

# INDICE

ACRONIMI .....	4
INDICE DELLE FIGURE .....	5
INDICE DELLE TABELLE .....	7
1 - Introduzione.....	8
2 - BIM .....	10
<b>2-1 Il Building Information Modeling</b> .....	10
<b>2-2 Cos'è il Building Information Modeling?</b> .....	11
<b>2-3 A cosa serve il BIM?</b> .....	13
<b>2-4 Dal CAD al BIM</b> .....	14
3 - BIM per le infrastrutture (I-BIM).....	19
4 - Il BIM per il 5D.....	21
5 - Interoperabilità .....	22
<b>5-1 Autodesk Revit</b> .....	24
<b>5-1-1 A cosa serve Autodesk Revit: quali sono le sue funzionalità</b> .....	25
<b>5-2 PriMus</b> .....	25
<b>5-2-1 A cosa serve PriMus : quali sono le sue funzionalità</b> .....	26
<b>5-3 ArchVISION</b> .....	31
<b>5-3-1 A cosa serve ArchVISION : quali sono le sue funzionalità</b> .....	31
<b>5-4 Interoperabilità tra i software Revit, Archvision e PriMus</b> .....	35
6 -LOD.....	36
<b>6-1 Principi di LOD</b> .....	36
<b>6-2 Livelli di sviluppo</b> .....	37
<b>6-2-1 LOD 100 (Concept)</b> .....	37
<b>6-2-2 LOD 200 (Geometria approssimativa)</b> .....	38
<b>6-2-3 LOD 300 (Geometria precisa)</b> .....	39
<b>6-2-4 LOD 350</b> .....	41
<b>6-2-5 LOD 400 (Adeguate alla realizzazione)</b> .....	42
<b>6-2-6 LOD 500 ("as built", come realizzato)</b> .....	43
7 - Caso studio.....	44
<b>7-1 Descrizione generale</b> .....	44

7-2 Descrizione delle opere civili .....	46
7-2-1 Criteri generali di progetto e Carta dell'Architettura .....	46
7-2-2 Ubicazione delle stazioni .....	48
7-2-3 Descrizione funzionale delle stazioni .....	50
8 - BEP (Bim Execution Plan) .....	57
8-1 Cos'è il BEP .....	57
8-2 Dal concept all'offerta .....	59
8-2-1 Design / Fase di gara .....	59
8-2-2 Fase di costruzione.....	59
8-3 BIM Overview Map e Detailed BIM Use Map .....	64
8-3-1 BIM Overview Map .....	65
8-3-2 Detailed BIM Use Map .....	66
9- Il BIM per computo metrico (caso studio) .....	68
9-1 Processo Interoperabilità.....	68
9-2 CASO STUDIO IN AUTODESK Revit .....	68
9-2-1 Filosofia .....	68
9-2-2 Il flusso di lavoro .....	70
9-2-3 Comprenderne il cuore .....	71
9-2-4 Considerazioni.....	73
9-2-5 L'utilizzo dei Workset.....	73
9-2-6 il modello.....	74
9-3 CASO STUDIO IN Primus.....	76
9-3-1 Elaborati di computo metrico, preventivi, gestione offerta.....	77
9-3-2 Gestione dei costi della sicurezza.....	77
9-3-3 Associazione delle Categorie di Opere Generali (OG) e Specializzate (OS) alle Categorie di Lavoro .....	78
9-3-4 Gestione dell'offerta.....	78
9-3-5 Scomposizione strutturata del progetto (WBS - Work Breakdown Structure).....	78
9-3-6 Importazione PDF.....	78
9-3-7 Aggiornamento automatico del quadro economico.....	78
9-3-8 Attualizzazione delle voci di E.P .....	78
9-3-9 Gestione di lavori a corpo e a misura.....	78
9-3-10 Computo metrico con input ad oggetti .....	79

9-3-11 Prezzari-net: gratis on line circa 6 milioni di voci di listini ed elenchi prezzi .....	79
9-3-12 Personalizzazione dei documenti .....	79
9-3-13 Gestore delle Stampe .....	79
9-4 CASO STUDIO IN ArchVISION .....	80
9-4-1 ArchVISION RP in breve: .....	81
9-4-2 Note operative .....	81
9-4-3 Il Disegno ed il Computo delle Entità Grafiche .....	82
9-4-4 Associazione di una Misurazione ad una Famiglia.....	82
9-4-5 Associazione di una Misurazione ad un'Entità .....	82
9-4-6 La Barra degli Strumenti .....	83
10 - Confronto tra approcci: BIM e tradizionale .....	100
11- Conclusioni e sviluppi futuri.....	105
RINGRAZIAMENTI.....	107
BIBLIOGRAFIA.....	108
SITOGRAFIA.....	110

# ACRONIMI

<b>BIM</b>	Building Information Modeling
<b>AEC</b>	Architecture, Engineering and Construction
<b>IFC</b>	Industry Foundation Classes
<b>CAD</b>	Computer Aided Design
<b>I-BIM</b>	Infra BIM
<b>WBS</b>	work breakdown structure
<b>SAL</b>	Stato Avanzamento Lavori
<b>E.P</b>	Elenco Prezzi
<b>BEP</b>	BIM Execution Plan
<b>PAS</b>	Publically Available Specification
<b>EIR</b>	Employer's Information Requirement
<b>PIP</b>	Project Implementation Plan
<b>PIM</b>	Project Information Model
<b>MEP</b>	Mechanical, Electrical and Plumbing
<b>MIDP</b>	Master Information Delivery Plan
<b>TIDP</b>	Task Team Information Delivery Plan
<b>RM</b>	Responsibility Matrix
<b>SCCS</b>	Supply Chain Capability Summary
<b>BPMN</b>	Business Process Modeling Notation
<b>LOD</b>	Level Of Detail
<b>AIA</b>	American Institute of Architects
<b>MPS</b>	Model Progression Specification
<b>FM</b>	Facility Management

# INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Acronimo BIM .....	10
Figura 2: lettura dei termini dell'acronimo BIM .....	11
Figura 3: BIM Workflows. (BIM Project Managers – Workflows, Roles and Deliverables, theBIMhub, 2015) .....	14
Figura 4: Schema del processo di progettazione. Da MacLeamy, AIA 2007).....	15
Figura 5: Modello tradizionale per lo scambio di informazioni nel processo progettuale .....	16
Figura 6: Modello di scambio di informazioni con l'adozione del BIM.....	17
Figura 7: Vantaggi del BIM [3].....	18
Figura 8: Vantaggi del I-BIM.....	19
Figura 9: Vantaggi del BIM per le infrastrutture [6].....	20
Figura 10: Varie dimensioni del BIM [PDF17] .....	21
Figura 11: Interoperabilità in BIM.....	23
Figura 12: Modelli 2d e 3d non coordinati – trasmissione file DXF, DWG, DOC, ecc .....	23
Figura 13: Il modello finale (3) integra tutte le informazioni (1) + (2) .....	23
Figura 14: Il modello finale (3) contiene tutte le informazioni (1) + (2) in modo distinto .....	24
Figura 15: integrazione Interoperabilità completa .....	24
Figura 16: Foglio di misurazione del PriMus .....	26
Figura 17: Foglio di elenco prezzi in PriMus.....	27
Figura 18: Foglio impostazione in PriMus.....	27
Figura 19: Definizione delle categorie di lavoro in PriMus .....	28
Figura 20: Foglio di computo in PriMus .....	28
Figura 21: Pagina del web per scaricare dei elenco prezzi .....	29
Figura 22: Stampare il computo metrico in PriMus .....	30
Figura 23: Avviare ArchVISION in Revit.....	32
Figura 24: Associare le voci di elenco prezzi a elementi in Revit tramite ArchVISION .....	32
Figura 25: Avvio del computo metrico tramite ArchVISION .....	33
Figura 26: Definizione modalità di computo metrico rispetto a basi diversi.....	34
Figura 27: Interoperabilità tra Revit, PriMus e ArchVISION.....	35
Figura 42: Rappresentazione del LOD 100. (LOD Specification 2015) .....	38
Figura 43: Rappresentazione del LOD 200. (LOD Specification 2015) .....	39
Figura 44: Rappresentazione del LOD 300. (LOD Specification 2015) .....	40
Figura 45: Rappresentazione del LOD 350. (LOD Specification 2015) .....	41
Figura 46: Rappresentazione del LOD 400. (LOD Specification 2015) .....	42
Figura 28: Linea metropolitana Torino .....	44
Figura 29: Cartografia del prolungamento .....	45
Figura 30: Stazione collegno centro vista 3D.....	50
Figura 31: Stazione collegno centro piano atrio. ....	51
Figura 32: Stazione collegno centro piano banchine. ....	52
Figura 33: Stazione collegno centro piano sottobanchine .....	52
Figura 34: Stazione Certosa vista 3D.....	53
Figura 35: Stazione certosa piano Atrio .....	54

Figura 36: Stazione certosa piano Mezzanino .....	55
Figura 37: Stazione certosa piano Sottobanchine .....	56
Figura 38: Ciclo di consegna delle informazioni BIM. (PAS 1192-2:2013) .....	57
Figura 39: Relazione tra contratto e documenti associati. (PAS 1192-2:2013) .....	58
Figura 40: Relazione tra i documenti usati per la gestione delle informazioni. (PAS 1192-2:2013).....	61
Figura 41: Identificare i responsabili di ogni fase del processo .....	65
Figura 47: Le diverse categorie in PriMus .....	76
Figura 48: Barra degli strumenti in ArchVISION.....	83
Figura 49: Barra degli strumenti in ArchVISION.....	83
Figura 50: Finestra dati di progetto in ArchVISION.....	84
Figura 51: Preferenze e opzioni in ArchVISION.....	85
Figura 52: Campo di misurazione in ArchVISION .....	87
Figura 53: Campo delle voci di elenco prezzi in ArchVISION .....	89
Figura 54: Rigo di misurazione in ArchVISION .....	90
Figura 55: Le variabili in ArchVISION.....	93
Figura 56: Modalità di esportazione da ArchVISION.....	97
Figura 57: Importare ed assegnare misurazioni esistenti in ArchVISION .....	98
Figura 58: Importo dei micro pali stazione Collegno Centro .....	100
Figura 59: Micro pali stazione Collegno Centro .....	101
Figura 60: Solettone del fondo stazione Certosa.....	102
Figura 61: Importo dei solettoni stazione Certosa .....	103

# INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Dimensioni stazione Collegno Centro .....	50
Tabella 2: Quote piani stazione Collegno Centro.....	50
Tabella 3: Dimensioni stazione Certosa .....	53
Tabella 4: Quote piani stazione Certosa .....	53
Tabella 5: Definizione obiettivi BIM per il progetto.....	63
Tabella 6: il processo di implementazione BIM .....	64
Tabella 7: variabili associabili ad ogni entità/oggetto gestito da ArchVISION RP.....	94
Tabella 8: le variabili utilizzate da ciascuna entità gestite da ArchVISION RP .....	95

# 1 - Introduzione

Il mondo delle costruzioni sta vivendo un periodo di grandi cambiamenti e sviluppo tecnologico favoriti dall'introduzione del metodo BIM nella progettazione.

Nei progetti di infrastrutture sta aumentando sempre più la percentuale di utilizzo del Building Information Modeling (BIM), inducendo molti operatori del settore a riconoscere la necessità di adottarlo per ottenere una maggiore competitività e aggiudicarsi nuovi lavori. I progetti che si avvalgono di un approccio basato sul BIM usufruiscono di una serie di interessanti vantaggi: minori rielaborazioni, meno errori, migliore collaborazione e dati di progettazione che possono essere utilizzati per supportare le operazioni, la manutenzione e la gestione delle risorse. I proprietari di infrastrutture civili, comprese le amministrazioni pubbliche, non vogliono perdere questi vantaggi e stanno imponendo sempre più l'utilizzo del BIM nei propri progetti.<sup>1</sup>

Malgrado le voci che circolano sul BIM per le infrastrutture, vi è ancora molta confusione sul suo effettivo utilizzo. Aziende di progettazione e organizzazioni che stanno valutando il passaggio al BIM si chiedono quale sia il modo migliore per implementarlo.<sup>1</sup>

Il presente lavoro riporta un esempio di come si può fare un computo metrico estimativo tramite l'utilizzo dell'approccio BIM e confrontarlo con i risultati dell'approccio tradizionale.

Vladimir Bazjanac, Professore emerito del Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California afferma che "il processo di progettazione e realizzazione delle strutture è cambiato rapidamente. Il cambiamento è dovuto soprattutto all'emergere del metodo BIM e alla sua intrinseca capacità di garantire la validità dei dati inseriti nel manufatto in ogni momento del suo ciclo di vita, permettendo una realizzazione integrata della commessa che era impossibile fino ad ora".

Una volta compreso cosa è effettivamente il BIM, il processo di implementazione per realizzarlo diventa più chiaro. In genere, le persone considerano il BIM come un processo intelligente basato su modelli per pianificazione, progettazione, costruzione e gestione di infrastrutture. In realtà, per implementare il BIM è necessario che il team di lavoro venga preparato a considerare in modo diverso l'esecuzione dei progetti. Non si lavorerà più con punti, linee, archi e forme che rappresentano oggetti, ma si creeranno e utilizzeranno invece modelli intelligenti. Questi modelli sono spazialmente accurati e vengono popolati con oggetti intelligenti. Si inizia definendo in che modo devono apparire questi oggetti e come devono comportarsi. Quindi si mappa un processo che aiuterà tutti i soggetti coinvolti nel progetto a trarre vantaggio dalle informazioni contenute nel modello.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> CAPRIOLI SOLUTIONS S.R.L., IMPLEMENTAZIONE DEL BIM PER LE INFRASTRUTTURE, GUIDA ALLE FASI ESSENZIALI.



Nel presente lavoro è riportato il computo metrico estimativo a livello esecutivo per due stazioni ferroviarie della città di Torino con utilizzo approccio BIM.

La fase di attivazione iniziale richiede un certo livello di pianificazione, tempo e formazione. Il processo descritto nel presente documento offre un quadro di alto livello delle fasi necessarie per avviare l'esecuzione dei processi con l'ausilio di un processo BIM.

In questo studio è stato modellato il progetto che sono due stazioni ferroviarie di Torino nella tratta FERMI e COLLEGNO CENTRO con software Autodesk Revit presso la GEODATA, azienda che si occupa della progettazione delle due stazioni; è stato usato un plugin ArchVISION proposto da Mcs Software che è servito per collegare il modello creato a tutte le tabelle e prezziari e produrre i computi tramite il software PriMus, dell'azienda ACCA.

Dopo una breve introduzione sul BIM e l'introduzione del caso di studio nello specifico, è stato riportato un approfondimento su i tre software utilizzati e su alcuni concetti importanti che influiscono direttamente o indirettamente sui risultati dell'utilizzo dell'approccio BIM.

A conclusione del seguente lavoro, è stato riportato il confronto dei risultati ottenuti tramite approccio BIM e approccio tradizionale.

## 2 - BIM

Il BIM è acronimo di due espressioni tra loro non equivalenti, ma che evidenziano due aspetti caratterizzanti il BIM:

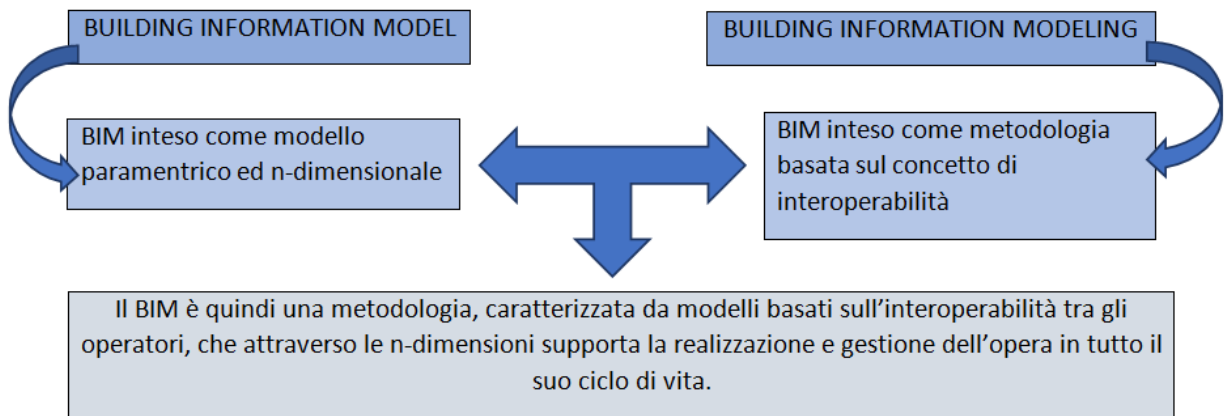


Figura 1: Acronimo BIM

### 2-1 Il Building Information Modeling

Concentrandosi su ogni singola parola dell'acronimo:

**Building:** l'edificio sotto forma di modello digitale viene continuamente implementato e interrogato per generare ed estrapolare dati e informazioni

un'infrastruttura, una struttura, uno spazio chiuso, una costruzione...

**Information:** tutte le informazioni di progetto sono organizzate all'interno di un database digitale per facilitarne lo scambio e la comprensione.

un insieme di dati organizzati: significativi, utilizzabili, scambiabili...

**Modeling:** gli elementi che costituiscono il progetto vengono modellati nelle tre dimensioni e contengono informazioni geometriche e tecniche.

modellazione, formazione, rappresentazione, visualizzazione...

Il metodo BIM permette di conferire valore aggiunto al progetto, ottimizza lo scambio dati e informazioni, riduce i tempi di realizzazione dei progetti e migliora le previsioni dei costi.

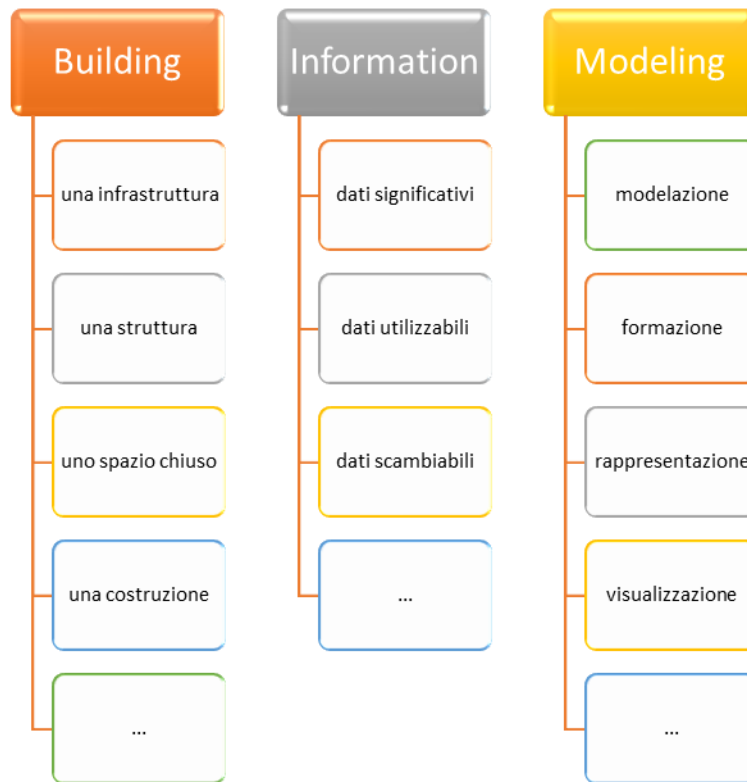


Figura 2: lettura dei termini dell'acronimo BIM

## 2-2 Cos'è il Building Information Modeling?

Acronimo di Building Information Modeling, il BIM viene così definito da varie fonti autorevoli:

“Una rappresentazione computabile delle caratteristiche fisiche e funzionali di una struttura e delle sue informazioni relative al ciclo di vita previsto utilizzando standard aperti per il processo decisionale d’impresa rivolto alla migliore profittabilità”

“Un unico contenitore di dati grafici – disegni – e attributi – specifiche tecniche, schede e caratteristiche”

“Modello di dati grafici e attributi riguardanti l’intero ciclo di vita della struttura, strutturato in forma di database” .

IL BIM È UN SISTEMA COMPLESSO DI PROCEDURE E TECNOLOGIE PER LA GESTIONE DEI PROCESSI EDILIZI, NON E’ UN OGGETTO NE’ UN SOFTWARE.

IL BIM CONSENTE DI RAPPRESENTARE IN FORMATO DIGITALE LE OPERE NEL SETTORE AEC (Architecture, Engineering, Construction) MEDIANTE MODELLAZIONE OBJECT-ORIENTED.

La tecnologia BIM permette una costruzione digitale accurata del modello virtuale di una costruzione edilizia a supporto di tutte le fasi del PROCESSO EDILIZIO, permettendo un’analisi ed un controllo più efficienti rispetto ai processi tradizionali.

Nel BIM i disegni vengono trasformati in oggetti “intelligenti” che contengono informazioni dettagliate che consentono di accelerare l’intero processo di realizzazione del prodotto edilizio.

Un modello BIM può contenere qualsiasi informazione riguardante la costruzione edilizia o le sue parti. Le informazioni più comunemente raccolte in un BIM riguardano:

- la localizzazione geografica
- la geometria
- le proprietà dei materiali e degli elementi tecnici
- le fasi di realizzazione
- le voci di elenco prezzi
- le operazioni di manutenzione
- le operazioni di dismissione o demolizione

Tali modelli virtuali, una volta completati, consentono di gestire le fasi progettuali, di scelta del contraente, di realizzazione (gestione operativa del cantiere) e, successivamente, di gestione della vita utile della costruzione (esercizio e manutenzione). Con il BIM si possono dunque avere a disposizione tutti i dati e le informazioni necessarie per gestire il CICLO DI VITA (Life Cycle Cost) di una costruzione edilizia.

Recenti studi in ambito BIM fanno intendere come, oltre alla modellazione tridimensionale, si vada verso la collaborazione tra i progettisti, l’interoperabilità dei software, l’integrazione tra i processi e la sostenibilità.

Sintetizzando, progettare in modalità “BIM oriented” significa poter comunicare, senza perdita qualitativa, con colleghi e partner che usano altri software, il proprio progetto e tutti i dati in esso presenti. La possibilità di produrre dati interoperabili da parte dei progettisti, è garantita dalla compatibilità con il formato IFC.

## 2-3 A cosa serve il BIM?

La tecnologia BIM modifica le relazioni tra gli attori del processo edilizio favorendo l'integrazione tra le fasi progettuali e realizzative, a scapito degli attuali schemi di tipo conflittuale, ottenendo una migliore qualità del costruito con riduzione di tempi e costi.

