumenti BIM (Soprattutto modellazione architettonica) però poi stampano le piante e prospetti di sezioni, e lavorano come si lavorava una volta, quindi si può dire che non è ancora sviluppato, non è ancora introdotto correttamente.

Per otro lado, el director BIM de la empresa colombiana afirma que el crecimiento del BIM será muy productivo y eficaz en todo el país. A partir de los congresos y documentaciones que han hecho, se ha podido observar el interés por gran parte de las empresas pequeñas y grandes. Se espera que, a partir del 2020, con la publicación de la nueva guía estratégica cambien un poco el mercado de la construcción en Colombia.

Sebbene la Colombia sia un paese che presenta una continua variazione dei tassi economici di costruzione, è un paese che a causa del suo ampio territorio (con una superficie di 1.142.748 km<sup>2</sup>)<sup>27</sup> è in continua crescita infrastrutturale. Almeno le città principali stanno crescendo rapidamente, con grandi grattacieli, complessi strutturali, tra gli altri. In questo modo è possibile affermare che questo grande interesse da parte del settore delle costruzioni è interessato all'introduzione della metodologia BIM, inoltre che l'uso di questa metodologia può anche aiutare a ridurre gli alti livelli di corruzione che purtroppo si verificano in tutto questo settore.

---

<sup>27</sup> Colombia

<b>Italia</b>	<b>Colombia</b>
<b>Vantaggi</b>	<b>Vantaggi</b>
Il 19 Aprile 2016 è stato approvato il nuovo Codice degli Appalti (DLGS 50/2016), che ha come proposito favorire l'uso progressivo di strumenti elettronici per regolare i contratti pubblici.	La guida strategica è stata strutturata e creata in base ai requisiti di base dell'intero territorio colombiano dalle principali società di costruzioni del paese.
Essiste una associazione del BIM chiamata ASSOBIM collegata al BuildingSmart.	Essiste una associazione del BIM chiamata BIM FORUM COLOMBIA.
La formazione sul approccio BIM in Italia avviene dal mondo dell'Università.	Settore delle costruzioni abbastanza attivo, possibilità di interagire con la metodologia.
<b>Cose di poter migliorare</b>	<b>Cose di poter migliorare</b>
Una delle opzioni per comprendere meglio bim ed essere in grado di acquisire le competenze necessarie o avere una migliore formazione può essere l'applicazione della metodologia IPD e della filosofia Lean Construction.	Dal punto di vista degli appalti l'approccio BIM in Colombia non è ancora una realtà come in Italia dove il BIM è diventato obbligatorio su i lavori pubblici. Però da novembre dal 2019 sarà pubblicata la guida strategica firmata dal governo britannico.
Ci sono ancora molte piccole e grandi aziende che non hanno ancora introdotto il BIM.	Ci sono ancora molte piccole e grandi aziende che non hanno ancora introdotto il BIM.
Molte imprese si vedono in difficoltà per l'adozione del BIM, mancanza di adeguata formazione.	La formazione sul approccio BIM in Italia avviene dalle aziende. Finora sta iniziando ad applicare nelle università.

## Conclusioni

Capitolo conclusivo che presenta gli aspetti positivi e gli sviluppi per il futuro.

L'industria delle costruzioni a livello internazionale sta attraversando un periodo soprannominato *Transizione Digitale*. Per tale motivo, tutti i paesi nel mondo si stanno attrezzando per superarla: c'è chi è più avanti o chi è più in ritardo; c'è chi ha la normativa come obbligo e chi non l'ha ancora adottata; c'è chi è più collaborativo e chi non lo è. Ovviamente non tutti i paesi possono essere paragonati alla Finlandia o a Singapore (spiega bene perché proprio questi paesi!!). Ogni continente, ogni paese, ogni stato è legato alla propria cultura, alla propria storia, alle proprie leggi, alla propria lingua e alle proprie industrie. Molto spesso si tratta di paesi che non hanno la capacità economica per sostenere tutte le spese o di paesi eterogenei in cui è notevole la differenza tra nord e sud. Sono tutti paesi diversi che hanno lo stesso obiettivo: *velocizzare per ottimizzare*.

In conformità con la ricerca svolta e tenendo conto del fatto che il BIM è una metodologia il cui obiettivo è migliorare il settore delle costruzioni, è necessario dall'inizio del progetto implementare strategie di collaborazione tra tutti gli attori coinvolti nel progetto (architetti, ingegneri, progettisti consulenti, analisti energetici, ecc.) l'applicazione dell'IPD e la filosofia Lean Construction. L'uso di questi schemi consente ai risultati di essere più efficaci e di qualità superiore, aiuta a sviluppare i progetti nel più breve tempo possibile, riduce i costi di investimento, riduce possibili conflitti o interferenze ed elimina le attività che inseriscono perdite nell'intero ciclo di vita del progetto.