Diversamente dal disegno CAD (o dalla modellazione generica 3D), il BIM rivoluziona il modo di gestire le informazioni legate al progetto:

- Propone un modello unico e centrale da cui si estraggono tutti i documenti necessari (viste, quantità, analisi, fasi, animazioni, render, simulazioni, etc.)
- Permette di integrare i processi facendo convergere in quel modello tutti i contributi dei differenti professionisti coinvolti, senza perdita di informazioni
- Impone una gestione coerente, esplicita i ruoli professionali, allinea le informazioni ed esplicita le responsabilità.

**Visualizzazione 3D** - Ci possono essere tanti motivi per cui realizzare il modello BIM di un edificio da costruire che possono essere diversi per interesse, finalità, complessità, livello di dettaglio e per la quantità di informazioni aggiunte al modello 3D, ma di certo l'uso più semplice di un modello BIM è legato ad una visualizzazione accattivante di ciò che si intende realizzare. Questo va a vantaggio del progetto perché permette di paragonare soluzioni progettuali differenti, ma anche per "vendere" il progetto al committente, o all'amministrazione che deve approvare l'intero progetto. **Diversa Gestione del Progetto** - Dato che tutte le informazioni sono concentrate in un unico modello BIM, ogni modifica al progetto viene automaticamente riportata in tutte le viste (piante, prospetti, sezioni, ecc.). Questo non aiuta solo a realizzare la documentazione di progetto più velocemente, ma assicura anche una maggior qualità attraverso il coordinamento automatico delle diverse viste.

**Simulazione della costruzione** - I modelli BIM non contengono solo dati architettonici, ma l'intero carnet delle informazioni sull'edificio, comprese quelle relative alle diverse discipline ingegneristiche, dalla parte strutturale alle condutture e tubaggi dei diversi sistemi dell'edificio ed anche informazioni sulla sostenibilità. In questo modo tutte le caratteristiche dell'edificio possono essere simulate in anticipo. **Gestione dei Dati** - Il BIM contiene informazioni che non vengono rappresentate visivamente, le informazioni sulla cantierizzazione possono ad esempio fornire indicazioni sulla forza lavoro necessaria, sulla coordinazione in genere e su tutto ciò che può influenzare la pianificazione del progetto. Anche i costi fanno parte del BIM e consentono di controllare il budget, o i costi stimati in una data fase della realizzazione. **Operazioni Immobiliari** - Non c'è certo bisogno di dire che tutti i dati immessi in un progetto BIM non sono utili solo durante la fase di realizzazione, ma si possono estendere a tutto il ciclo di vita dell'edificio contribuendo a pianificare e ridurre i costi di gestione e manutenzione che spesso superano quelli di costruzione.

Il Project Management beneficerà dell'implementazione del BIM in azienda. Mediante una formazione mirata, sarà chiaro e semplice per ogni ruolo aziendale coinvolto come relazionarsi con le parti coinvolte e come utilizzare al meglio gli strumenti BIM a disposizione.

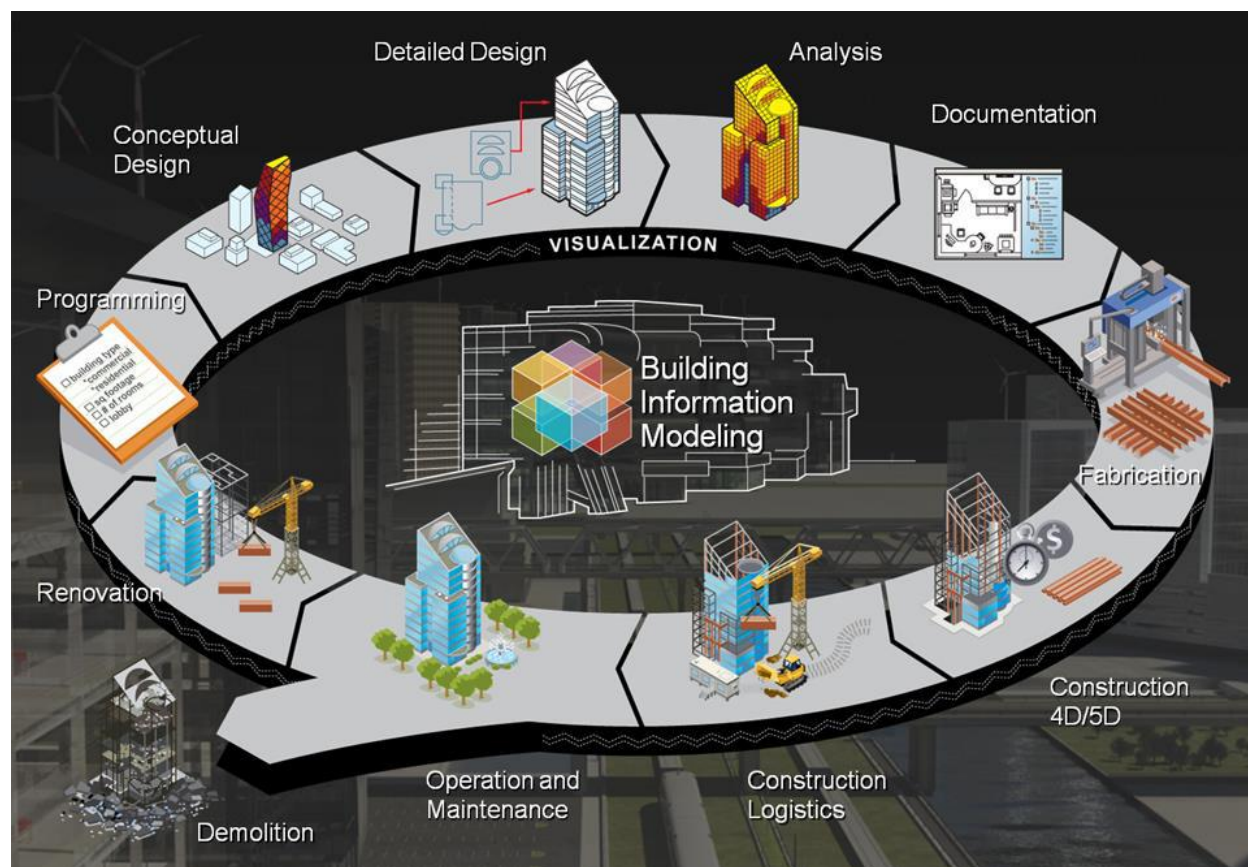
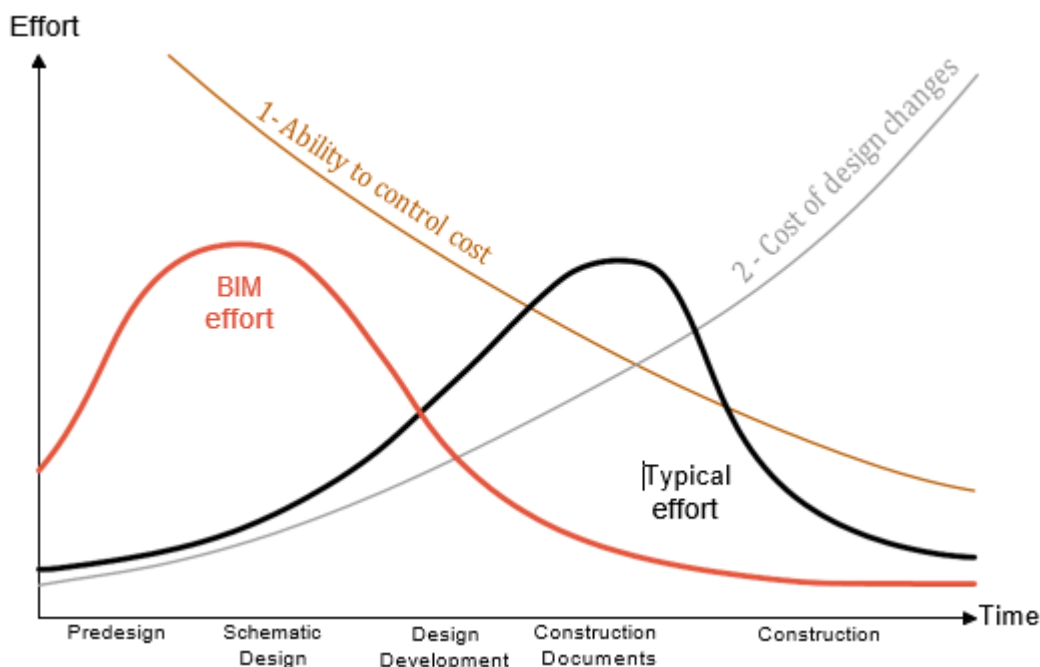


Figura 3: BIM Workflows. (BIM Project Managers – Workflows, Roles and Deliverables, theBIMhub, 2015)

## 2-4 Dal CAD al BIM

BIM e CAD rappresentano due approcci alla progettazione ed alla documentazione fondamentalmente diversi. Le applicazioni CAD (Computer Aided Design) imitano il tradizionale processo che avveniva al tecnigrafo, quindi si creano dei disegni bidimensionali attraverso elementi grafici 2D (linee, tratteggi, testi, ecc.). I disegni CAD, come i tradizionali disegni su carta, sono creati indipendentemente l'uno dall'altro, quindi ogni modifica al progetto va riportata manualmente in ogni elaborato CAD. Le applicazioni BIM (Building Information Modeling) imitano il reale processo costruttivo. Invece di creare disegni 2D a linee, l'edificio viene realizzato virtualmente attraverso elementi costruttivi "reali" come muri, solai, finestre, tetti, ecc. e questo permette ai progettisti di seguire una logica progettuale più aderente alla pratica costruttiva. Dal momento che tutti i dati sono contenuti nell'edificio virtuale, ad ogni modifica del modello segue l'aggiornamento automatico di tutti i disegni da esso derivati. Con questo approccio integrato al modello, il BIM non offre solo un notevole incremento di produttività, ma pone anche le basi per una progettazione più coordinata ed un processo costruttivo che parte dal modello

computerizzato. Sebbene il passaggio dal CAD al BIM sia già giustificato dai benefici ottenibili in fase progettuale, il BIM offre anche altri vantaggi per la realizzazione e la gestione del manufatto.



**Figura 4: Schema del processo di progettazione. Da MacLeamy, AIA 2007)**

In Figura 4 è riportata la curva di MacLeamy che mette in relazione la quantità di lavoro, in termini di tempo e costo, in relazione alle fasi del processo progettuale.

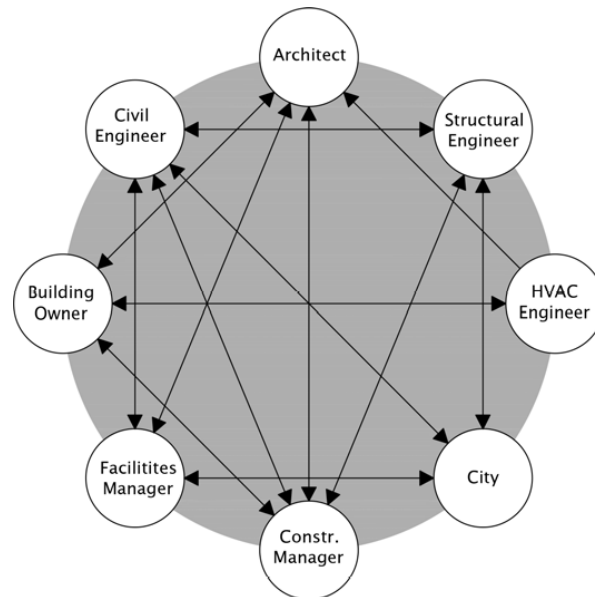
Nella pratica tradizionale, nelle prime fasi solamente uno o pochi studi progettuali sono coinvolti. Mano a mano che si procede la quantità di lavoro aumenta, fino ad arrivare ad un massimo in corrispondenza nella produzione della documentazione.

Il BIM permette di velocizzare l'attività di produzione dei documenti, spostando il picco di quantità di lavoro nelle prime fasi progettuali. Questo accade perché tutte le varie discipline collaborano all'inizio del processo per prendere le decisioni in modo condiviso.

Le curve 1 e 2 mostrano rispettivamente la capacità delle decisioni progettuali di influire sui costi e sulle funzionalità del progetto e il costo delle variazioni progettuali in funzione del tempo.

Il vantaggio del BIM è proprio il fatto che le decisioni progettuali sono prese all'inizio, tenendo conto della molteplicità di fattori che influenzano il progetto e quindi non ci sono variazioni sostanziali nelle fasi successive, che farebbero lievitare i costi.

Attualmente il processo progettuale risulta molto frammentato e si avvale di uno scambio di informazioni tra le parti coinvolte basato su documentazione cartacea (Figura 5).



**Figura 5: Modello tradizionale per lo scambio di informazioni nel processo progettuale**

L'adozione di questa pratica porta inevitabilmente ad errori, aumento di tempi e costi di progetto e molto spesso provoca l'insorgere di cause giudiziarie.

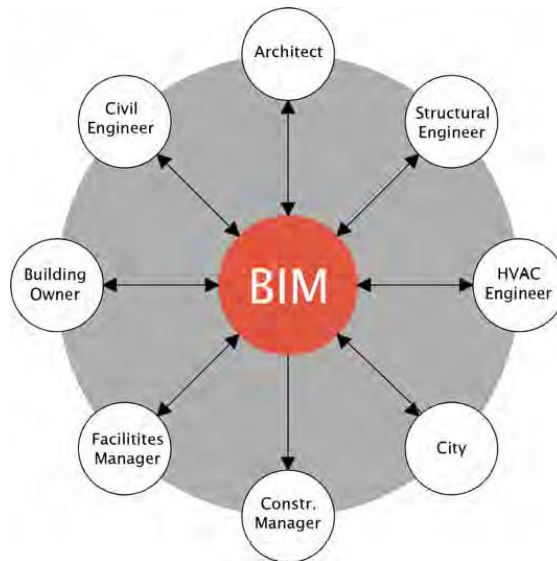
Attraverso la tecnologia BIM, tutte le figure che partecipano al processo progettuale lavorano in modo simultaneo condividendo uno stesso modello informativo. In questo modo si riduce al minimo la perdita di informazioni e si snellisce il flusso di lavoro (Figura 6).

Le analisi preliminari attuate attraverso degli strumenti complementari al BIM forniscono delle preziose indicazioni di massima, che, anche se solo qualitative, offrono un importante aiuto ai progettisti.

Nella pratica tradizionale invece le analisi afferenti alle varie discipline sono eseguite in un momento successivo, quando oramai le scelte sostanziali sono già state prese.

Per eseguire efficacemente le analisi attraverso vari strumenti è necessario parlare di interoperabilità, intesa come capacità di scambiare informazioni tra i suddetti strumenti.

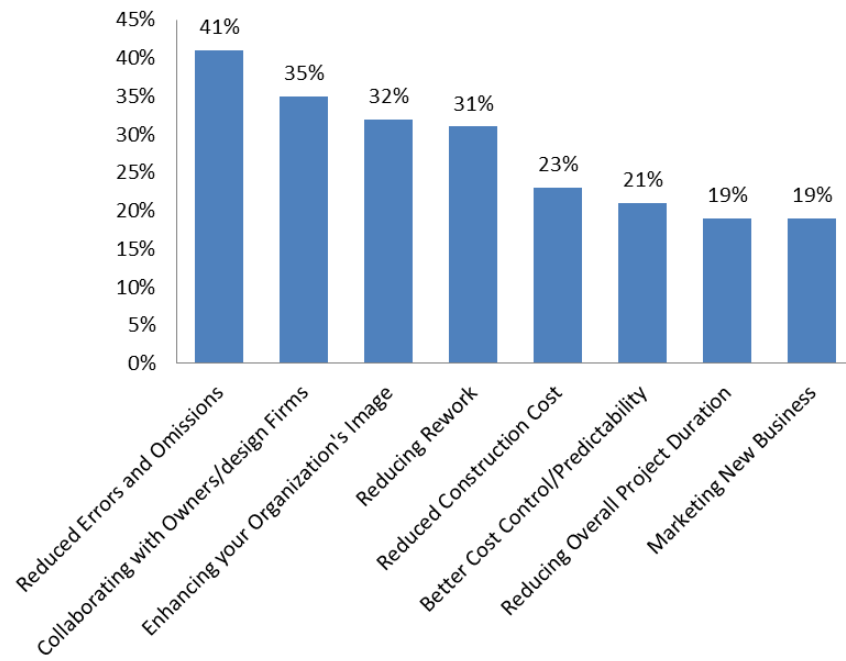




**Figura 6: Modello di scambio di informazioni con l'adozione del BIM**

I vantaggi dell'approccio BIM risultano dunque essere:

1. Riduzione degli errori;
2. Aumento della collaborazione tra tutti gli stakeholders;
3. Riduzione delle Rielaborazioni;
4. Riduzione dei costi di Costruzione;
5. Miglior Controllo e monitoraggio di tempi e costi;
6. Riduzione dei tempi di progetto e costruzione dell'opera.



**Figura 7: Vantaggi del BIM [3]**

### 3 - BIM per le infrastrutture (I-BIM)

In ambito infrastrutturale la progettazione “BIM oriented” permette un maggior controllo del progetto e una integrazione migliore con le discipline progettuali afferenti, evitando errori e mancanze di informazione [pdf14].



**Figura 8: Vantaggi del I-BIM**

L’acronimo I-BIM (Infrastructure–Building Information Modeling) è utilizzato nel settore AEC per indicare le applicazioni BIM-based nel campo della progettazione, costruzione e gestione delle infrastrutture, tra cui quelle stradali [6].

Il BIM per le infrastrutture è un processo innovativo basato su modelli ed offre informazioni dettagliate utili a pianificare, progettare, costruire e gestire opere di infrastrutture civili complesse. Le informazioni del modello sono precise, riducendo così varianti ed errori, accessibili, in qualsiasi luogo e momento da tutti gli operatori contemporaneamente, e pratiche, garantendo decisioni più consapevoli grazie a simulazioni ed analisi. Anticipare: identificare fin da subito le interferenze, i rischi e le sfide durante tutto il ciclo di vita del progetto, sfruttando modelli e informazioni intelligenti dalla fase iniziale alla quella finale; ridurre il rischio di conflitti e problemi costosi prima che si verifichino. Valutare: iterare rapidamente le varie opzioni per identificare le soluzioni ottimali, esplorare le idee concettuali in un ambiente reale contestuale, consentendo ai soggetti interessati di immaginare e comprendere le implicazioni e le alternative. Agire: prendere decisioni informate basate su modelli intelligenti che seguono in modo lineare lo sviluppo dei dati nuovi ed esistenti per tutto il workflow; visualizzare istantanee e analisi del progetto in tempo reale.



**Figura 9: Vantaggi del BIM per le infrastrutture [6]**

Oltre ai numerosi vantaggi tuttavia il BIM potrebbe portare anche a rischi e conseguenze negative. Lo strumento non deve essere un costo in più per le piccole e medie imprese. L'uso del BIM deve tuttavia evitare distorsioni della concorrenza. Una soluzione è garantire la clausola di equivalenza. Un altro vantaggio del BIM è la possibilità che dà di creare integrazione tra i sistemi.

## 4 - Il BIM per il 5D

Computer-Aided Design (CAD) è il processo di creazione di disegno tecnico con l'utilizzo di software per computer. Sistemi 2D-CAD sono programmi di disegno vettoriale-orientati.

I sistemi 3D-CAD sono programmi di disegno che, come requisito minimo, lavorano con i vettori che si trovano nei tre assi di disegno e che sono quindi in grado di creare un modello tridimensionale. Un ulteriore sviluppo di questo sono i sistemi CAD 3D object-oriented che lavorano con CAD di oggetti invece che di vettori.

Modellazione 3D è il metodo di creare digitalmente una rappresentazione matematica di qualsiasi oggetto reale in tre dimensioni. Il prodotto si chiama modello 3D.

Un modello 3D è la rappresentazione di un aspetto particolare della realtà nel computer per mezzo di astrazione. Il modo più pratico per inserire la geometria è quello di utilizzare un programma CAD appropriato e poi si assegnano i vari elementi costruttivi, quali pareti, colonne e soffitti alla geometria. Ogni componente della costruzione è un oggetto nel modello 3D.

La modellazione BIM 4D è l'integrazione di un modello 3D con un programma di costruzione per analizzare e monitorare i tempi di costruzione permettendo ai progettisti di coordinare i diversi soggetti e programmare le attività correlate del processo di costruzione; La modellazione BIM 5D si occupa di gestire i costi di un processo edilizio; La modellazione BIM 6D si occupa della progettazione sostenibile definendo le prestazioni dell'edificio e del sito eseguendo simulazioni ed analisi dei fattori ambientali come irraggiamento solare, analisi energetica dell'edificio e valutazioni dell'impiego idrico; La modellazione BIM 7D affronta le problematiche del Facility Management (FM), ossia mantenere ambienti di lavoro efficienti con processi che coniughino qualità dei servizi, sicurezza dei fruitori e dei lavoratori.

Per il presente studio è stato fatto ricorso a un approccio BIM 5D, le integrazioni sono basate su modelli quantitativi di materiale / risorse di lavoro e stime dei costi. In sintesi:  $5D = 3D + \text{tempo} + \text{costi}$ .

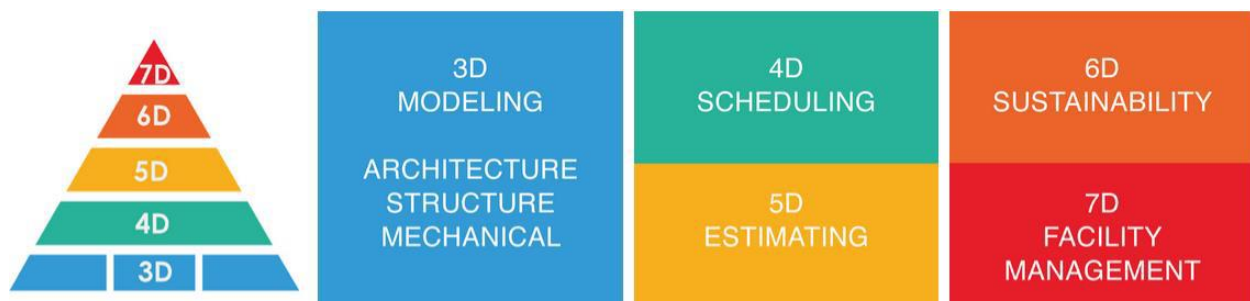


Figura 10: Varie dimensioni del BIM [PDF17]

## 5 - Interoperabilità

L'interoperabilità è il requisito principale affinché il BIM venga effettivamente impiegato come metodologia e non come modello semplificato durante la fase di progettazione. L'interoperabilità è la capacità di passare i dati tra le applicazioni, e per applicazioni multiple di contribuire unitamente al lavoro in questione e renderlo a portata di mano [7].

L'interoperabilità rappresenta lo scambio automatico dei modelli e di altri dati tra diverse piattaforme software per una completa integrazione e collaborazione tra i diversi attori del processo edilizio. Questi software devono contenere tutti gli standard nascondendo la complessità all'utente, definendo le condizioni di scambio delle informazioni in modo dettagliato.

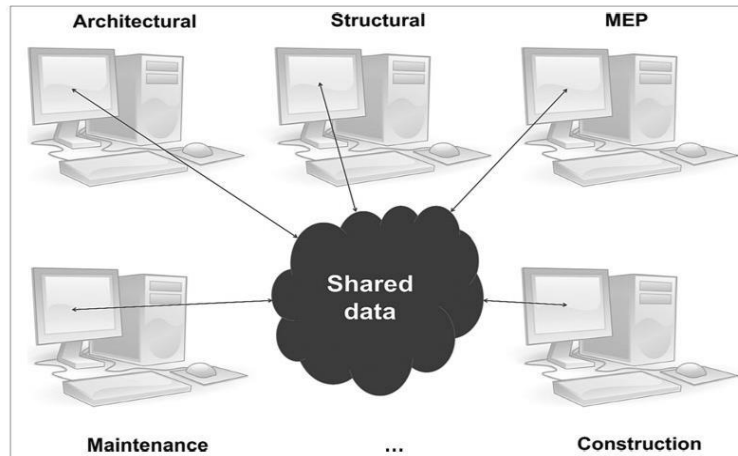
L'interoperabilità elimina la necessità di copiare manualmente dati già generati in un'altra applicazione. La copia manuale di dati parziali del progetto, come la progettazione strutturale o energetica, porta inevitabilmente ad un certo livello di inconsistenza degli stessi, e quindi a degli errori quando è richiesta la ricerca di migliori soluzioni a problemi complessi.

Capacità di condividere e scambiare rapidamente e accuratamente i dati e le informazioni di prodotti e di processi tra i sistemi utilizzati dal team di progettazione migliorando l'efficacia e l'efficienza del processo edilizio.

Ci sono due tipologie di interoperabilità

- Sociale: abilità a operare e collaborare in un Gruppo
- Informatica: Scambio dati/informazioni tra programmi

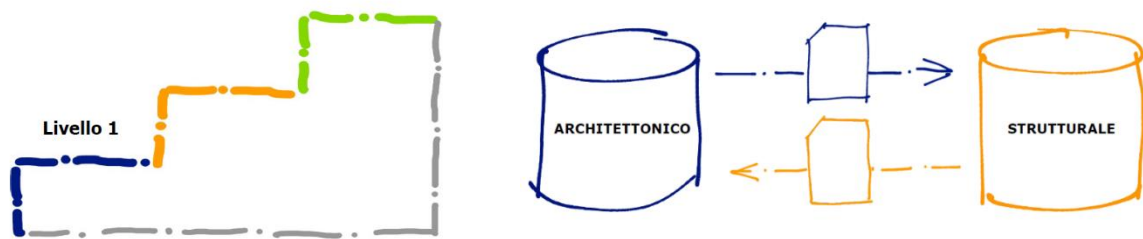
L'interoperabilità permette di creare un modello intelligente innescando un meccanismo di collaborazione e di interazione tra diverse figure professionali. Possiamo lavorare in maniera interoperabile sul fronte architettonico, strutturale, impiantistico, energetico ed economico intervenendo su un solo modello analitico digitale che rispecchia dettagliatamente e parametricamente quello che sarà poi l'intervento reale.[3]



**Figura 11: Interoperabilità in BIM**

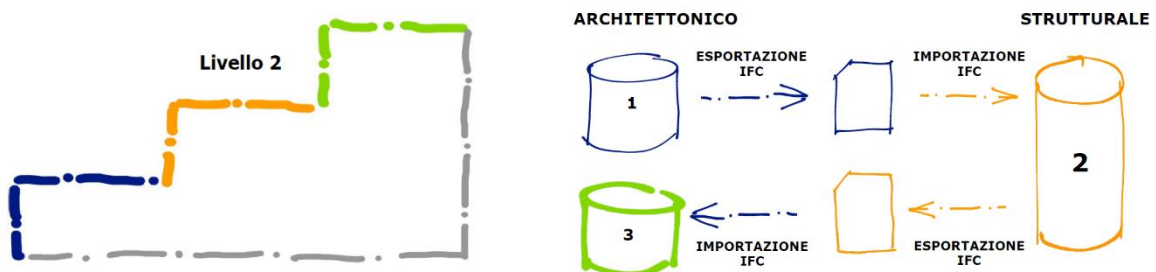
La richiesta di interoperabilità è condizionata dal livello di sviluppo del BIM.

- Livello 1: scambio di dati su file



**Figura 12: Modelli 2d e 3d non coordinati – trasmissione file DXF, DWG, DOC, ecc**

- Livello 2A: interoperabilità attraverso dati su file



**Figura 13: Il modello finale (3) integra tutte le informazioni (1) + (2)**

- Livello 2B: interoperabilità su modello federato

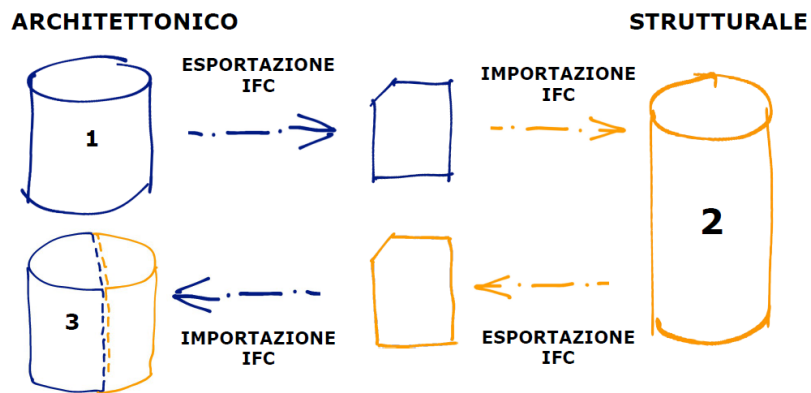


Figura 14: Il modello finale (3) contiene tutte le informazioni (1) + (2) in modo distinto

- Livello 3: interoperabilità completa



Figura 15: integrazione Interoperabilità completa

## 5-1 Autodesk Revit

Inizialmente creato dalla Revit Technologies Inc. – venne prodotto a partire dal 2000 – Autodesk Revit è un vero e proprio software per BIM, con delle specifiche funzionalità e competenze che rendono questo programma altamente funzionale nel rispetto di tutto ciò che serve per progettare attraverso l'uso di elementi atti non solo alla modellazione ma anche al disegno.

Il software per BIM venne infatti prodotto dall'azienda nel 2000, con lo specifico e funzionale intento di rendere possibili una serie di occupazioni e di possibilità che altrimenti non sarebbero state tali, all'interno del ruolo di progettista inteso in quanto tale. Autodesk Revit è stato poi acquistato nel 2002 dall'azienda Autodesk, che oggi offre sviluppi ed opportunità di aggiornamento del software, anche per gli utenti che vogliano di volta in volta modificare ed implementare le proprie conoscenze e competenze.



L'utilizzo di questo programma permette di sfruttare dei veri e propri strumenti funzionali che consentono l'uso intelligente dei processi atti alle varie fasi possibili della gestione e della costruzione degli edifici e delle infrastrutture in genere: pertanto, a partire dalla pianificazione, fino alle varie fasi che precedono la costruzione, come il disegno e la progettazione degli edifici. Ma non solo: infatti, in quanto software altamente intelligente e propositivo, esso funge come qualcosa di più complesso di un semplice programma, in quanto supporta la multi interdisciplinarietà verso la collaborazione e la progettazione da parte di più utenti e di più ruoli.

### 5-1-1 A cosa serve Autodesk Revit: quali sono le sue funzionalità

Si tratta di un software che, in un'unica e specifica **piattaforma BIM** multidisciplinare rende possibile l'attuazione – oltre che l'ideazione – di tutte le fasi che principalmente precedono, ma anche accompagnano e seguono per tutto il percorso la costruzione e la conseguente gestione di un edificio.

La possibilità più importante è che rende questo software così tanto vicino alle esigenze del cliente è quella data dal fatto che si tratta di un software attraverso il quale è del tutto possibile avere un pieno e fedele esempio della realtà attraverso elementi tridimensionali, assonometrici e prospettici, senza il benché minimo errore.

Tra le caratteristiche e le funzionalità del programma, vi sono, pertanto:

- La percezione quanto più possibile fedele della realtà attraverso l'uso di strumenti intelligenti;
- La possibilità di ottenere dei disegni tridimensionali quanto più possibilmente vicini a questa stessa realtà grazie all'uso del software, raggiungendo ed ottenendo così dei risultati che sarebbe impossibile ottenere con il solo disegno manuale;
- La presenza di una quarta dimensione che, a differenza di altri software specializzati, esiste all'interno del prodotto e permette di gestire ed impostare le fasi temporali, attraverso così la suddivisione dello Stato di Fatto dallo Stato di Progetto.

### 5-2 PriMus

PriMus è uno dei software più utilizzati per il computo metrico e la contabilità dei lavori pubblici in Italia che è proposto dall'ACCA.

PriMus è il primo programma di computo metrico e contabilità lavori con input ad oggetti: non più una fase di input separata dalla visualizzazione dei documenti, ma ogni vista del documento può essere utilizzata per inputare o modificare i dati.

Computo metrico, elenco prezzi, stati di avanzamento lavori sono solo diverse viste dello stesso documento; ad ogni modifica in qualsiasi vista aggiorni ed allinei automaticamente il documento e tutte le altre viste.

### 5-2-1 A cosa serve PriMus : quali sono le sue funzionalità

Con questa applicazione gli operatori del settore possono svolgere parte della loro attività di computazione direttamente al momento del rilievo delle misure oppure potranno continuare a lavorare sui propri computi con uno strumento avanzato ed efficiente anche fuori dall'ufficio.

L'interfaccia PriMus presenta il classico foglio di computo che riporta le colonne del computo metrico e un editor di elenco prezzi al cui interno possono essere inserite le voci di prezzo necessarie per la preventivazione.

Nr	Tariffa	DESIGNAZIONE dei LAVORI	par.ug.	lung.	larg.	H/peso	Quantità	unitario [1]	IMPORTI
									TOTALE
									0.00
		AGGIUNGE NUOVA VOCE							

Figura 16: Foglio di misurazione del PriMus

Le ultime versioni degli elenchi prezzi possono essere scaricate da internet e possono essere modificate manualmente le singole voci secondo esigenza.

PriMus-DCF POWER3(h) [LISTINO: 'LisAbruzzo2016.dcf']

File ?

Opzioni Visualizza Struttura

lista Prezzi

Tariffa	DESCRIZIONE dell'ARTICOLO	unità di misura	Prezzo [1]
	Voce riservata!!!		
01.005.005.a	Regione Abruzzo - Operaio comune o 1° livello	ora	25.00
01.005.005.b	Regione Abruzzo - Operaio qualificato o 2° livello	ora	27.71
01.005.005.c	Regione Abruzzo - Operaio specializzato o 3° livello	ora	30.06
01.005.005.d	Operaio IV livello ( caposquadra)	ora	31.39
01.005.005.a	Tecnico per rilevamento perforazioni	ora	40.48
01.005.005.b	Operaio IV livello ( caposquadra) - In Galleria	ora	38.20
01.005.005.c	Regione Abruzzo - Operaio specializzato o 3° livello - In Galleria	ora	36.10
01.005.005.d	Regione Abruzzo - Operaio qualificato o 2° livello - In Galleria	ora	33.54
01.005.005.e	Regione Abruzzo - Operaio comune o 1° livello - In Galleria	ora	30.22
01.005.005.a	Operaio subacqueo comune o 1° livello	ora	35.35
01.005.005.c	Operaio subacqueo specializzato o 3° livello	ora	46.10
01.005.010.b	Regione Abruzzo - Operaio METALMECCANICO 3° livello	ora	23.38
01.005.010.c	Operaio METALMECCANICO 4° livello	ora	22.17
01.005.010.d	Regione Abruzzo - Operaio METALMECCANICO 5° livello	ora	20.95
10.005.005.a	Nolo di un autocarro ribaltabile da 6000 kg	ora	43.78
10.005.005.b	Nolo di un autocarro leggero da 1000 kg di portata	ora	21.34
10.005.005.c	Nolo di un autocarro articolato con carrello per trasporto mezzi movimento terra	ora	45.00
10.005.005.d	Nolo di Autobottole dotato di semimorchio per il trasporto di mezzi per il movimento terra	ora	65.00
10.005.005.e	Nolo di Autobottole dotato di semimorchio per trasporto eccezionale	ora	70.00
10.005.005.f	Nolo autocarro od Autocisterna della portata di 190 q.li	ora	43.00
10.005.005.g	Autocarro ribaltabile da 7 m³	ora	49.08
10.005.005.h	Autocarro ribaltabile da 11 m³	ora	57.74
10.005.005.i	Autocarro ribaltabile da 15 m³	ora	79.01
10.005.005.j	Autocarro per il posizionamento di supporti delle barriere stradali	ora	41.99
10.005.005.m	Autocarro con gru da 8500 kg	ora	66.22
10.005.005.n	Autocarro con gru da 15000 kg	ora	78.66
10.005.005.o	Autocarro con gru da 20000 kg	ora	87.57
10.005.005.p	Autocarro con gru da 3500 kg	ora	56.30
10.005.005.q	Autobotte della portata di 8000 l	ora	29.41
10.005.005.r	Autobotte di supporto per sondaggi e trivellazioni	ora	49.00
10.005.005.s	Autospurgo con sistema idrodinamico	ora	39.56
10.005.030.b	DUMPER DA MC. 6 IN GALLERIA	ora	45.00
10.005.030.c	Donzeri oingolato con ripper hp 200	ora	84.55
10.005.030.d	Dumper della portata di 23 t	ora	68.98
10.005.030.e	Donzeri oingolato con ripper hp 400	ora	144.18
10.005.032.a	Bobcat	ora	31.67
10.005.032.h	Escavatore bobcat	ora	31.05

Dati Generali Elenco Prezzi (15338 voci)

Figura 17: Foglio di elenco prezzi in PriMus

In PriMus possono anche essere definite le tipologie di lavori come Lavori a corpo o Lavori a misura e associare a voci anche tre diverse categorie di lavoro come Super categorie, Categorie e Sub categorie per avere un ordine rispetto a quello che si vuole svolgere nel progetto.

PriMus-A-N-I 100d

FILE Modifica Visualizza Strumenti Finestra Servizi ?

PROGETTO: Nuovo Documento

Sub Categorie

Salva Configurazione

n.	sub categorie	% +/-
0	<nessuna>	
1	Strutture di fondazione	0
2	Strutture in elevazione	0
3	Murature	0
4	Intonaci	0
5	Pittura	0
6	Sistemazione tubazioni	0
7	Canaline passacavi	0
8	Quadri elettrici	0
9	Pareti verticali	0
10	Terrazzi	0
11	Montanti principali	0

INS per inserire un rigo prima del cursore; CTRL+CANCL per cancellare il rigo; INVIO per passare alla cella successiva e sull'ultima cella conferma e aggiunge l'intero rigo.

Categoria OG/OS: <nessuna>

Categorie di Opere Generali (OG) e Specializzate (OS)

Descrizione Estesa:

Codice: Data Inizio: Durata Giorni: Codice Fase:

Dati Generali Elenco Prezzi Misurazioni Stampa

Totale euro 0.00

Figura 18: Foglio impostazione in PriMus

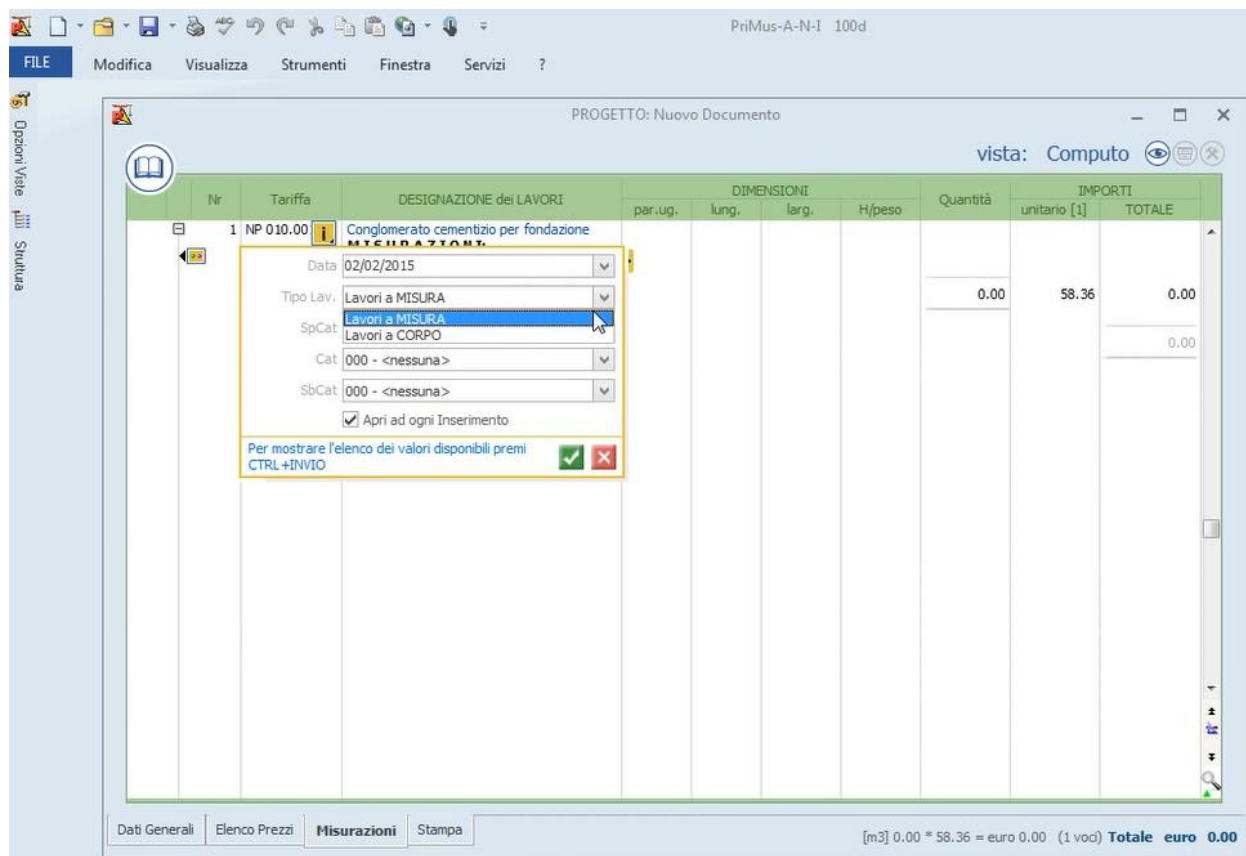


Figura 19: Definizione delle categorie di lavoro in PriMus

PriMus presenta varie altre funzionalità. Per esempio si possono inserire il prezzo parziale per ogni parte del lavoro o inserire una detrazione, si può inserire anche la foto accanto a ogni voce del prezziario per dimostrare e coprendere meglio l'intenzione della voce che è stata inserita nel computo metrico.

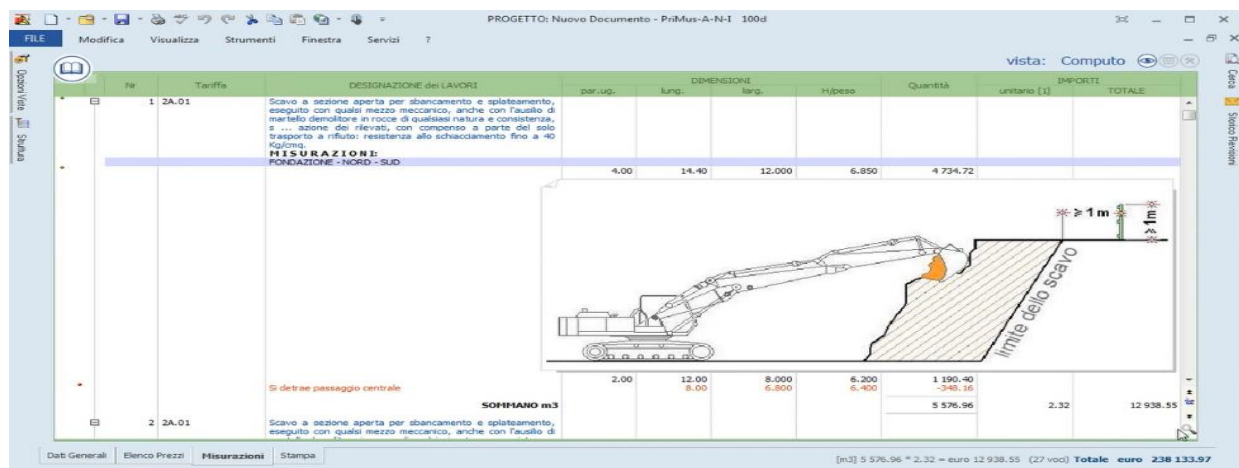


Figura 20: Foglio di computo in PriMus

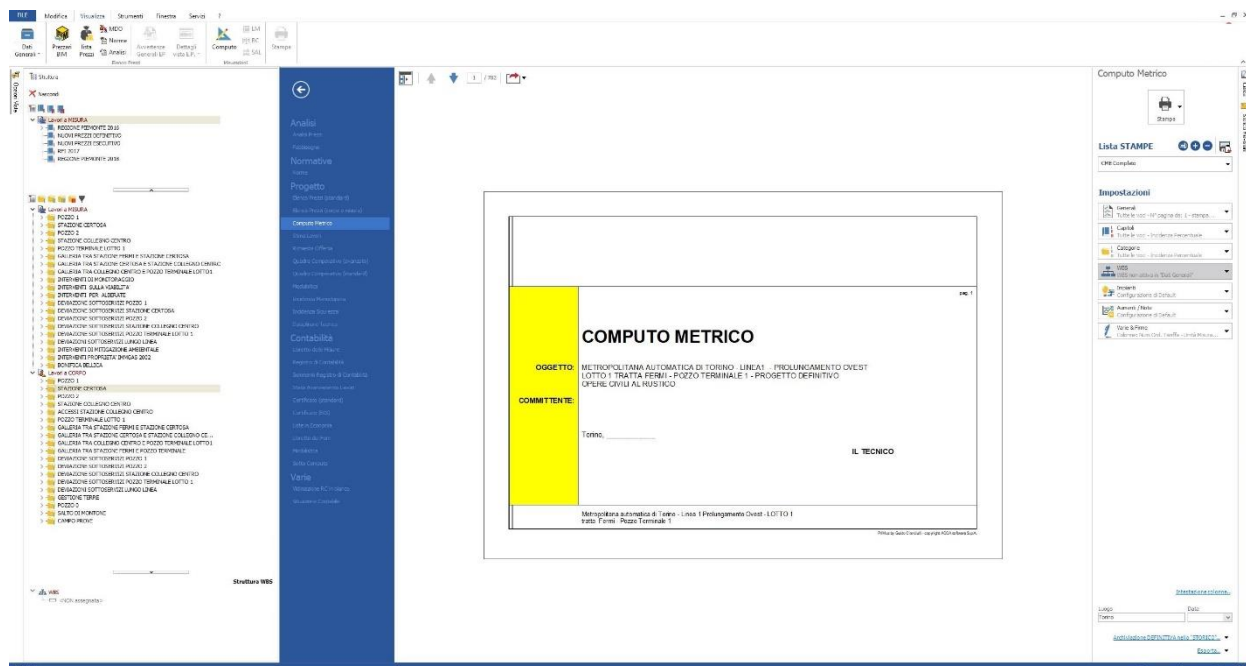
Solitamente il tecnico acquisisce quelle che sono le lavorazioni dei vari prezziari regionali, da quelli degli appaltanti, per questo motivo ACCA offre sul suo sito internet una sezione a cui tutti possono accedere gratuitamente in cui poter consultare/scaricare i prezziari per quanto riguarda prodotti di materiale termosanitario, produttori di materiali elettrico, tutti i prezziari delle regioni e camere di commercio italiane, questo significa che ogni qual volta una regione rende pubblico un prezzario, ACCA lo pubblica direttamente sul sito permettendone la libera fruizione.