Per avere una corretta progettazione ed esecuzione dell'edificio è necessario aggiornare, modificare e correggere il progetto; per poter soddisfare queste caratteristiche è necessario parlare del CDE che permetterà di creare un ambiente di collaborazione e condivisione per poter avere un continuo scambio di informazioni e il continuo aggiornamento tra i membri coinvolti. In questo modo, vengono stabilite alcune piattaforme basate su BIM o ambienti collaborativi come BIM360 o usBim.Platform che consentono di lavorare con informazioni uniche e vere in cui è possibile vedere in tempo reale gli ultimi aggiornamenti effettuati da ciascuna delle parti interessate e consentire il dialogo tra loro; quindi quello che è noto come un ambiente comune dei dati viene creato da un singolo sistema che ha uno spazio che funge da archivio di informazioni su i diversi strumenti.



## 7.1. Aspetti positivi

In Colombia esiste una associazione del BIM chiamata BIM FORUM COLOMBIA costituita dalle 10 aziende leader nel mercato delle costruzioni dell'intero paese; per 3 anni hanno lavorato per la creazione della guida strategica che sarà pubblicata a novembre del 2019. Il grande vantaggio è che questa guida oltre ad essere stata creata dalle 10 aziende più importanti, è strutturata in base alle necessità di tutto il territorio colombiano. Un altro grande vantaggio corrisponde agli alti tassi di costruzione del paese, che consentono di generare una maggiore adozione pratica della metodologia generando più esperienza in questo settore della digitalizzazione e della gestione dei progetti.

In Italia dal punto di vista degli appalti l'approccio BIM è una realtà dove il BIM è diventato obbligatorio su i lavori pubblici il 19 aprile 2016 (D.lgs 50/2016) con la finalità di favorire l'uso progressivo di strumenti elettronici per regolare i contratti pubblici. Dal 2019 è diventato obbligatorio per tutte le opere sopra al valore di 100 milioni di euro e dal 2025 in poi sarà obbligatorio per tutte le opere. Oltre a questo codice, esiste la norma italiana UNI 11337 che stabilisce i criteri di codificazione di opere e prodotti da costruzione, attività e risorse. Uno dei vantaggi più importanti coincide con la formazione sull'approccio BIM perché in Italia avviene dal mondo dell'Università e c'è anche una associazione del BIM chiamata ASSOBIM collegata al BuildingSmart.

## 7.2. Sviluppi per il futuro

I veri benefici del BIM in futuro saranno chiari una volta superata la transizione digitale tramite il lavoro collaborativo, l'uso di piattaforme virtuali, l'uso di un cloud come unico repository e le tecnologie mobili. Queste caratteristiche lasciano il posto a un'era di una gestione dei progetti di costruzione completamente nuova; ad esempio oggi i cantieri usano ancora molta carta per comunicare e il vero problema è che al momento della stampa dei piani non c'è nessuna certezza di sapere se quella pianta corrisponde all'ultima versione caricata.

Utilizzando le tecnologie mobili per gestire i piani nei cantieri, è possibile monitorare e aggiornare continuamente le informazioni in tempo reale. In questo modo tutte le persone interessate vengono aggiornate su ciò che sta accadendo con il progetto.

Questa tesi è stata incentrata sullo sviluppo del BIM in Colombia, ma le porte sono lasciate aperte per poter conoscere le metodologie che si stanno adottando in altri paesi di Sud America o in qualsiasi altra parte del mondo

## Ringraziamenti

*Con un biglietto di sola andata in aereo, senza conoscere la lingua e senza sapere cosa mi aspettasse dall'altra parte dell'oceano, ho deciso di lasciare tutto alle spalle per un po', provando ad affrontare le mie paure e a conoscere di più me stesso. Avevo finalmente raggiunto la destinazione finale, l'Italia e ancora non sapevo se avessi preso la decisione giusta. La paura di aver fatto una scelta sbagliata mi ha accompagnato per tutto il viaggio, ma ho imparato ad ignorarla quando mi sono reso conto che non potevo tornare indietro.*

*Chi dice che viaggiare sia solo felicità? Avevo dimenticato che quando si viaggia, ci si allontana dalla propria famiglia, cultura e da tutti quegli amici che sono sempre stati vicini. L'ultima volta che li vedi in aeroporto, li saluti e con un sorriso prometti loro che starai bene e che ti prenderai cura di te. Però sai che nonostante ciò, loro hanno paura più di te, ma arriva il momento in cui li abbracci, ti senti felice e dici loro di non preoccuparsi, che starai bene, che mangerai bene, che avrai buoni amici... ma ora mi rendo conto che non mi hanno solo abbracciato. Ora capisco che mi hanno dato le ali per volare e le radici per essere una grande persona. E non importa quanto siamo lontani, basta una sola chiamata per ridurre la distanza.*

*Vivere questa esperienza è stata, forse, una delle migliori avventure della mia vita. Non sarei arrivato dove sono se non avessi seguito i miei sogni.*

*Molte volte devi spiegare le ali per renderle più forti, devi uscire e vedere il meraviglioso mondo che prima potevi solo sognare; ed è per questo che oggi dedico i miei successi a tutti coloro che hanno fatto parte di questo sogno.*

*E per concludere, posso solo dire... Vivi i tuoi sogni!*

*David Santiago Rivera Silva*

*Con un boleto solo ida en avión, sin hablar bien el idioma y sin saber qué me esperaba al cruzar al otro lado del océano, decidí dejarlo todo atrás por un tiempo; aún en contra de mí mismo y de mis miedos. Finalmente había llegado al destino final del viaje: Italia, y aún no sabía si había tomado la decisión correcta. Por supuesto que el miedo siempre está presente queriéndote robar tus sueños, pero aprendí a ignorarlo cuando comprendí que no había vuelta atrás.*

*¿Quién dice que viajar es solo felicidad? Había olvidado que al viajar uno se aleja de su familia, de su cultura y de todos aquellos amigos que siempre han estado cerca. La última vez que los ves en el aeropuerto, te despides de ellos y con una sonrisa en la cara les prometes que vas a estar bien y que te vas a cuidar; aun así, sabes que ellos tienen tanto miedo como tú, pero llega ese momento en que abrazas a tus padres, te sientes feliz y les dices que no se preocupen, que vas a estar bien, que comerás bien, que conseguirás buenos amigos... pero ahora me doy cuenta que ellos no solo me han abrazado; ahora comprendo que ellos me han dado alas para volar, raíces para ser una gran persona. Y por más lejos que estemos solo basta una llamada para acortar la distancia.*

*Vivir esta experiencia ha sido, quizás, una de las mejores aventuras en mi vida. No hubiese llegado a donde estoy, si me hubiese quedado en mi zona de confort.*

*Muchas veces necesitas estirar tus alas para hacerlas más fuertes, necesitas salir y ver el hermoso mundo que antes solo podías soñar; y es por eso que hoy dedico todos mis logros y mis metas a todos aquellos que han sido parte de este sueño.*

*Y no siendo más solo me queda por decir... ¡Vive tus sueños!*

*David Santiago Rivera Silva*

Un sincero ringraziamento al Prof. Fabio Manzone, al Prof. Matteo del Giudice e all'Ing. Francesco Biasioli che mi hanno seguito, aiutato, supportato durante questo periodo di studi. Ringrazio l'azienda colombiana Amarilo e l'Arch Luis Carlos Morales R. direttore BIM che mi hanno fornito molte informazioni e sono stati sempre disponibili per aiutarmi tramite videoconferenze.

Un grazie a tutte le persone del corso di ingegneria edile che mi sono state vicine in questi due anni di studio perché mi hanno accolto come compagno e amico, ma in particolare vorrei ringraziare il gruppo di Progettazione Integrale per aver creato una forte amicizia oltre il lavoro. Parto dalle ragazze Luci e Mari per essere state la mia mano destra, per i loro consigli, per essere state sempre disponibili a farmi capire le cose e a correggere tutto ciò che ho scritto nonostante i loro impegni, per essere state mie fedeli compagne a tutte le feste latine. D'altra parte, Betti e Glo che hanno sempre trovato del tempo per farmi capire qualsiasi cosa quando non capivo la lingua; Ale e Vale per essere i primi e migliori amici che ho incontrato dal primo giorno in cui ho attraversato le porte dell'Ateneo; Simo Feroldi per quelle lunghe notti di studio che hanno fatto nascere una grande amicizia; Nico per i suoi scherzi e Fabiola M.V. che riesce sempre a tirarmi un sorriso; Simo Salvio e Matteo per le sagge spiegazioni e, ultimo ma non meno importante, Fede che ci ha sempre guidato con la sua intelligenza e puntualità, oltre a permettermi di condividere un Delirium per le strade di Bruxelles.

Wooowww !! Ringrazio i miei Habibis per essere diventati la mia seconda casa e famiglia durante questo lungo viaggio. Joe e Vanessa per aver condiviso con me i momenti più speciali e per avermi regalato la loro compagnia; JuanCa per avermi sempre fatto ridere, per i nostri scherzi, per i momenti difficili e quelli divertenti; Il Negrito per essere stato lì con me dall'inizio della mia carriera universitaria, per il viaggio fatto insieme, per i consigli, la palestra... e infine grazie alla persona più speciale della casa che non può essere dimenticata: Luquiii che riesce sempre a farmi sorridere in ogni luogo e ogni momento, per i nostri concerti da un estremo all'altro della casa e ovviamente per la sua compagnia.