Figura 21: Pagina del web per scaricare dei elenco prezzi

Altre funzionalità offerte da PriMus sono la produzione degli elaborati e la stampa in modo ufficiale. Per esempio si può stampare un elenco prezzi, un computo metrico, una stima lavori, la richiest d'offerta, ecc.

PriMus, oltre al computo metrico, permette di gestire la contabilità dei lavori. Si può produrre e stampare per esempio il libretto delle misure, il registro di contabilità, il sommario registro di contabilità, lo stato avanzamento lavori(SAL), ecc.



**Figura 22: Stampare il computo metrico in PriMus**

PriMus, in definitiva, offre le seguenti **funzioni**:

- Creare nuovi documenti: Listini, Elenchi Prezzi (E.P.) e Computi
- Creare nuove voci di Listino, E.P. e Computo
- Caricare facilmente i propri Listini o E.P. di riferimento
- Archiviare Computi, Listini ed E.P. da usare come riferimento per nuovi documenti
- Prendere Voci di E.P. e Listini anche da internet
- Prendere voci per il Computo da E.P. o Listini archiviati
- Inserire facilmente descrizioni e misurazioni
- Inserire immagini o fotografie come commento alle misurazioni
- Gestire tutti i dati del documento in un file unico in formato DCFm
- Aprire e Gestire documenti in formato DCFm inviati anche tramite e-mail
- Aprire e Gestire documenti in formato DCFm pubblicati su internet
- Importare documenti creati dal programma PriMus-DCF nella versione desktop
- Esportare documenti creati dal programma PriMus-DCF nella versione desktop
- Importare ed Esportare documenti anche per le versioni di PriMus per desktop non freeware

## 5-3 ArchVISION

Si tratta di un plug-in molto interessante per Autodesk Revit, che permette di realizzare dinamicamente il computo metrico delle opere, grazie all'interfaccia con PriMus di ACCA Software.

ArchVISION RP è l'anello di congiunzione tra le entità degli elaborati grafici di Revit e una o più voci di listino selezionabili in PriMus.

ArchVISION RP è stato ideato per realizzare Misurazioni legando le voci di EP di PriMus alle dimensioni grafiche degli oggetti di Revit.

Questa tecnologia consente di redigere, con pochi click del mouse, computi con rapidità e facilità.

### 5-3-1 A cosa serve ArchVISION : quali sono le sue funzionalità

Come già indicato ArchVISION è anello tra Revit e PriMus e permette di collegare questi due programmi. In altre parole ArchVISION è un plug-in che viene applicato su Revit e dà la possibilità di aprire direttamente PriMus in Revit e svolgere il computo metrico.

In ArchVISION ci sono diversi approcci per associare le voci di elenco prezzi a elementi modellati in Revit e di conseguenza produrre il computo metrico, ma dipende dall'operatore quale scegliere. In base a tale scelta sicuramente il modello di computo metrico potrà differire.

Nel prosieguo sarà mostrato come funziona ArchVISION per ottenere un computo metrico solamente associando le voci agli elementi senza inserire le misure a mano (approccio tradizionale).

Il concetto base di ArchVISION è quello di associare le voci di elenco prezzi a elementi di Revit mediante un semplice drag & drop delle voci nell'apposito spazio già previsto per inserire le voci. Bisogna fare attenzione al fatto che le voci possono essere associate sia ad un'istanza che a una famiglia. Se si collega una voce di elenco prezzi a una famiglia, tutti elementi che hanno la stessa famiglia si computeranno nella stessa maniera. Se invece si ha un elemento a cui si vuole associare una voce diversa dagli altri, è possibile associare la voce o le voci a istanza.



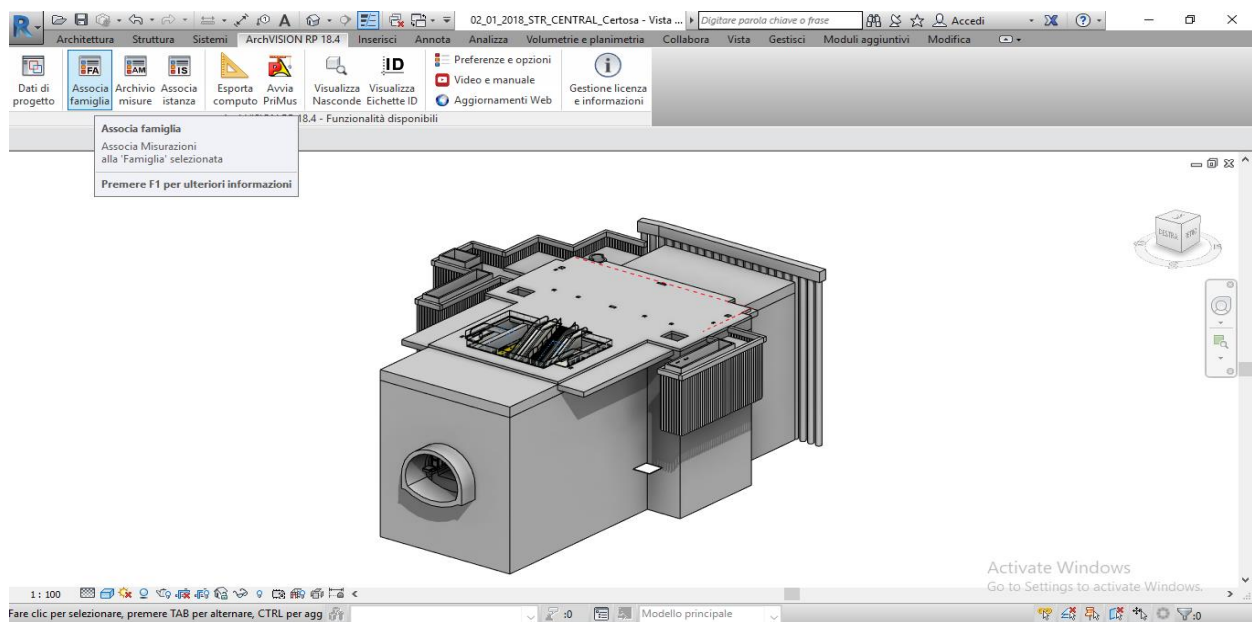


Figura 23: Avviare ArchVISION in Revit

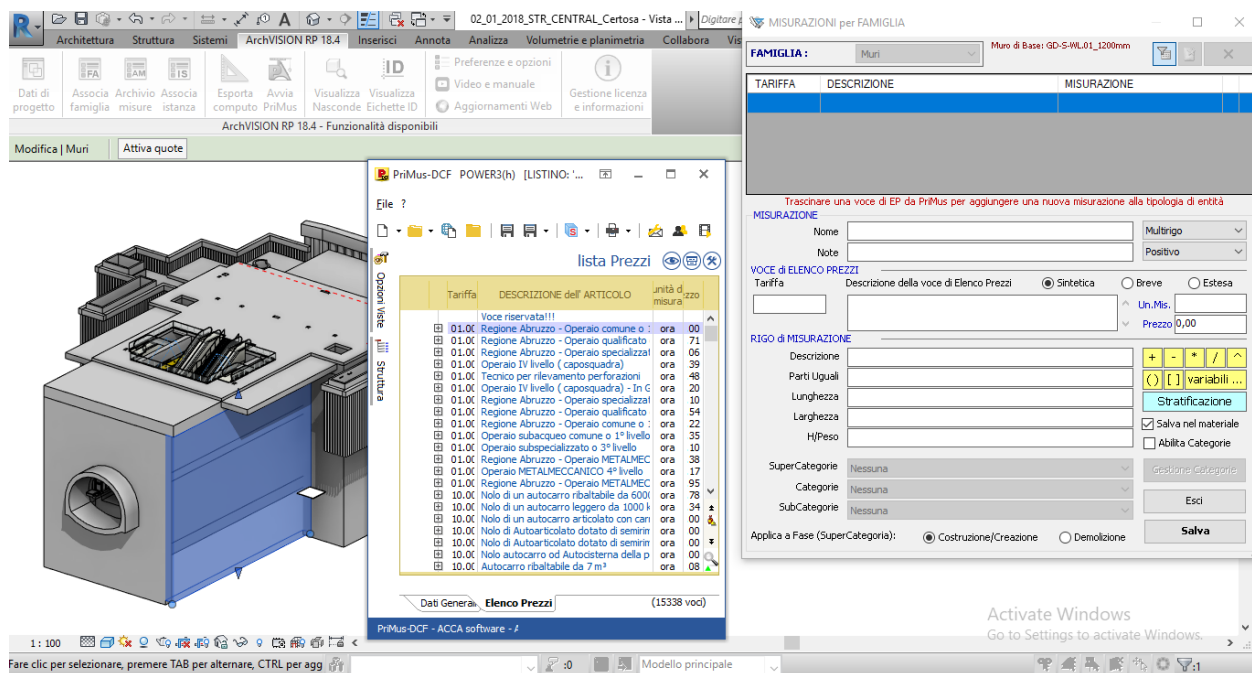


Figura 24: Associare le voci di elenco prezzi a elementi in Revit tramite ArchVISION

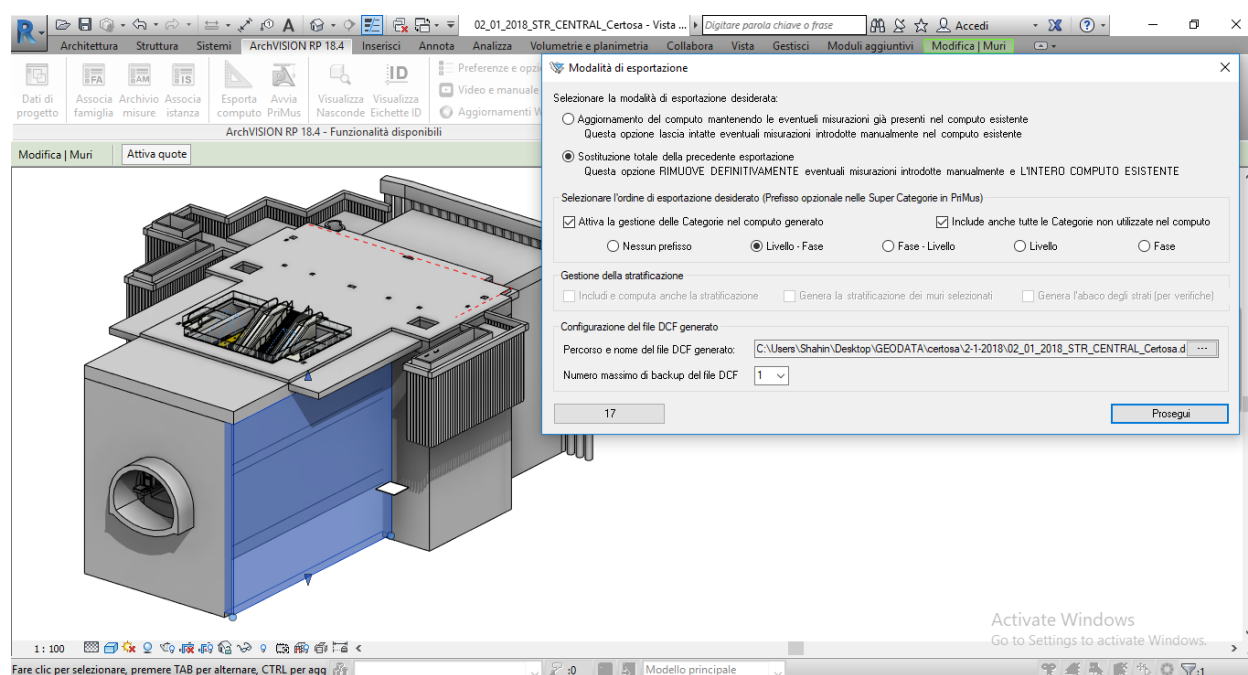
Nella finestra di ArchVISION si può scegliere un nome per la misurazione, fare un computo per elementi che hanno le famiglie in una stessa riga così che per una famiglia abbiamo solo una riga di misurazione in PriMus o si può scegliere un sistema multiriga così che ogni elemento computerà separatamente e verrà mostrato in PriMus e indicato in Revit con unico codice. Si possono anche visualizzare tariffe dell'elenco prezzi e campi di unità di misura e prezzo. Inoltre si



puo decidere come, nel foglio di computo metrico, viene visualizzata la descrizione dalla voce di elenco prezzi (sintetica, breve o estesa). Per i campi misurazione, si possono usare comandi già esistenti in Archvision così da rilevare le dimensioni e leggere caratteristiche geometriche degli elementi direttamente da Revit o si possono inserire manualmente le dimensioni dell'elemento.

Per alcuni elementi che hanno certe proprietà e sono costituiti da diversi strati come muro, pavimento o soffitto, si possono associare le voci dell'elenco prezzi a ogni strato del elemento, in altre parole si possono associare le voci a ogni materiale del elemento.

Dopo avere associato le voci a tutte le famiglie o istanze si può avviare il computo, con la cortezza di sostituire il computo con quello precedente fino a quando non è stato inserito nessun dettaglio a mano in PriMus.



**Figura 25: Avvio del computo metrico tramite ArchVISION**

Qualora venga inserito un dettaglio in PriMus bisogna fare l'aggiornamento del computo mantenendo le eventuali misurazioni già presenti nel computo esistente, questa opzione lascia intatte eventuali misurazioni introdotte manualmente nel computo esistente.

In ArchVISION si possono associare le voci a elementi in base alle fasi (costruzione, demolizione) e nel computo si può elencare e filtrare in base a queste fasi o in base ai livelli di Revit che sono riconosciuti automaticamente ArchVISION, si può produrre il computo in base a queste due categorie e filtrare in PriMus per vedere nella modalità desiderata il computo.

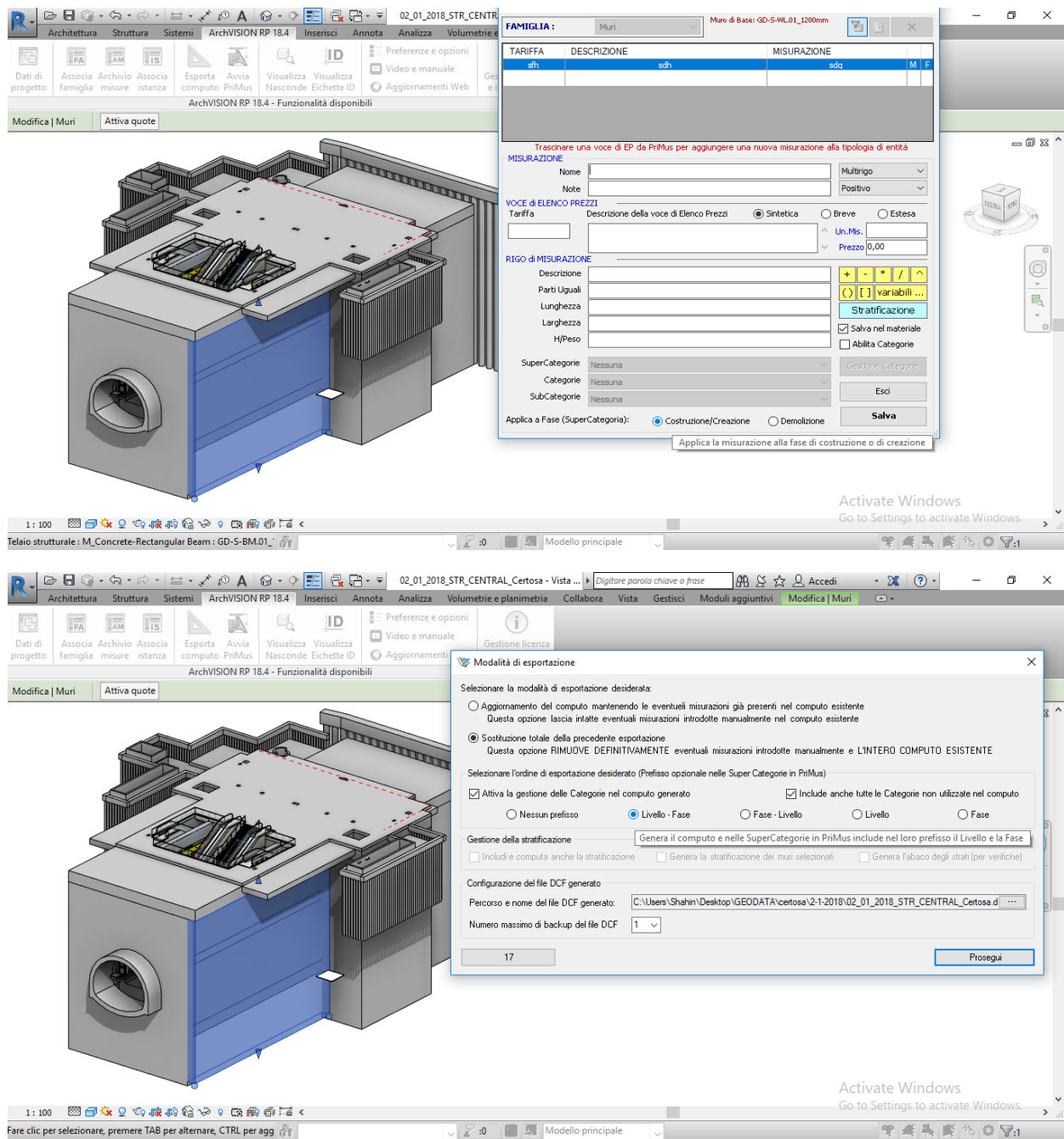


Figura 26: Definizione modalità di computo metrico rispetto a basi diversi

## 5-4 Interoperabilità tra I software Revit, Archvision e PriMus

Di seguito viene illustrata l'interoperabilità tra i software descritti.

Come già dimostrato, il software Revit si usa per modellazione di elementi intelligenti in ambiente 3D.

PriMus è usato per gestire le tabelle dei computi metrici ed anche stampare tutti gli elaborati che producono il computo metrico.

Infine ArchVISION che è usato per leggere i dati e collegare questi due software sopra citati.

Il flusso di lavoro risulta dunque essere: modellazione in Revit, apertura in ArchVISION da Revit e tramite apposito comando apertura di PriMus al fianco di Revit, in seguito possibilità di scegliere l'elemento a cui si voglia associare la voce dall'elenco prezzi effettuata in ArchVISION.

In breve lo scopo del software ArchVISION è leggere i dati come dimensioni e caratteristiche geometriche degli elementi in Revit ed anche leggere i dati dall'elenco prezzi in PriMus ed associare questi due dati insieme, al fine di produrre il listino di misurazione, ovvero il computo metrico.



**Figura 27: Interoperabilità tra Revit, PriMus e ArchVISION**

Si fa notare fin qui nessun file .IFC è stato utilizzato in quanto la lettura dei dati avviene direttamente tramite ArchVISION.

Per svolgere il computo in modalità automatico e compatibile con l'approccio BIM bisogna usare i comandi che sono già previsti in ArchVISION ed evitare di inserire a mano i dati come dimensioni o prezzi affinché in modalità automatico ogni volta che cambia un elemento i dati vengono letti tramite ArchVISION automaticamente.

Questo sarebbe il punto principale e punto di forza di questo metodo: ogni volta che cambia un prezzo o le dimensioni di un elemento si può riprodurre in pochi secondi il computo metrico.

# 6 -LOD

Model Progression Specification (MPS) per il BIM, adottato dall'American Institute of Architects (AIA), documento dove si definiscono i livelli di dettaglio, LOD

Il LOD descrive i minimi dimensionali, spaziali, quantitativi, qualitativi, e altri dati inseriti in un Elemento del Modello per sostenere gli usi autorizzati associati a tale LOD.

L'espressione "Livello di Sviluppo" è la più ampia possibile e ingloba sia gli aspetti grafici che non grafici, ed è serve a indicare con chiarezza la "completezza a cui un Elemento del Modello è sviluppato".

I Livelli di Sviluppo (LOD – Level of Development) sono un riferimento che consente a operatori del settore AEC (Architecture, Engineering and Construction) di specificare e articolare con un elevato livello di chiarezza i contenuti e l'affidabilità dei modelli BIM in molteplici fasi della progettazione e del processo di costruzione. Le specifiche dei LOD utilizzano le definizioni di base LOD sviluppate dall'AIA per l'AIA G202-2013 Construction Information Modeling Protocol Form realizzate dal CSI Uniformat 2010.