Ringrazio tutte quelle persone che dalla Colombia mi hanno sempre dato un sostegno incondizionato per andare avanti: a Maff perché senza di lei non sarei stato in grado di presentare un progetto di questa qualità, a Santi per essersi sempre informato di me, a Lau per essere la mia mano destra e a tutte quelle persone che hanno sempre dedicato saluti o appoggio.

Per concludere, mi sento molto grato a Dio e alla vita per avermi dato l'opportunità di incontrare così tante persone speciali nella vita e soprattutto per avermi dato una famiglia incredibile.

## Riferimenti

### Bibliografia

A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), Fourth Edition, American National Standard

A.L.C. CIRIBINI, L'information modeling e il settore delle costruzioni: IIM e BIM, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna 2013

AIA National & AIA California Council, The American Institute of Architects (2017). Integrated Project Delivery: A Guide. Version 1.

ANCE, Indagine conoscitiva su: "industria 4.0" quale modello da applicare al tessuto industriale italiano, audizione presso la commissione attività produttive della Camera dei Deputati, 27 aprile 2016

ASSOBIM (2019). BIM Report 2019. Adriano Castagnone, Presidente ASSOBIM.

Bew, M., & Richards, M. (2008). BIM Maturity Model. Paper presented at the Construct IT Autumn 2008 Members' Meeting. Brighton, UK. National BIM Guide for Owners, National Institute of Building Sciences, 2017

BIM INITIATIVE (2018). Matrice di Maturità, versione V1.24. Assess learn implement. bimexcellence.org

Brittany Giel and Raja R. A. Issa, F. ASCE (2016). Framework for Evaluating the BIM Competencies of Facility Owners.

<https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29ME.1943-5479.0000378>

Camargo, E., & Gonzalez, J. (2011). propuesta de un sistema operativo de gestión basado en la filosofía "lean construction" que permita estandarizar las actividades implicadas en el montaje de la estructura metálica de un edificio. Bogotá: Universidad de La Salle.

EU BIM Task Group (2017). Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector. Strategic action for construction sector performance: driving value, innovation and growth, consultabile in [http://www.eubim.eu/downloads/EU\\_BIM\\_Task\\_Group\\_Handbook\\_FINAL.PDF](http://www.eubim.eu/downloads/EU_BIM_Task_Group_Handbook_FINAL.PDF)

Koskela, L. (1992). Application of the new production philosophy to construction. Technical Report No 72. Center for Integrated Facility Engineering. Department of Civil Engineer, Stanford University

Kreider, R. G, & Messner, J. I. (2013). The uses of BIM, Classifying and Selecting BIM Uses, Version 0.9, September 2013. Penn State Computer Integrated Construction. Research Group at the Pennsylvania State University.

NBS (2018). National BIM Report 2018

Ronca, P., Zichi. A, Bazan F.(2017). BIM : Confronto tra lo sviluppo normativo internazionale e l'attuale approccio nazionale. Scuola Master F.lli Pesenti-Politecnico di Milano.

## Siti Web

[2] National BIM Standard <https://www.nationalbimstandard.org/faqs>

[9] Scottish Futures Trust <https://bimportal.scottishfuturestrust.org.uk>

[11] Design Buildings [https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Level\\_3\\_BIM](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Level_3_BIM)

[13] Richard Petrie, Chief Executive <https://www.buildingsmart.org/awards/bsi-awards-2019/>

[20] BSI Group <https://www.bsigroup.com/es-ES/BIM/bim-diseno-construccion/iso-19650/>

[21] Acca Software <https://www.acca.it/software-giornale-dei-lavori>

[22] (Autodesk) <https://www.autodesk.com/bim-360/>

[23] Amarilo S.A.S. <https://amarilo.com.co/contenido/quienes-somos>

[26] Colombia <https://es.wikipedia.org/wiki/Colombia>

<https://www.acca.it/piattaforma-collaborativa-bim>

<http://biblus.accasoftware.com/es/las-ventajas-del-bim-como-cambia-nuestro-modo-de-trabajar/>

Articulo [https://www.autodesk.com/redshift/es/conectado-bim/?dysig\\_tid=f935b5a87a524a08a905b310bfe92934&utm\\_source=LinkedIn&utm\\_medium=social&utm\\_campaign=Bonfireshares&utm\\_content=63956](https://www.autodesk.com/redshift/es/conectado-bim/?dysig_tid=f935b5a87a524a08a905b310bfe92934&utm_source=LinkedIn&utm_medium=social&utm_campaign=Bonfireshares&utm_content=63956)

Asset information model aim <https://www.thenbs.com/>