Esso definisce e illustra le caratteristiche degli elementi del modello di diversi sistemi di costruzione a diversi livelli di sviluppo. Questa chiara articolazione permette agli autori del modello di definire ciò su cui i loro modelli sono basati e consente agli utenti finali di comprendere chiaramente l'impiego e i limiti dei modelli ricevuti.

Lo scopo delle specifiche è quello di aiutare a chiarire la struttura dei LOD e standardizzarne l'uso che diventa molto utile come strumento di comunicazione, inoltre non prescrive quali livelli di sviluppo devono essere raggiunti e a che punto in un progetto, ma lascia la specificazione della progressione del modello all'utente. Per raggiungere l'intento del documento gli obiettivi principali sono:

- Aiutare i team a specificare il risultato finale BIM e quali immagini dovranno essere incluse;
- Aiutare i design manager ad illustrare ai propri team le informazioni e i dettagli che bisogna fornire durante il processo di progettazione;
- Consentire agli utenti finali di fare affidamento sulle specifiche informazioni contenute nel modello ricevuto da altri;
- Fornire degli standard a cui fa riferimento il contratto ed il BIM Execution Plan.[7]

## 6-1 Principi di LOD

L'acronimo LOD è stato coniato dalla Vico Software, una software house che produce software per l'analisi dei costi di realizzazione dell'edificio. La Vico intuì subito l'importanza del BIM, ma non era in grado di spiegare ai progettisti di quanti dettagli il modello avesse bisogno. Questo

passaggio è molto importante perché nel BIM non c'è nessun rapporto tra la misura dell'oggetto e come questo viene misurato, poiché tale processo è automatico.

Lo sviluppo dei Livelli di Dettaglio (Level of Detail) è stato fatto basandosi su tale processo. In pratica la misura dell'oggetto viene definita per darne il giusto prezzo. Sono stati creati quattro livelli, che vanno dal LOD 100 (livello di dettaglio base, come ad esempio area o volume dell'oggetto) al LOD 400 (misure realistiche dell'oggetto da poter usare per effettuare il pagamento).

Nel 2008 l'AIA - American Institute of Architects – ha deciso di estendere questo metodo a tutte le categorie BIM, partendo dalle simulazioni energetiche fino all'organizzazione in 5D. Questo sistema è stato chiamato Level of Development. Per aiutare ulteriormente la standardizzazione, l'uso concettuale dei LOD e incrementarne l'utilità come base per la collaborazione, l'AIA ha consentito a BIMForum di utilizzare le sue ultime definizioni dei LOD nelle specifiche 2015.

## 6-2 Livelli di sviluppo

Come primo step il team deve identificare ciò di cui un LOD necessita per definire uno sviluppo del modello sufficiente a consentire un coordinamento tra due discipline, ad esempio la verifica delle interferenze, layout, etc. I requisiti per questo livello sono superiori al LOD 300, ma non così alti come il LOD 400, pertanto è stato definito il LOD 350.


Gli utilizzi riportati di seguito sono permessi in accordo con i Level of Development (LOD) e l'oggetto degli accordi contrattuali.

### 6-2-1 LOD 100 (Concept)

Rappresentazione del progetto di tipo concettuale, con un modello di soli volumi e forme geometriche nel quale non sono fornite informazioni in merito ai materiali ed alle componenti.

- Strutture: è possibile legare l'incidenza dell'acciaio ai metri quadri dei piani da realizzare ma non è possibile conoscerne le quantità in maniera precisa e di conseguenza la tipologia dell'acciaio necessario;
- Architettura: l'architettura al LOD 100 non è geometricamente modellata. Le informazioni in merito ai vari spazi ed ambienti, i diversi livelli di finitura, posizionamento di scale ed ascensori è possibile estrapolarle solo da relazioni di accompagnamento al progetto.
- HVAC : l'incidenza degli impianti è possibile desumerla in base ai metri quadri da realizzare ed essi possono essere indicati nel modello con dei simboli.
- Elettrico: come nel caso precedente l'incidenza dell'impianto elettrico può essere desunta in base ai metri quadri da realizzare.

- **Analisi:** Per la fase di analisi il modello LOD 100 non può essere di supporto in quanto esso è caratterizzato solo a livello concettuale.
- **Computo metrico estimativo:** Il modello al LOD 100 è indicato per la valutazione dei costi preliminare di un'opera. Anzi, in fase di studio di fattibilità, il modello BIM al LOD 100 può dare un valido supporto. Non è necessario, infatti, che siano modellati in 3D tutti gli elementi e gli oggetti presenti nell'opera, in quanto, le informazioni di costo possono essere inglobate nel modello LOD 100 anche come incidenza al metro quadro dei piani da realizzare.
- **Schedule :** Un modello LOD 100 non può dare supporto alla fase di scheduling dell'opera.

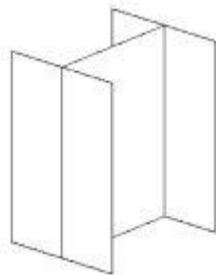
Contenuti	Forma e dimensione generale dell'edificio (Massing) con indicazione della dimensione, localizzazione e uso degli spazi.	 <p><b>Figura 28: Rappresentazione del LOD 100.</b> (LOD Specification 2015)</p>
Rappresentazione	Modello in tre dimensioni o come schizzo, diagrammi e pianificazione dei dati.	
Autorizzazione dell'uso	Analisi dei volumi, dell'area e dell'orientamento per generalizzare il criterio della performance.	

### 6-2-2 LOD 200 (Geometria approssimativa)

il modello 3D fornisce una rappresentazione semplificata dell'opera ma è possibile reperire, in maniera comunque non ancora precisa, orientamento, forme, dimensioni e posizione dell'opera e degli elementi interni al modello. Agli oggetti del modello sono collegate informazioni non solo grafiche ma anche di tipo meccanico, fisico, termico e di costo

- **Strutture:** In tale livello di dettaglio sono mostrate le griglie strutturali degli elementi. Gli elementi portanti sono, di solito, selezionati da librerie di oggetti BIM ed è possibile desumere la posizione, la sezione e l'orientamento.
- **Architettura:** I muri e gli impalcati sono modellati come oggetti 3D ma nel LOD 200 non sono ancora definite informazioni come spessore, composizione e stratigrafia. Per le finestre, ad esempio, sono modellate ma non sono ancora definite nel dettaglio le dimensioni e le caratteristiche termiche e funzionali.
- **HVAC:** Per quanto riguarda gli impianti HVAC, l'obiettivo del LOD 200, è quello di capire se gli spazi all'interno dei controsoffitti, delle stanze tecniche e cavedi sono abbastanza per contenere l'ingombro degli impianti. Tutte le attrezzature e le canalizzazioni sono modellati con il grado di dettaglio che serve per dimensionare gli spazi necessari per contenere i vari ingombri con il dovuto margine di sicurezza per tenere conto che il progetto può variare all'aumentare del grado di dettaglio.

- **Elettrico:** Gli apparecchi di illuminazione possono essere modellati come oggetti 3D per iniziare a definire il layout dell'impianto e per definire i suoi spazi di ingombro.
- **Analisi:** Il modello al LOD200 può dare supporto alla fase di analisi, ma è necessario considerare tutti i risultati approssimati ed utili a scopo di predimensionamento.
- **Computo metrico estimativo:** In tale livello di dettaglio il conteggio degli elementi e delle quantità è diretto in quanto tutti gli oggetti sono stati inseriti nel modello. Ad esempio, nel LOD 100 il conteggio delle pareti è identificabile in funzione delle aree di impronta del modello, mentre, nel LOD 200 è possibile conteggiare direttamente le pareti in quanto esse sono state modellate. Per tale motivo il CME ha già un buon livello di dettaglio ma porta con sé l'inevitabile basso grado di approfondimento del progetto.
- **Schedule:** Lo scheduling, in tale livello di dettaglio è rappresentato dalla caratterizzazione delle quantità degli approvvigionamenti e dei tempi di consegna dei singoli materiali ed oggetti.

Contenuti	Sistema generale e assemblaggio degli oggetti con approssimazione di quantità, dimensioni, forma, localizzazione e orientamento.	 <p><b>Figura 29: Rappresentazione del LOD 200. (LOD Specification 2015)</b></p>
Rappresentazione	Modellazione tridimensionale con allegate informazioni non geometriche.	
Autorizzazione dell'uso	<p>Analisi del sistema selezionato per generalizzare il criterio della performance.</p> <p>Stima dei costi basata su volumi e quantità di elementi o sul tipo di sistema selezionato.</p> <p>Simulazione semplice 4D dei sistemi ed elementi più rilevanti.</p>	


### 6-2-3 LOD 300 (Geometria precisa)

Questo livello di dettaglio è comparabile con la fase esecutiva del progetto di un'opera. Gli elementi del modello sono definiti in termini di quantità, dimensione, forma e posizione; inoltre sono presenti tutti i parametri di tipo meccanico, fisico, termico e di costo.

- **Strutture:** Pilastri, travi, solai e fondazioni sono rappresentati in ogni dettaglio sezione, materiale e localizzazione. Tutto ciò che permette di svolgere il coordinamento 3D tra i diversi livelli di progettazione deve essere modellato nel LOD 300. Quello che non viene inserito, in questa fase, sono i disegni di dettaglio dei collegamenti e le distinte delle armature che potrebbero appesantire il modello e causare problemi nella fase di coordinamento. Gli elementi

di dettaglio precedentemente descritti vengono inseriti dopo la fase di coordinamento tra i vari livelli progettuali e quindi nel LOD 400 come si vedrà di seguito.

- **Architettura:** I muri e gli impalcati sono modellati con il dettaglio dello spessore definitivo e della composizione stratigrafica. Sono applicati, inoltre, agli elementi del modello i layer per la restituzione grafica delle tavole esecutive.
- **HVAC:** Le condotte degli impianti sono rappresentati nel loro dettaglio definitivo per quanti riguarda le misure, gli spessori e posizionamento all'interno dei controsoffitti e dei locali tecnici. In questo livello di dettaglio è previsto anche l'inserimento delle informazioni non grafiche come le caratteristiche meccaniche e termiche. Anche in questo caso, non è previsto l'inserimento dei dettagli delle connessioni tra i vari sistemi e condotte.
- **Elettrico:** Tutti gli elementi, le apparecchiature di illuminazione e di accensione sono localizzate nella loro posizione definitiva;
- **Analisi:** Tale livello di dettaglio permette di condurre tutte le analisi in maniera accurata come le analisi dei carichi termici, le simulazioni strutturali e di involucro edilizio. Il modello, a questo livello di dettaglio, deve contenere tutte le informazioni necessarie per condurre le analisi ingegneristiche con l'utilizzo di software interoperabili.
- **Computo metrico estimativo:** Il modello LOD 300 permette il stima accurata di tutti gli approvvigionamenti con la specifica delle singole unità con il costo assegnato.
- **Schedule:** Gli elementi contengono tutte le specifiche per la loro costruzione e manutenzione.

Contenuti	Assemblaggio specifico degli oggetti con precisione di quantità, dimensioni, forma, localizzazione e orientamento.	 <p><b>Figura 30: Rappresentazione del LOD 300. (LOD Specification 2015)</b></p>
Rappresentazione	Modellazione tridimensionale con allegate informazioni non geometriche.	
Autorizzazione dell'uso	<p>Analisi del sistema selezionato per generalizzare il criterio della performance.</p> <p>Produzione di un piano dei costi attraverso la pianificazione diretta ottenuta dal modello.</p> <p>Dettagliata simulazione 4D di tutti i sistemi ed elementi.</p>	



## 6-2-4 LOD 350

Gli elementi LOD 350 sono migliorati oltre il 300 LOD aggiungendo informazioni relative alle interfacce con altri edifici sistemi. Ad esempio, un elemento di parete in muratura LOD 350 includerebbe condizioni di stipite, travi di unione, celle stuccate, tassello posizioni e giunti - informazioni che consentono all'utente del modello di coordinare l'elemento muro con altri sistemi nella struttura.

L'elemento modello è rappresentato graficamente all'interno del modello come un sistema, un oggetto o un assieme specifico in termini di quantità, dimensioni, forma, posizione, orientamento e interfacce con altri sistemi di costruzione. Le informazioni non grafiche possono anche essere allegate al modello Elemento.

Interpretazione del BIMForum. Le parti necessarie per il coordinamento dell'elemento con elementi vicini o collegati sono modellate. Queste parti includerà elementi come supporti e connessioni. La quantità, la dimensione, la forma, la posizione e l'orientamento dell'elemento come progettato può essere misurato direttamente dal modello senza riferimento a informazioni non modellate come note o callout di dimensioni.

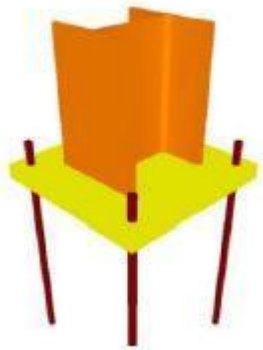
Contenuti	Assemblaggio specifico degli oggetti con precisione di quantità, dimensioni, forma, localizzazione, orientamento e interfaccia con gli altri edifici.	
Rappresentazione	Modellazione tridimensionale con allegate informazioni non geometriche.	
Autorizzazione dell'uso	Analisi del sistema selezionato per generalizzare il criterio della performance. Produzione di un piano dei costi attraverso la pianificazione diretta ottenuta dal modello.  Dettagliata simulazione 4D di tutti i sistemi ed elementi.	

Figura 31: Rappresentazione del LOD 350.  
(LOD Specification 2015)

### 6-2-5 LOD 400 (Adeguate alla realizzazione)

parte da un LOD 300 e quindi da un livello esecutivo di progetto ed è dedicato all'inserimento di tutte le informazioni necessarie alla costruzione e al montaggio dei singoli componenti.

- **Strutture:** In tale ambito, devono essere compresi, tutti i schemi di dettaglio, come le connessioni tra elementi strutturali, le distinte delle armature di rinforzo, i supporti per la muratura e tutte le specifiche tecniche.
- **Architettura:** Per i muri devono essere chiari tutti gli elementi di dettaglio, le stratigrafie con i relativi isolanti e le caratteristiche tecniche di ogni strato. Anche per le finestre è necessario raggiungere un elevato livello di dettaglio come specifiche del produttore, tipologia di connessioni, e tipologia di isolati, di vetro utilizzato etc. etc.
- **HVAC:** Il modello include tutte le specifiche di dettaglio delle connessioni degli impianti, di tutte le condotte e degli apparecchi di gestione fino ad a localizzare le vie d'accesso per la pulizia e manutenzione degli stessi.

Contenuti	Assemblaggio specifico degli oggetti inclusa la fabbricazione completa, l'assemblaggio e le informazioni dettagliate.	
Rappresentazione	Modellazione tridimensionale con allegate informazioni non geometriche.	
Autorizzazione dell'uso	Rappresentazione virtuale del modello con gli elementi proposti tale da poter essere costruito.  Analisi del sistema selezionato per generalizzare il criterio della performance.  Produzione di un piano dei costi attraverso la pianificazione diretta ottenuta dal modello.  Dettagliata simulazione 4D di tutti i sistemi ed elementi.	

Figura 32: Rappresentazione del LOD 400. (LOD Specification 2015)

#### 6-2-6 LOD 500 (“as built”, come realizzato)

E' il livello più dettagliato per un modello BIM, denominato anche modello “as built” e rappresenta l'opera così come è stata realizzata; sono, inoltre, integrate tutte le informazioni di esecuzione e di eventuali varianti effettuate in corso d'opera.

il modello ‘as built’ è lo strumento che permette di effettuare le operazioni di Facility Management, in quanto, si hanno a disposizione tutte le informazioni dai file COBie.

Contenuti	Preciso assemblaggio dell'oggetto e del processo costruttivo.
Rappresentazione	Modellazione tridimensionale con allegate informazioni non geometriche.
Autorizzazione dell'uso	Manutenzione del progetto. Successive modifiche e integrazione al progetto.

## 7 - Caso studio

Il caso studio trattato ha l'obiettivo di mettere in evidenza limiti e pregi dei software trattati, facendo chiarezza su come questi siano in grado di scambiarsi delle informazioni di carattere geometrico, e se vi sia o meno una perdita di informazioni.

### 7-1 Descrizione generale

Infra.To, dopo aver ultimato il progetto definitivo, in accordo con i Comuni di Torino, Collegno e Rivoli, ha indetto la gara per aggiudicare la progettazione esecutiva del primo Lotto Funzionale "Fermi-Collegno Centro" del prolungamento Ovest "Collegno-Cascine Vica" della linea 1 della Metropolitana di Torino.

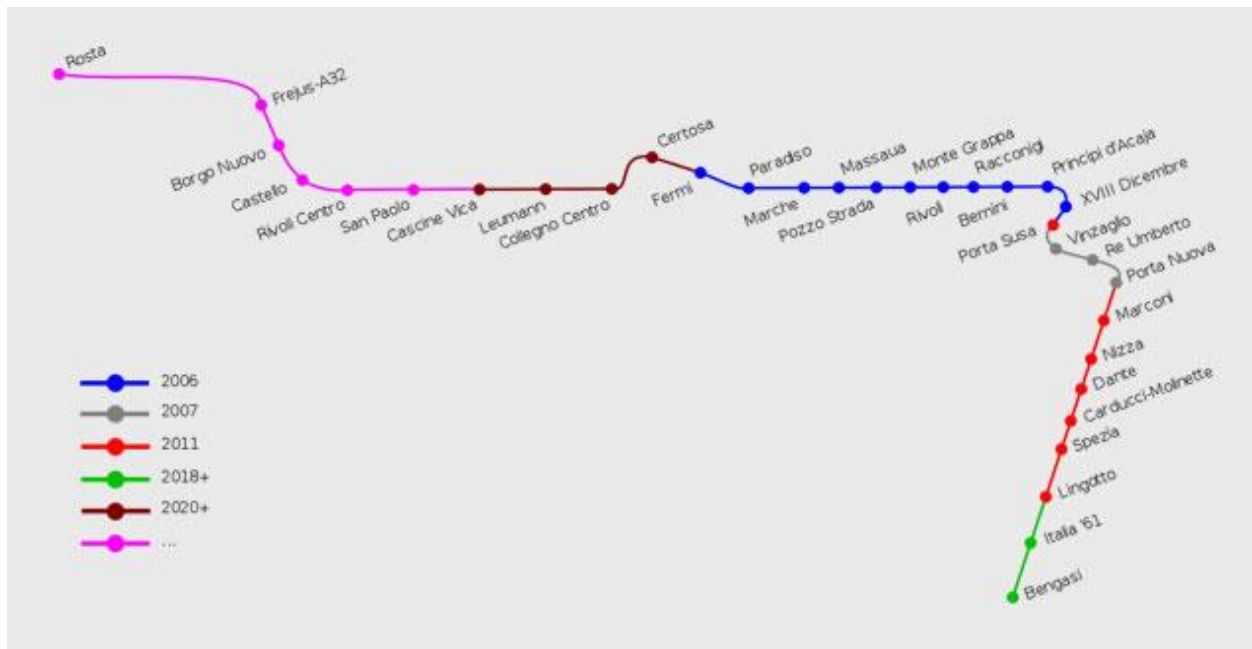
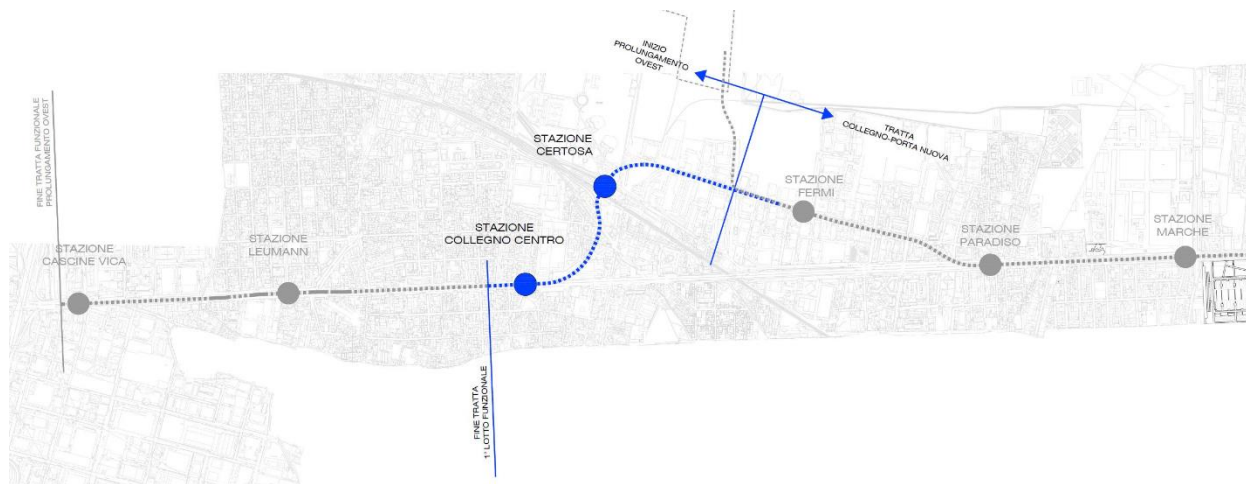


Figura 33: Linea metropolitana Torino

Il nuovo tratto sarà lungo 1750 metri. Subito dopo la stazione Fermi (attuale capolinea), la linea si innesta sulla via De Amicis nel Comune di Collegno. Successivamente il tracciato si sviluppa fino all'incrocio con corso Pastrengo, sottopassa la ferrovia Torino/Modane, e, dopo aver percorso via Risorgimento, si porta al di sotto ed in asse di corso Francia.



**Figura 34: Cartografia del prolungamento**

In questo primo lotto è prevista la realizzazione di due stazioni: la stazione “Certosa” sarà la stazione di interscambio con il servizio ferroviario nella stazione di Collegno e parte dell’edificio verrà realizzato in superficie; la stazione “Collegno Centro” sarà ubicata nel centro del Comune di Collegno su corso Francia all’altezza dell’attuale sede del mercato.

La parte iniziale della galleria sarà realizzata con sistema “cut&cover”. La restante parte della galleria sarà invece scavata con il metodo tradizionale a foro cieco. Con questa tecnica si potrà ottenere un minor impatto sul sistema viabilistico lungo l’asse della galleria; cantieri concentrati e non diffusi e minore emissione di rumori e polveri.

La tratta in estensione Fermi – Collegno Centro presenta una lunghezza di circa 1,75 km con origine all’estremità della stazione Fermi, attuale terminale ovest della tratta Collegno-Porta Nuova-Lingotto. Essa comprende 2 stazioni (Certosa e Collegno Centro), 2 pozzi ventilazione di intertratta (PC1 e PC2), il pozzo terminale di fine tratta del 1° Lotto funzionale (PCT1).

Il tracciato, come già detto, si sviluppa tutto in sotterraneo ed ha origine dalla predisposizione del “salto di montone”, realizzato nel tratto di galleria artificiale che unisce il Comprensorio Tecnico di Collegno con la linea stessa in corrispondenza della stazione Fermi. Tali opere sono state realizzate nell’ambito del Lotto 2 della tratta Collegno – Porta Nuova e sono attualmente al di fuori dell’esercizio pubblico della linea.

La sezione di attacco della linea in progettazione è in corrispondenza dell’incrocio tra le vie De Amicis e via F.lli Cervi nel Comune di Collegno, sezione nella quale le due vie si presentano in uscita dal “salto di montone” a due quote diverse (Via 1 a quota 283,093, Via 2 a quota 277,078) rendendo necessario il ricorso ad una galleria artificiale per tutto il tratto in sviluppo sulla via De Amicis, tratto dove è presente alla progressiva pk. 340,985 il Pozzo di Ventilazione PC1.

In questa prima parte si segnala l’intervento di deviazione con sifone della fognatura mista presente longitudinalmente lungo la via De Amicis ed interferente con l’opera.

In corrispondenza dell’incrocio con la via S. Massimo e fino alla fine della tratta, la galleria viene

realizzata a foro cieco con scavo tradizionale e consolidamento del terreno generalmente dalla superficie a meno di alcune sezioni in corrispondenza del sottoattraversamento della linea ferroviaria Torino-Modane, di alcuni sottoservizi e del deposito tramviario Regina Margherita, dove i consolidamenti vengono eseguiti dalla sezione di scavo.

Dopo il sottoattraversamento di via S, Massimo, corso Pastrengo, del Complesso della Certosa di Collegno la linea raggiunge la prima stazione (Certosa) in corrispondenza dell'area compresa tra il muro perimetrale della Certosa e del rilevato ferroviario della linea RFI Torino-Modane. Tale stazione permetterà l'interscambio con la stazione ferroviaria di Collegno attraverso un percorso pedonale di circa trecento metri in fase di realizzazione da parte del Comune di Collegno ed ad una estensione verso Grugliasco delle banchine della stazione ferroviaria.

Dopo la stazione Certosa, la linea sottopassa l'infrastruttura ferroviaria e corre sotto la via Risorgimento, dove è ubicato il pozzo di ventilazione PC2, incrociando dapprima la bealera La Becchia e successivamente sottopassando il deposito Regina Margherita, fino a disporsi in asse a corso Francia, dove all'altezza della via Antica di Grugliasco è posta la stazione Collegno Centro. A circa 161 m dall'asse della stazione Collegno Centro è ubicato il pozzo terminale di fine tratta del 1° Lotto funzionale (PCT1): quest'ultima termina circa 50 m dopo, alla progressiva pk. 1.747,177.

Il limite costruttivo della tratta è fissato alla progressiva pk. 1.752,977.

La quota della linea a fine tratta del 1° Lotto funzionale è tale da permettere il proseguimento della linea fino alla stazione Cascine Vica.

A fine tratta, l'inversione dei treni avviene tramite la comunicazione semplice ubicata nel retrostazione della stazione Collegno Centro.

## 7-2 Descrizione delle opere civili

### 7-2-1 Criteri generali di progetto e Carta dell'Architettura

La richiesta del Comune di Collegno di prevedere la possibilità di accedere ad entrambe le direzioni di marcia da entrambi i lati del corso Francia, permettendo in questo modo il sottoattraversamento pedonale dello stesso attraverso le stazioni, ha comportato la scelta progettuale di approfondire la stazione Collegno Centro rispetto a quanto previsto nel Progetto Preliminare, nel quale era configurata ad un solo livello con una doppia linea di controllo, ciascuna per direzione di marcia.

Si noti che l'approfondimento delle stazioni da uno (P.Prel.) a due livelli (P.Def.), in realtà non risulta particolarmente impattante dal punto dei volumi scavati in quanto nella versione ad un livello era necessaria una pianta di scavo più ampia per permettere la realizzazione di parte dei locali tecnici generalmente previsti a piano atrio e di una coppia di uscite di emergenza, oltre ad un approfondimento dei locali sottobanchina per il posizionamento dei restanti locali tecnici.

Nella definizione degli impianti meccanici di sollevamento delle stazioni a due livelli, si sono dotati entrambi gli accessi di ascensori elettrici, più veloci rispetto a quelli oleodinamici, garantendo l'accesso ai disabili motori da entrambi i lati del corso Francia, permettendo in questo modo a tutti l'attraversamento del corso attraverso le stazioni metro.

Per motivi di spazio nell'inserimento urbanistico delle stazioni e degli accessi, non sono state adottate scale mobili per la risalita, impianti non fruibili dai disabili motori e dagli ipovedenti, essendo tali percorsi comunque dotati di ascensori elettrici.

Per quanto concerne la stazione Certosa, vista la particolarità dell'inserimento urbanistico in corrispondenza dell'area compresa tra il muro perimetrale della Certosa e del rilevato ferroviario della linea RFI Torino-Modane, in coerenza con il Progetto Preliminare risulta essere parzialmente interrata, con il piano atrio realizzato a livello del piano stradale.

Questa tipologia parzialmente interrata a banchine laterali, presenta per circa i due terzi della sua estensione una copertura in vetro e acciaio, con illuminazione naturale dell'atrio e utilizzo di pannelli fotovoltaici per il recupero dell'energia solare.

Sono state individuate due tipologie di stazione:

- La stazione cosiddetta tipo a 2 livelli, che si applica alla stazione COLLEGNO CENTRO
- La stazione CERTOSA che ha una forma in pianta a croce con atrio fuori terra.

La progettazione delle stazioni è stata condotta tenendo conto della volontà di standardizzare le tipologie di stazione secondo i seguenti criteri:

- Tutte le stazioni sono interrate a banchine laterali costruite a cielo aperto, con un minimo di due accessi alla superficie secondo le prescrizioni della normativa vigente;
- Il corpo stazione delle stazioni a pianta rettangolare con le seguenti dimensioni principali delle banchine:
- larghezza: da 3,0 m (in corrispondenza delle scale), la larghezza totale è 5,10m;
- lunghezza minima: 52,0 m per il servizio di treni costituiti da due unità di 26,0 m di lunghezza ciascuna;
- Posizionamento delle stazioni (corpo stazione) e accessi in superficie (scale fisse, scale mobili e ascensori) o atrio esterno progettati tenendo conto dei vincoli ambientali in cui sono stati inseriti in particolar modo riducendo al minimo gli effetti su:
  - i pubblici servizi;
  - la viabilità nella fase di realizzazione;
  - le eventuali alberate esistenti in superficie;
- Ubicazione degli accessi delle stazioni: è concepita per massimizzare l'attrattività e il servizio delle stazioni;
- Ubicazione delle griglie e delle botole delle stazioni e dei pozzi: è concepita per minimizzare
- l'impatto in superficie,
- **Tipologia degli accessi:** per ogni stazione del tipo sono previsti due accessi e un ascensore di
- collegamento dalla superficie al piano atrio, la cui profondità è mediamente di 7 m. Ogni accesso si compone di scala fissa e di un ascensore
- Ottimizzazione della profondità delle banchine delle stazioni: si è cercato il miglior compromesso tra attrattività della stazione (e, quindi, riduzione della profondità delle banchine) e sicurezza nella costruzione delle gallerie di linea ottenendo delle tipologia a 2 livelli interrati.

- Tipizzazione delle stazioni: si è sviluppata la soluzione distributiva e architettonica standard sia di stazione tipo (COLLEGNO CENTRO) che della stazione CERTOSA.
- Per tutte le stazioni, si prevede un ascensore per banchina di collegamento con il piano atrio. Per le stazioni tipo sono previsti due ascensori per la risalita dal piano atrio alla superficie.
- Separazione dei flussi di passeggeri in entrata e uscita per la stazione tipo:
- Sia per l'entrata che per l'uscita è previsto un dislivello con sole scale fisse laterali (piano atrio – piano banchine)
- Separazione dei flussi dei passeggeri in entrata ed in uscita per la stazione CERTOSA:
- per l'entrata è previsto un primo dislivello meccanizzato centrale (piano atrio – piano mezzanino) e un secondo dislivello con due scale fisse (piano mezzanino – piano banchina);
- per l'uscita è previsto un dislivello meccanizzato (piano banchine – piano atrio)
- La reversibilità delle scale mobili consente all'utente di sfruttare la rampa centrale anche per la risalita secondo l'andamento giornaliero del traffico passeggeri.

Per tutte le stazioni:

- Rispetto delle prescrizioni funzionali della normativa antincendio in merito alla creazione di due percorsi di sfollamento;
- In generale, si prevede una linea unica di controllo al piano atrio;
- Massima razionalizzazione della distribuzione e della funzionalità dei locali tecnologici per gli
- impianti del sistema VAL e gli impianti non connessi al sistema; in genere, i locali sono distribuiti su un solo livello in una parte del piano atrio per le stazioni tipo a due livelli mentre sono allocati al primo livello interrato per la stazione Certosa.
- Ottimizzazione ingombro in superficie del pozzo di calaggio materiali (9 mq) e delle griglie di ventilazione (2 x 20 mq);
- Contenimento dei costi di costruzione e di manutenzione (rustico e finiture).

Il progetto stazioni recepisce le linee guida assunte ed adottate per la tratta in esercizio (in sinergia con INFRATO e l'Architetto consulente AR Thème).

Analogamente alle tratte Collegno – Porta Nuova – Lingotto si garantisce, tramite la Carta dell'Architettura, la coerenza estetica dell'insieme delle stazioni affermando un'omogeneità della concezione spaziale e un concetto architettonico che unifichi le stazioni sia dal punto di vista dei volumi, che della trasparenza e dell'architettura: principi di architettura interna e di illuminazione, scelta dei materiali.

## 7-2-2 Ubicazione delle stazioni

Le stazioni prevedono la realizzazione di volumi interni sia nella distribuzione orizzontale che verticale, il più possibile ampi e aperti. Da ogni punto della stazione l'utente intuisce il proprio percorso e può identificare la via di fuga in caso di pericolo. Sono inoltre stati evitati gli spazi bui



(come servizi igienici, esercizi commerciali...) rendendo ogni angolo della stazione visibile agli occhi delle telecamere.

Come già accennato al punto precedente, le quattro stazioni sono ubicate come di seguito descritto.

- Stazione Certosa (pk. 863,297): in corrispondenza dell'area compresa tra il muro perimetrale della Certosa e del rilevato ferroviario della linea RFI Torino-Modane, parzialmente al disotto della via Torino nel Comune di Collegno.
- Stazione Collegno Centro (pk. 1540,177): in asse a corso Francia, all'altezza della via Antica di
- Grugliasco, nel Comune di Collegno.

### 7-2-3 Descrizione funzionale delle stazioni

Stazione tipo a due livelli:

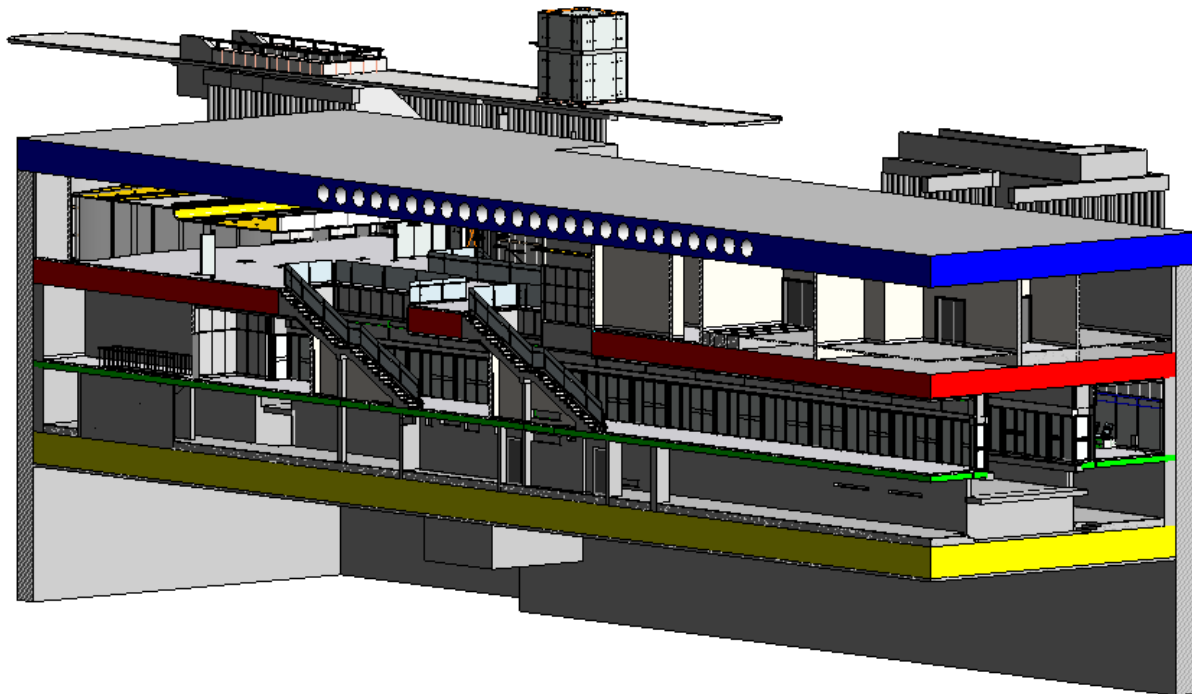
N. 1 stazione progettata con riferimento ad una tipologia base e differenziata unicamente nella distribuzione delle uscite di superficie: COLLEGNO CENTRO, le cui principali caratteristiche geometriche sono:

**Tabella 1: Dimensioni stazione Collegno Centro**

Larghezza esterna [m]	Larghezza interna [m]	Larghezza esterna dell'atrio [m]	Lunghezza esterna [m]	Lunghezza interna [m]
19,60	17,20	27,20	71,00	68,70

**Tabella 2: Quote piani stazione Collegno Centro**

Quota piano atrio [m]	Quota piano banchine [m]	Larghezza netta banchine [m]
-7,00	-11,80	5,00 (3,00 in corrispondenza delle scale)



**Figura 35: Stazione collegno centro vista 3D**

## Piano atrio

Al piano atrio, posto ad una quota media di  $-7$  m rispetto al piano stradale, sono ubicati in un primo settore, aperto al pubblico, i tornelli che consentono l'accesso alla metropolitana, le scale mobili e gli ascensori; in un secondo settore, interdetto al pubblico, sono invece ubicati i locali tecnologici. I locali tecnologici sono di due tipi: locali "del sistema" VAL e "locali non legati al sistema".

I locali tecnologici "del sistema" sono:

- PEF Cabina di trasformazione e distribuzione
- PET Locale per apparati di automazione e di comunicazione
- PR Cabina di trasformazione e raddrizzamento
- PS Locali per quadri elettrici per trazione;
- BAT Locali batterie per soli impianti di sistema.

I locali tecnologici non connessi al sistema sono:

- centrale di ventilazione 1;
- centrale di ventilazione 2;
- centrale idrica di pressurizzazione;
- locale UPS;
- vasca di accumulo

Al piano stradale sono previste n° 3 griglie metalliche: due per l'immissione e l'espulsione dell'aria ed una per l'accesso materiali mentre all'estremità della zona tecnologica è localizzata un cavedio tecnico, sia per gli impianti legati al sistema che per quelli non legati al sistema.



Figura 36: Stazione collegno centro piano atrio.

### Piano banchine

Il piano banchine, posto a  $-4,80$  m rispetto al piano atrio, è il luogo di sosta dei viaggiatori in attesa dei treni. Il sistema VAL per la compartimentazione dei treni in stazione prevede le “porte palières” (porte di banchina) che costituiscono un elemento netto di separazione dei treni dalla zona delle banchine. Il piano banchine è raggiungibile dal piano atrio con ascensori e scale fisse.

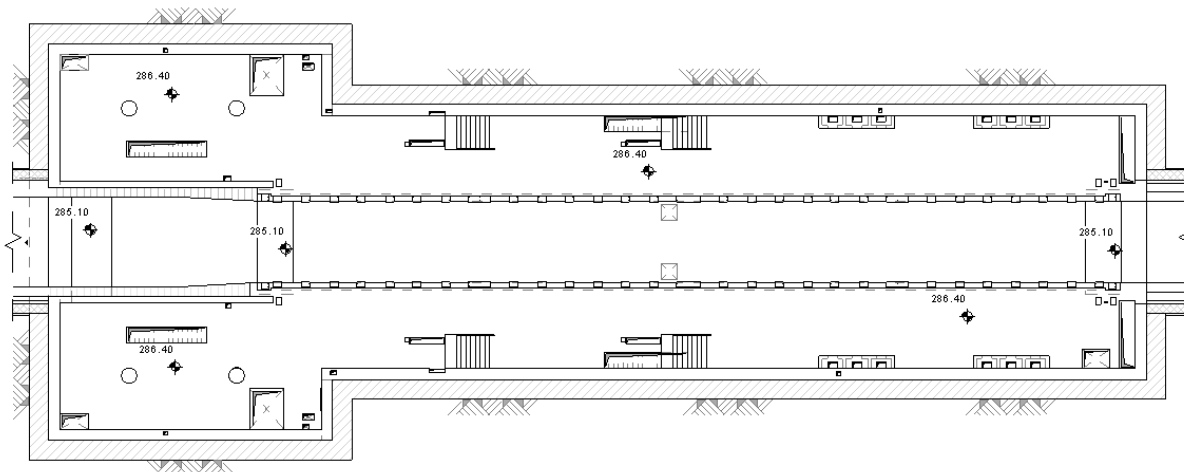


Figura 37: Stazione collegno centro piano banchine.

### Piano sottobanchine

Il piano sottobanchine, posto a  $-3,45$  m rispetto al piano banchine, costituisce una zona tecnica dove sono ubicati locali di distribuzione acqua per gli impianti antincendio e lavaggio, le tubazioni idriche degli stessi impianti, la vasca di aggotamento, le canalizzazioni degli impianti di ventilazione per le banchine, le canalette metalliche per la distribuzione cavi degli impianti luce/fm, nonché per la distribuzione cavi degli impianti di sistema.

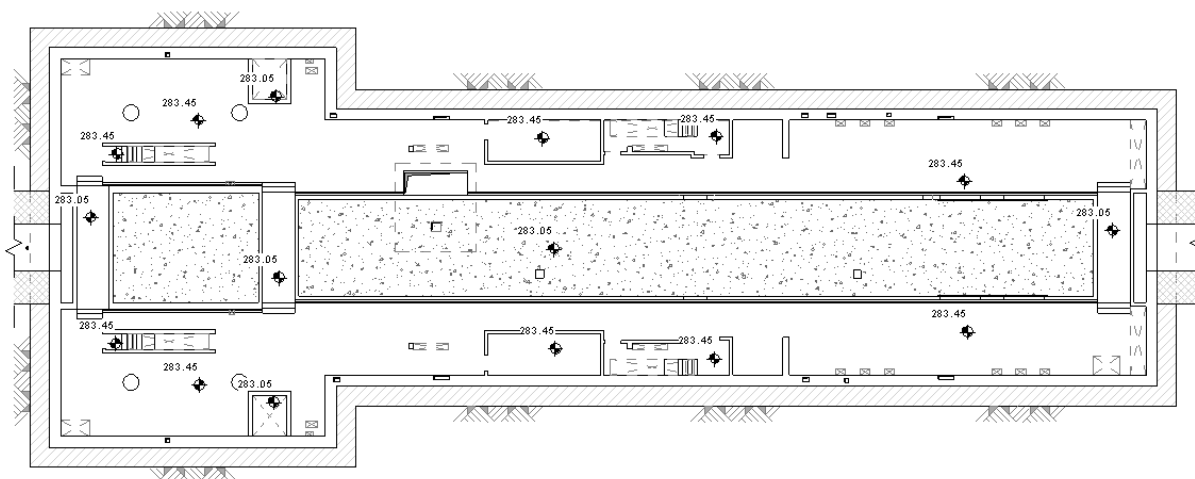


Figura 38: Stazione collegno centro piano sottobanchine

### Stazione Certosa

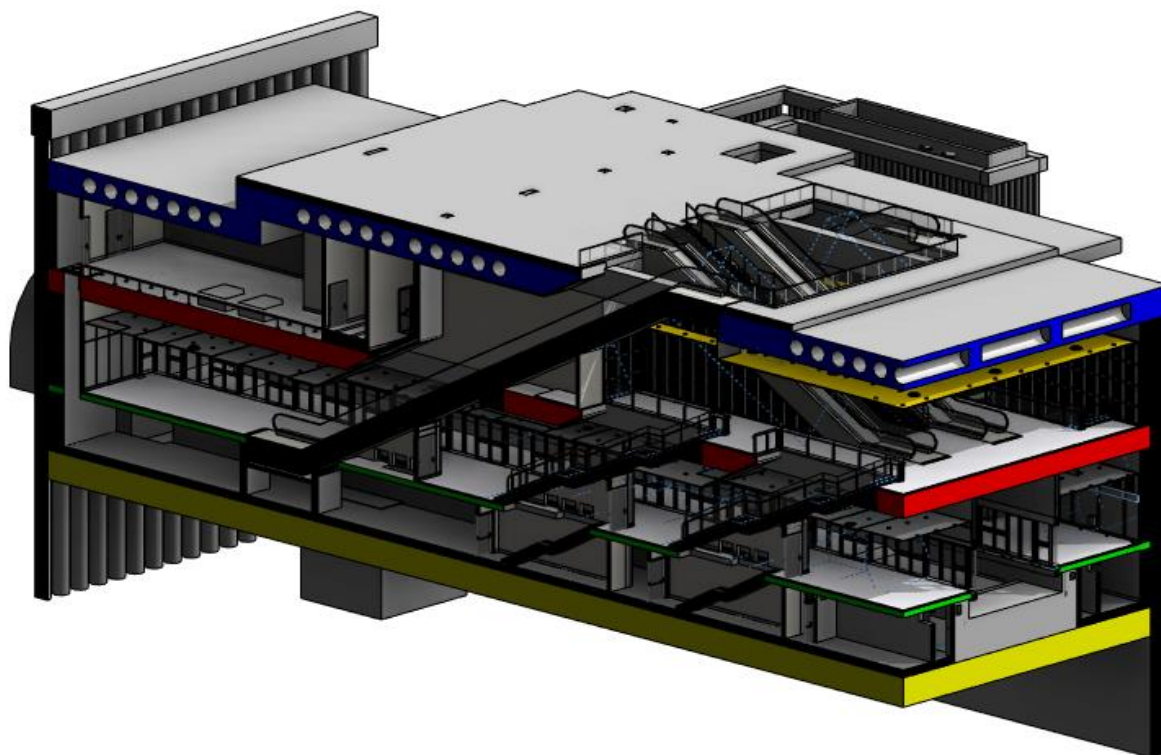
La stazione CERTOSA è l'unica progettata secondo questa tipologia e le principali caratteristiche geometriche sono:

**Tabella 3: Dimensioni stazione Certosa**

Larghezza esterna sezione corrente [m]	Larghezza interna (rustico) [m]	Larghezza esterna massima [m]	Lunghezza esterna [m]	Lunghezza interna [m]
19,80	17,40	29,80	56,55	54,15

**Tabella 4: Quote piani stazione Certosa**

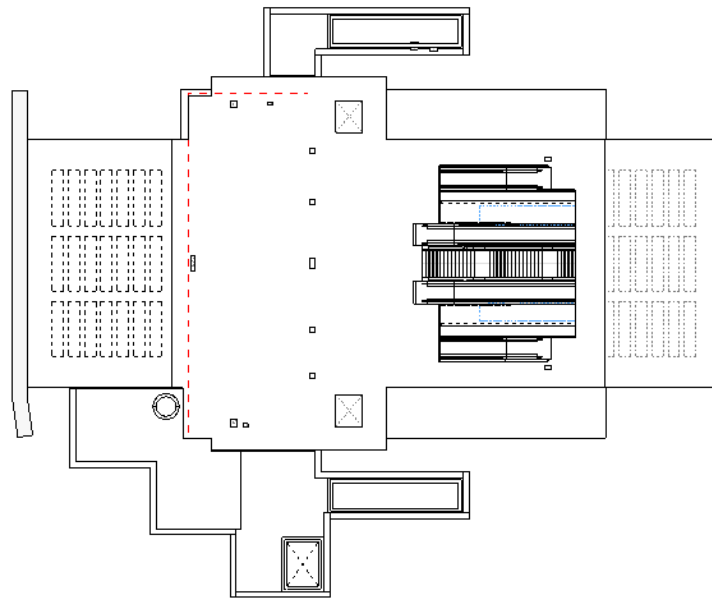
Quot piano atrio [m]	Quota piano mezzanino [m]	Quota piano banchine [m]	Larghezza netta banchine [m]
0,00	-7,05	-12,98	5,00 (3,00 in corrispondenza delle scale)



**Figura 39: Stazione Certosa vista 3D**

**Piano atrio**

Al piano atrio, fuori terra quindi posto ad una quota 0,00, sono ubicati i tornelli che consentono l'accesso alla metropolitana, le scale mobili e gli ascensori;



**Figura 40: Stazione certosa piano Atrio**

#### **Piano mezzanino**

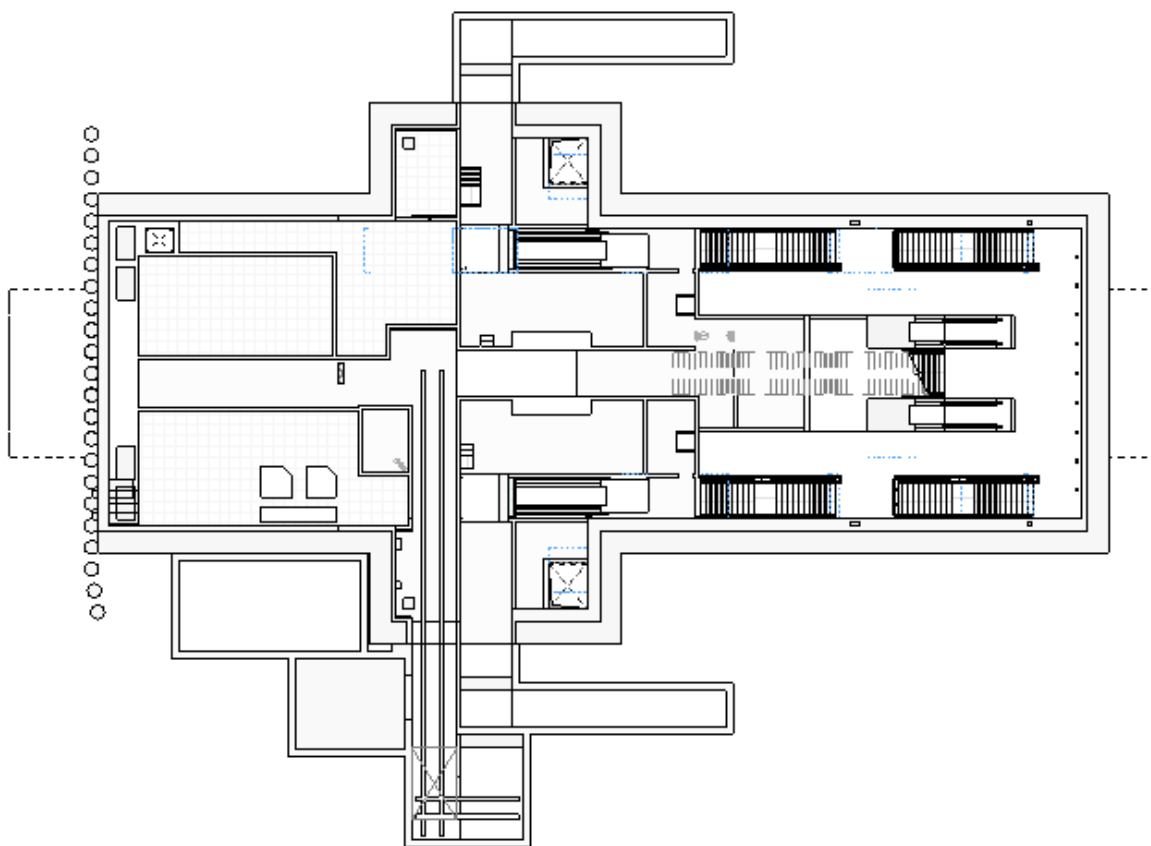
Al piano mezzanino, posto ad una quota media di circa 7,05 m dal piano stradale, sono ubicati in un settore, le scale mobili e fisse per l'accesso alle banchine in un secondo settore, interdetto al pubblico, sono invece ubicati i locali tecnologici non di sistema e legati al sistema.

Locali tecnologici non di sistema:

- centrale di ventilazione 1;
- centrale di ventilazione 2;
- centrale idrica di pressurizzazione;
- locale UPS;
- vasca di accumulo

Locali tecnologici legati al sistema:

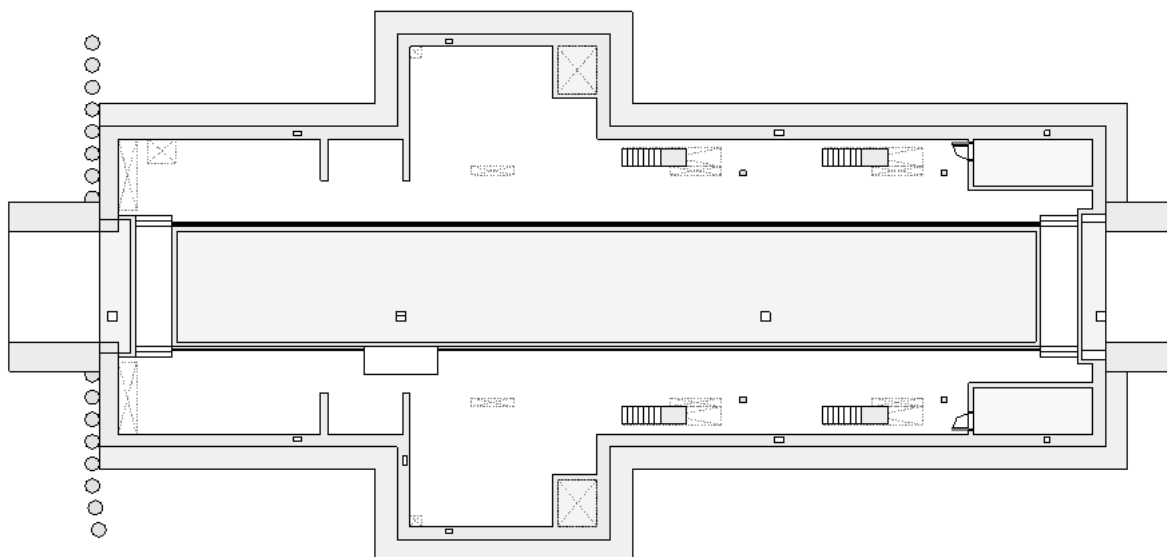
- PEF Cabina di trasformazione e distribuzione;
- PET Locale per apparati di automazione e di comunicazione
- PR Cabina di trasformazione e raddrizzamento;
- BAT Locali batterie per soli impianti di sistema.



**Figura 41: Stazione certosa piano Mezzanino**

#### **Piano sottobanchine**

Il piano sottobanchine, posto a  $-3,45$  m rispetto al piano banchine, costituisce una zona tecnica dove sono ubicati locali di distribuzione acqua per gli impianti antincendio e lavaggio, le tubazioni idriche degli stessi impianti, la vasca di aggrottamento, le canalizzazioni degli impianti di ventilazione per le banchine, le canalette metalliche per la distribuzione cavi degli impianti luce/fm, nonché per la distribuzione cavi degli impianti di sistema.



**Figura 42: Stazione certosa piano Sottobanchine**



## 8 - BEP (Bim Execution Plan)

Il BIM Execution Plan è un documento utilizzato per pianificare i requisiti BIM del cliente nella fase di progettazione e di gara, e potenzialmente nella fase di costruzione e durante l'intero ciclo di vita dell'edificio. BIM deve essere introdotto nei progetti con una corretta e dettagliata pianificazione.

Il BEP segue i principi stabiliti nel PAS 1192-2-2013 *Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling*, e prevede un pre-contratto e un post-contratto.[7]

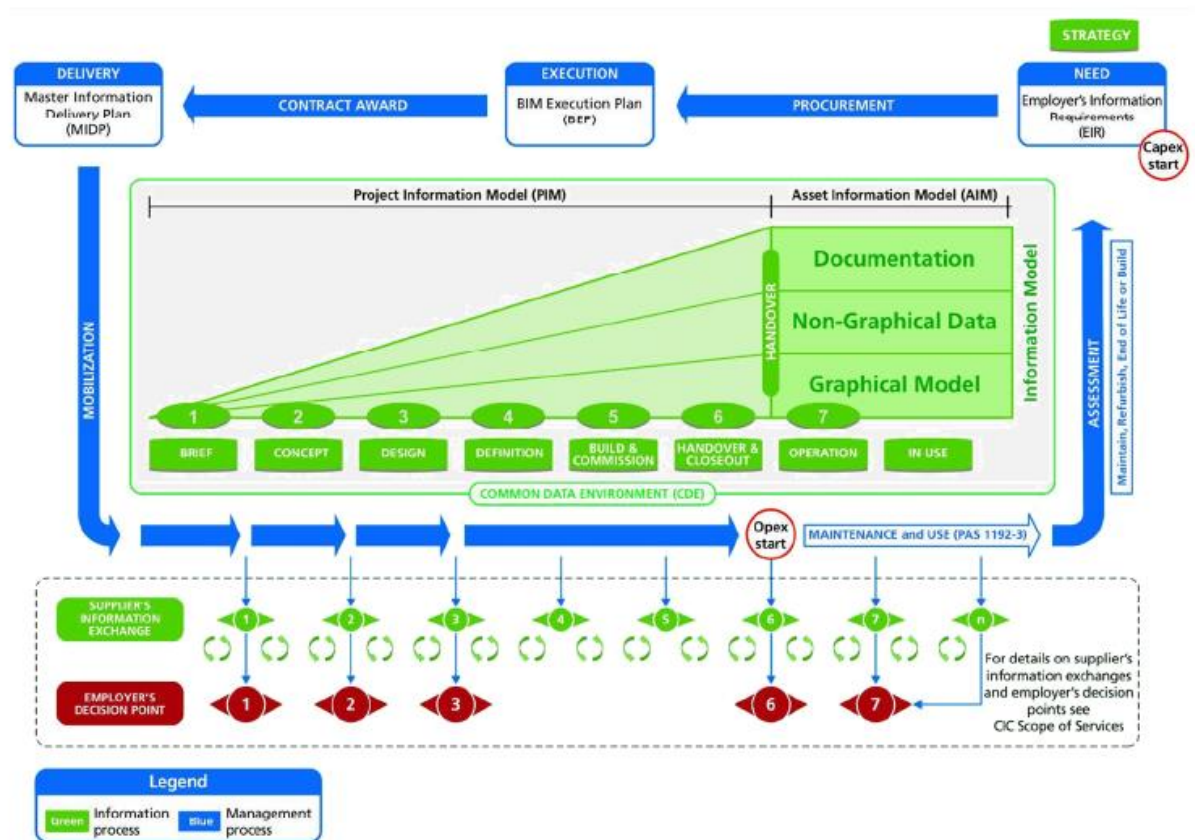


Figura 43: Ciclo di consegna delle informazioni BIM. (PAS 1192-2:2013)

### 8-1 Cos'è il BEP

Il BEP rappresenta il piano preparato dal team di progettazione e dall'Appaltatore per illustrare come si intendono raggiungere e rispettare gli obiettivi e i requisiti definiti dal Committente nell'Employer's Information Requirement (EIR).

Il BIM Execution Plan contiene tutte le disposizioni inerenti i requisiti BIM che il progetto deve possedere per la fase di design, la quale formerà la base per tutti i lavori futuri sul progetto.

Il documento è strutturato in base ad alcuni requisiti che devono essere soddisfatti dal team.[7]

Il BEP è utilizzato per assicurarsi che tutti i membri del team lavorino con degli standard stabiliti.

Il BEP viene sviluppato all'inizio di ogni progetto. La sua creazione, applicazione e regolare revisione è connessa a tutti i partecipanti del progetto, e una volta confermato è disponibile per tutti i membri del team interno e condiviso con i partecipanti esterni al progetto.

### Il BEP è utilizzato per:

- gestire le aspettative
- delineare l'approccio
- pianificare le consegne del progetto
- elencare i processi
- evidenziare ogni elemento irrealizzabile secondo requisiti e informazioni del datore di lavoro o società (EIR)
- specificare ogni potenziale benefit aggiuntivo
- dimostrare possibilità, capacità e competenze

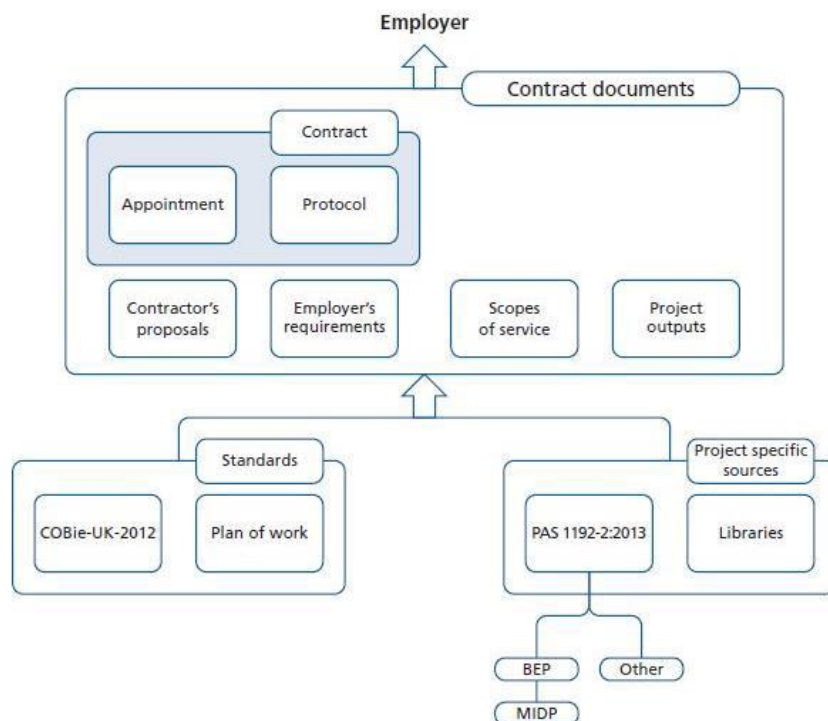


Figura 44: Relazione tra contratto e documenti associati. (PAS 1192-2:2013)

Questo documento prodotto da un team di consulenti, *team consultant*, può essere redatto durante la fase di offerta (*bid stage*) attraverso il PRE-Contract BEP, oppure subito dopo l'assegnazione (*upon award*) con i POST-Contract BEP.

Il PRE-Contract BEP contiene tutti i requisiti richiesti dall'EIR più alcune informazioni aggiuntive, tra cui il piano di attuazione del progetto (PIP – Project Implementation Plan), gli obiettivi del progetto per una collaborazione e un modello di informazioni, importanti milestone di progetto riguardanti il programma dello stesso e un modello informatizzato del progetto (PIM – Project Information Model) riguardante la strategia del risultato finale.

Il POST-Contract BEP oltre a tutti i requisiti richiesti dall'EIR contiene quattro macro gruppi di informazioni: gestione (management), pianificazione e documentazione (planning and documentation), metodi e procedure (standard method and procedure) e soluzioni tecnologiche dell'informazione (IT solutions).

Attraverso il BEP è possibile accertarsi delle competenze del project team, assistere il cliente nel valutare la fattibilità, conoscere le responsabilità del team, aggiungere la consulenza di un Project Manager BIM come figura supplementare, promuovere un migliore flusso di lavoro.[pdf21]

## 8-2 Dal concept all'offerta

Questo documento è strutturato in base ai requisiti sopra citati per dimostrare chiaramente come ciascuno di essi sarà soddisfatto dal team.

Sono elencati di seguito i requisiti e le osservazioni più rilevanti.

### 8-2-1 Design / Fase di gara

- Evitare conflitti / migliorare l'efficienza durante la costruzione
- Affidabilità dei computi metrici / stima dei costi
- Visualizzazioni 3D delle parti più interessate
- Uso del modello di altri consulenti / costo ed efficienza di studi specialistici
- Uso del modello del contractor (appaltatore)
- Supporto innovativo, lavorando in modo collaborativo sul modello BIM

### 8-2-2 Fase di costruzione

- Ottimizzazione della sequenza costruttiva in 4D
- Monitoraggio dei progressi costruttivi in 4D
- Monitoraggio dei costi in 5D
- Pre-fabbricazione
- Fabbricazione digitale

- Controllo del costruito rispetto al modello 3D (laser scanning)
- Controllo dei disegni/modelli esecutivi

#### **Termine operativo**

- Dati patrimoniali tenuti
- Aggiornamento regolare del modello che rifletta i cambiamenti apportati

Al team vengono commissionate le seguenti fasi e le relative specifiche:

#### **1. Idea Progettuale (*Concept Design*)**

- Studio della forma e delle dimensioni dell'edificio in sito

#### **2. Schema Progettuale (*Scheme Design*)**

- Modello architettonico con definizione degli spazi e delle dimensioni, adatti per una presentazione e analisi degli spazi
- Modello delle strutture con definizione delle colonne e delle posizioni dei muri strutturali
- Modello impiantistico (MEP) con definizione degli spazi verdi e della principale distribuzione dei percorsi e delle colonne montanti

#### **3. Dettagli Progettuali (*Detail Design*)**

- Modello architettonico integrato con informazioni ricavate dallo schema. Sviluppo sufficiente per permettere il coordinamento, la verifica delle interferenze, l'identificazione e la definizione degli attraversamenti, verifica delle altezze ed ingombri e controllo del modello secondo il regolamento edilizio
- Modello delle strutture integrato con informazioni ricavate dallo schema. Sviluppo sufficiente per permettere il coordinamento, la verifica delle interferenze, l'identificazione e la definizione degli attraversamenti, verifica delle altezze ed ingombri, controllo del modello secondo il regolamento edilizio e analisi strutturali
- Modello impiantistico (MEP) integrato con informazioni ricavate dallo schema. Sviluppo sufficiente per permettere il coordinamento, la verifica delle interferenze, l'identificazione e la definizione degli attraversamenti, verifica delle altezze ed ingombri, controllo del modello secondo il regolamento edilizio e analisi impiantistiche

#### **4. Offerta Progettuale (*Tender Design*)**

- Modello architettonico integrante le informazioni contenute nei dettagli progettuali, e sviluppato per permettere una valutazione dei costi ed una pianificazione

- Modello delle strutture integrante le informazioni contenute nei dettagli progettuali, e sviluppato per permettere una valutazione dei costi ed una pianificazione
- Modello impiantistico (MEP) integrante le informazioni contenute nei dettagli progettuali, e sviluppato per permettere una valutazione dei costi ed una pianificazione

In tutte le fasi la documentazione può essere emessa sotto forma di disegni 2D/3D PDF e modello 3D e solo nella fase di idea, schema e dettaglio progettuale anche come modello BIM.

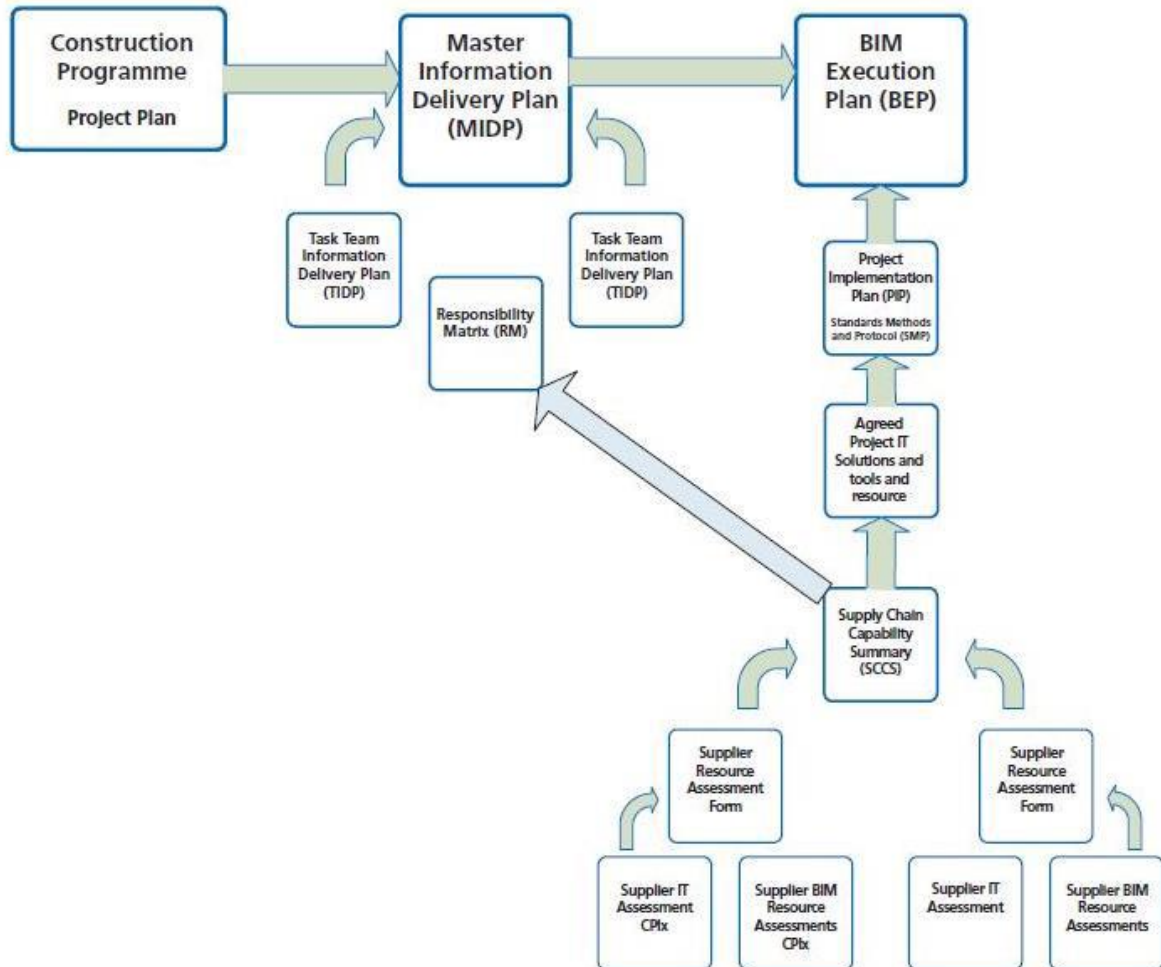


Figura 45: Relazione tra i documenti usati per la gestione delle informazioni. (PAS 1192-2:2013)

BIM deve essere introdotto nei progetti con una corretta e dettagliata pianificazione.

Il BEP è caratterizzato da quattro fasi principali:[3]

1. Identify BIM Goal and Uses;
2. Design BIM Project Execution Process;

**3. Develop Information Exchange;**

**4. Define Supporting Infrastructure for BIM Implementation**

### **Goal Description**

Gli obiettivi da raggiungere, quale valore aggiunto atteso nel progetto che si intende perseguire mediante l'utilizzo del BIM:

- Riduzione della durata della fase di progettazione;
- Aumento della produttività della propria organizzazione;
- Aumento della qualità degli elaborati progettuali;
- Riduzione delle incongruenze tra i diversi livelli progettuali;
- Riduzione dei costi, in termini di tempo, per le modifiche al progetto;
- Creazione di un database dell'opera per la fase di manutenzione della stessa

### **«Potential BIM Uses»**

quale applicazione o potenzialità del BIM si utilizza per il raggiungimento dei singoli;

- Coordinamento 3d;
- Clash Detection;
- Condivisione Modello;

### **«Priority»**

definire una scala di priorità per diversi obiettivi da raggiungere.;

**Tabella 5: Definizione obiettivi BIM per il progetto**

Define The BIM Goals for the Project		
Priority (1-3)	Goal Description	Potential BIM Uses
<b>1 - Most Important</b>	Value added objectives	
2	Aumentare la produttività in fase di costruzione	Coordinamento 3D, clash detection, integrazione elaborati esecutivi
3	Aumentare l'efficienza in fase di progettazione	Condivisione del modello (workset collaboration), Coordinamento 3D
1	Database informazioni del Modello per FM	Archiviazione dati nel Modello, Visualizzazione 3D
1	Aumento della sostenibilità dell'intervento	Analisi energetiche, valutazione LEED, integrazione LCA
2	Gestione della Commessa	Modellazione 4D
3	Gestione del precesso costruttivi, cronoprogramma	Modellazione 4D
3	Revisione degli elaborati di progetto	Clash detection
2	Aumentare la rapidità per la fase di stima di quantità e costi	Modellazione 5D, estimation e quantification
1	Rapidità nella valutazione delle varianti	Modellazione 5D

Una volta definiti i BIM uses è necessario particularizzarli in attività singole e definire alcune caratteristiche per ogni singola attività come il grado di priorità sul progetto, i responsabili di ogni uso del BIM, le risorse allocate, il grado di esperienza di ogni risorsa assegnata ed altre note di approfondimento.

- **L'identificazione dei potenziali utilizzi del BIM (BIM use)**

Definire ogni singolo utilizzo del BIM;

- **Priorità nel progetto**

Definire il livello di importanza di ogni utilizzo del BIM in funzione del valore aggiunto che si può ottenere nel progetto;

- **Reparto responsabile**

Per ogni utilizzo del BIM è necessario individuare il reparto responsabile dell'implementazione;

- **Livello di capacità**

Per ogni singolo reparto è necessario indicare il livello di esperienza e di capacità del team, quindi, bisogna indicare il numero di risorse del reparto, il livello di competenza e di esperienza delle risorse;

- **Valore dei rischi aggiuntivi**

Dichiarare eventuali rischi potenziali per ogni singolo reparto o carenze in alcune competenze da colmare.

## 8-3 BIM Overview Map e Detailed BIM Use Map

Una volta identificati tutti i campi di applicazione del BIM (BIM uses) è necessario comprendere sia il processo di implementazione del singolo BIM use che di tutto il processo di progettazione BIM.

**Tabella 6: il processo di implementazione BIM**

BIM use	Priorità nel progetto	Reparto Responsabile	Livello di responsabilità	Valutazione capacità risorse allocate			Risorse aggiuntive/ Competenze richieste da implementare	Note
	Alto/Medio/Basso		Alto/Medio/Basso	Scala da 1 a 3 (1=basso)				
				Risorse	Competenze	Esperienza		
Modello BIM completo	ALTA	Appaltatore	MEDIO	2	2	1	Richiesta di formazione	
database di informazioni		Facility Manager	ALTO	1	3	2	e software	
		Progettisti	MEDIO	3	2	3		
Stima dei Costi	ALTA	Appaltatore	ALTA	2	2	2		
Cotrollo e pianificazione	ALTA	Appaltatore	ALTA	2	2	2	Richiesta formazione ultima	utilizzo del modello 4D
Modello 4D							versione software	per cornoprogramma e fasi
Coordinamento 3D	ALTA	Appaltatore	ALTA	3	3	3		
(Fase di costruzione)		Sub appaltatore	ALTA	1	3	3		
		Progettisti	MEDIO	2	3	3		
Analisi ingegneristiche	ALTA	Ingegnere strutturale	ALTA	2	2	2		
		Ingegnere impiantista	ALTA	2	2	2		
		Architetti	MEDIO	2	2	2		
Coordinamento 3D	ALTA	Ingegnere strutturale	ALTA	2	2	2	Richiesta coordinamento tra	
(fase di progettazione)		Ingegnere impiantista	ALTA	2	2	1	software	
		Architetti	ALTA	2	2	1		

In questa fase del BEP è necessario creare una mappatura di tutto il processo in modo che il team di progetto sia a conoscenza di tutte le fasi del processo, identifichi tutte le informazioni da immettere nel modello e quali scambiare con le altre figure coinvolte nel progetto.

Nel caso del BEP redatto dal Pennstate, viene utilizzato lo standard Business Process Modeling Notation (BPMN) per la creazione delle mappe di processo e viene usato un approccio a due livelli:

Mappa Generale – Mappatura di tutto il processo di implementazione BIM «Overview Map»;

Mappa di dettaglio – Mappe che descrivono ogni singola fase del processo «Detailed BIM Use Map».



## 8-3-1 BIM Overview Map

### 1. Inserire nella BIM Overview Map i BIM Uses

I BIM uses sono le fasi più importanti del processo di implementazione BIM, per questo motivo è necessario inserirli anche nella mappatura del processo. Il team di progetto, come punto di partenza, deve identificare i BIM uses ed inserirli nella Overview Map. In questa fase è possibile inserire anche più volte lo stesso BIM use se esso viene utilizzato più volte nel processo.

### 2. Disporre i BIM Uses secondo la sequenza di progetto

Una volta inseriti i BIM uses nella Overview Map il team di progetto deve posizzarli in maniera tale che la loro sequenza rappresenti il processo di implementazione BIM di tutte le fasi del ciclo di vita del progetto. In questa fase è necessario definire la fase di appartenenza di ogni BIM use (fase di progettazione, di costruzione o di gestione della manutenzione).

### 3. Identificare i responsabili di ogni fase del processo

In questa fase vengono identificati i settori disciplinari del team di progetto responsabili del processo. Ad esempio, per la fase di progettazione i settori responsabili sono il team di architetti, strutturisti e MEP. Il membro del team responsabile deve avere anche le capacità di modificare e chiudere il processo. Il reparto, quindi, sarà responsabile dell'avanzamento della fase del processo e di tutte le informazioni sia da richiedere (input per il processo) che da produrre (output del processo).



Figura 46: Identificare i responsabili di ogni fase del processo

### 4. Determinare le informazioni di scambio per implementare ogni BIM Use

La mappatura generale dell'implementazione BIM deve descrivere anche la tipologia di informazioni necessarie per la conduzione dei singoli processi e dei dati di scambio tra i diversi settori di competenza. Nella BIM Overview Map deve essere facilmente comprensibile il file del risultato finale di ogni singolo processo, come ad esempio, al termine del processo di progettazione deve essere dichiarata la tipologia dei file finali come il file strutturale, architettonico e MEP.

Oltre alle informazioni finali di ogni singolo processo è necessario precisare anche la tipologia dei dati di scambio tra i vari settori di competenza, ad esempio, bisogna dichiarare la tipologia di file che si scambiano il reparto di architettura con il reparto di strutture e così con tutti gli altri reparti di competenza.

### 8-3-2 Detailed BIM Use Map

Una volta creata la mappa generale del processo (BIM Overview Map) è necessario creare, per ogni utilizzo del BIM (BIM uses), una mappa di dettaglio che descriva tutte le singole attività da svolgere nel progetto.

Per sviluppare un'efficace mappa di dettaglio un team di progetto deve:

#### **1. Scomporre, in maniera gerarchica, i BIM Use in una serie di attività**

Devono essere individuate le principali attività da svolgere ed è necessario posizionarle sulla mappa con una logica sequenziale che rispetta il processo;

#### **2. Definire una dipendenza tra le attività**

E' necessario stabilire la dipendenza tra le varie attività. In questa fase deve essere ben chiaro quali siano le attività precedenti e successive ad ogni processo. Ogni elemento del team di progetto deve conoscere in maniera univoca la sequenza di tutte le attività;

#### **3. Inserire informazioni di dettaglio per ogni attività**

Per ogni attività è necessario inserire informazioni di dettaglio come:

- a. Informazioni di riferimento: tutte le informazioni necessarie per realizzare il singolo BIM Use;
- b. Condivisione delle informazioni: definire la modalità di scambio delle informazioni per singola attività;
- c) Assegnare le responsabilità: identificare un membro responsabile per singola attività

#### **4. Definire attività di verifica del processo**

E' necessario individuare i punti critici e decisionali del processo e bisogna inserire, in tali punti, un'attività di controllo dei dati e di verifica dell'andamento del progetto. Tali attività sono necessarie per il buon fine del progetto BIM in quanto permettono al team di progetto di soffermarsi per prendere decisioni e per controllare che le consegne ed i risultati del progetto siano rispettati.

Una volta impostate le mappe del BIM Execution Plan è necessario identificare, in maniera inequivocabile, il processo di scambio delle informazioni tra tutti i partecipanti al progetto.

#### **1. Identificare tutti i potenziali processi di scambio di informazioni**

Devono essere definiti tutti gli scambi di informazioni tra tutti i reparti coinvolti nel progetto. E' necessario chiarire tutte le informazioni che si scambiano, ad esempio, gli ingegneri strutturisti con gli architetti ed il momento del processo in cui avviene lo scambio. E' chiaro che tra due reparti ci possono essere diverse tipologie d'informazioni di scambio, in tal caso, è necessario definirne le principali.

## **2. Caratterizzare ogni processo di scambio di informazioni**

Per la caratterizzazione è necessario definire:

- a. Model Receiver – identificare i membri del team di progetto responsabili alla ricezione delle informazioni e quindi alla compilazione dell'Input per lo sviluppo dei singoli BIM uses. L'output di ogni BIM use non viene sviluppato dal model receiver ma da tutto il team di progetto.
- b. Model File Type – compilare una lista di tutti i software ed applicativi, con le relative versioni, che vengono utilizzati per lo sviluppo di ogni BIM use. Questo risulta necessario per identificare l'interoperabilità del processo.
- c. Information – Identificare le informazioni necessarie ed il loro grado di dettaglio per lo svolgimento di ogni singolo BIM use. Ad esempio, un Model Receiver deve conoscere il grado di dettaglio delle informazioni (LOD) che deve ricevere, allo stesso modo, il team di progetto deve sapere a che livello di dettaglio (LOD) deve consegnare l'output del proprio BIM use.

## **3. Identificare i responsabili delle informazioni di scambio**

Tutte le informazioni che vengono scambiate in un processo sono create da uno o più partecipanti del team. La responsabilità delle informazioni è, quindi, di chi ha creato le informazioni ed ha anche il compito di integrarle e/o correggerle in quanto esperto del settore di competenza. Ad esempio, nel caso del progetto strutturale è l'ingegnere strutturista ad aver creato il progetto degli elementi portanti per cui è il responsabile delle informazioni che si trasferiscono al modello BIM e conseguentemente a tutto il processo.

## 9- Il BIM per computo metrico (caso studio)

Si passa a illustrare di seguito l'attività svolta per il caso di studio specifico. E' stata svolta una simulazione di computi metrici tramite approccio BIM, anche se a livello di gara tutti i computi sono fatti a mano ed anche tutte le piante sono redatte in .dwg.

Quindi questo studio ha avuto solamente lo scopo di capire come funziona l'approccio BIM nell'ambiente infrastruttura in campo computo metrico.

### 9-1 Processo Interoperabilità

Come già detto per svolgere i computi sono stati impiegati tre software: Revit per modellare, Primus per produrre i computi e ArchVISION per collegare il modello all'elenco prezzi.

Come già accenato, ci sono diversi modi per associare le voci dell'elenco prezzi a ogni elemento in Revit, ma la strada da scegliere dipende da come è stato creato il modello, dipende dalla modalità da come sono state create e rinominate le famiglie in Revit ed anche da come si vuole presentare il computo; sicuramente computo non potrà essere visualizzato come un computo come un computo tradizionale che solitamente riporta dei commenti scritti manualmente dal computista.

Dei tre software, quelli che sono più sensibili a come è fatto il modello sono Revit e ArchVISION, mentre Primus funziona come un foglio elettronico e serve mostrare le colonne di misurazioni, prezzi e totale prezzi.

### 9-2 CASO STUDIO IN AUTODESK Revit

Nel mondo della progettazione architettonica il termine BIM viene sempre più spesso associato ad Autodesk Revit, uno dei pochissimi software parametrici che permettono di adottare in modo completo l'innovativa filosofia di lavoro. A molti sarà capitato di sentire espressioni come: "Autodesk Revit è un software parametrico" oppure "Autodesk Revit è un software basato su una tecnologia denominata BIM". Cerchiamo di capire meglio il senso di queste affermazioni spiegando il significato di questi termini.

In precedenza sono state già delineate le caratteristiche essenziali del sistema di progettazione BIM comprendendo come, grazie alle caratteristiche del modello progettuale che contiene sia informazioni visive sia dati quantitativi, la sua funzione non si esaurisca con le fasi di progettazione e costruzione dell'edificio, ma anzi prosegua durante l'intero ciclo di vita del manufatto e durante la fase di gestione (Facility management) in cui sono investite risorse economiche di molto superiori a quelle di costruzione, contribuendo per esempio ad una più efficace e razionale pianificazione delle operazioni di manutenzione. Tutti questi concetti sono stati ripresi e perfettamente integrati all'interno di Autodesk Revit.

#### 9-2-1 Filosofia

L'introduzione del BIM rappresenta una grande rivoluzione, e soprattutto, un capovolgimento di prospettiva per chi approda all'utilizzo di Revit, da software, come Autocad, intendendo con

quest'ultima affermazione un flusso di lavoro che prevede la definizione di un edificio attraverso la creazione di una serie di elaborati descrittivi, piante, sezioni, prospetti. Lavorando con un modello BIM, accade esattamente l'opposto, l'edificio viene completamente ricostruito in modo virtuale, ed i canonici elaborati che lo descrivono vengono ricavati a partire da esso. Sviluppando un progetto con Revit significa creare un modello intelligente di edificio, che simula e mantiene relazioni uguali a quelle dell'omologo reale.

Ad esempio, quando si disegna un oggetto architettonico, per esempio una finestra, con un software come AutoCAD, si traccia un insieme di linee a cui per convenzione grafica si assegna lo "status di finestra". In un certo modo quindi, si attribuisce un'informazione al progetto di cui quella finestra è un componente. Compiendo la medesima operazione con Autodesk Revit, viene realizzato un "alter ego" virtuale, di una finestra reale. Questo significa che, a differenza di quanto avviene con altri cad, in Revit, si comporterà all'interno del progetto come nella realtà: il suo collocamento potrà avvenire solo all'interno di un muro, e se successivamente il muro venisse cancellato anche la finestra scomparirebbe, invece di fluttuare per il modello, come accadrebbe alle linee tracciate in AutoCAD. Espandendo il concetto all'intero progetto possiamo affermare che al termine dello stesso si ottiene l'alter ego, o modello digitale, di un edificio reale dal quale è possibile estrapolare tutte le informazioni necessarie alla stesura della documentazione esplicativa del progetto stesso (tavole tecniche, computi). Questo è un altro dei punti cardine del BIM: tutto è raggruppato in un unico database, contrariamente ai Cad tradizionali, dove piante, prospetti, sezioni, possono tranquillamente essere file distinti e soprattutto scollegati tra loro. In un modello BIM, ogni modifica ad un elemento della costruzione, viene aggiornata in tempo reale, poiché le viste si limitano ad "osservare" il modello e a restituircelo graficamente, o numericamente nel caso degli abachi. Tutto questo non significa solo una maggiore velocità nella creazione degli elaborati, ma soprattutto una coordinazione totale in quanto questa viene eseguita automaticamente dal software.

Per semplificare il concetto si può immaginare di posizionare una macchina fotografica che inquadri perpendicolarmente un lato dell'edificio oggetto della progettazione (di fatto una vista di prospetto). Nel momento in cui viene apportata una modifica, per esempio la variazione di modello e dimensioni delle finestre, l'immagine inquadrata dalla macchina fotografica verrà aggiornata istantaneamente; il nome Revit, infatti, significa "Revise instantly", ovvero, revisione istantanea. Se le telecamere posizionate fossero più di una (viste di pianta, di sezione, ecc.) la modifica si propagerà istantaneamente a tutte le relative viste. Non solo, se con riferimento alle finestre, all'interno della documentazione prodotta figura anche un abaco, l'aggiornamento interesserà anche quest'ultimo perché anche gli abachi, in Revit, sono considerati viste. Ma non è tutto: se infatti le viste in Revit sono "connesse" tra di loro (poiché inquadrano tutte lo stesso modello di dati), allora è possibile apportare modifiche al modello di edificio da una qualsiasi di esse, scegliendo liberamente quella più idonea al tipo di variazione da effettuare. Per esempio, è possibile modificare un edificio non solo dalle viste di pianta, ma anche dai prospetti o dalle sezioni; oppure addirittura dagli abachi.

Questo modo di procedere, unito a quanto esposto sopra, con riferimento al comportamento "reale" degli elementi che compongono il progetto, permette di porre in evidenza in modo preventivo eventuali errori o incongruenze, riducendo in modo importante il numero di "imprevisti" in fase di realizzazione del progetto. A titolo di esempio, per quanto riguarda l'associatività delle viste, è possibile assegnare il nome ad un locale appena creato direttamente

dalla vista di pianta che lo “inquadra”, oppure dalla vista d’abaco che lo conteggia. Oppure, è possibile spostare o aggiustare la quota di imposta per una finestra direttamente sul prospetto o in sezione. In pratica, grazie al suo motore relazionale interno, Revit si fa carico di tutte quelle operazioni di revisione e aggiornamento che altri software impongono all’operatore, lasciando all’utente più tempo da dedicare all’attività creativa, vera aspirazione di chi lavora nel campo della progettazione architettonica.

L’altro importante concetto da comprendere per associare Revit al BIM riguarda l’affermazione “Revit è un software parametrico”. In informatica, il parametro è un valore da assegnare ad una funzione perché possa eseguire il suo lavoro. Possiamo affermare anche, che parametrizzare significa rappresentare un’entità utilizzando, appunto, dei parametri. Si pensi per esempio a un muro: per poter essere rappresentato necessita tra le altre cose di un valore per il parametro “Larghezza”, inteso come spessore, senza il quale sarebbe impossibile la sua creazione. Un software parametrico come Revit è, quindi, un programma che si aspetta di ricevere dall’utente valori per i parametri, o proprietà (per esempio Larghezza, Altezza, Materiale) degli oggetti che l’operatore intende rappresentare attraverso il suo utilizzo. Si tratta, in pratica, di inserire delle informazioni che, come abbiamo visto, possono variare in qualsiasi momento (informazioni dinamiche) e che vengono utilizzate per definire le caratteristiche di un elemento. Queste stesse informazioni sono quelle che vengono adoperate per la creazione del modello virtuale dell’edificio, come risultato degli elementi che lo compongono, e quindi possono essere estrapolate dallo stesso per la redazione della documentazione di progetto. I parametri costituiscono il punto di contatto, il linguaggio comune tra il progettista ed il software, e il loro utilizzo è alla base di un software BIM.

### 9-2-2 Il flusso di lavoro

A questo punto dopo aver analizzato il significato di BIM, vengono esaminati alcuni dei suoi vantaggi e cosa significa avere a che fare con un software parametrico, è il momento di analizzare come si svolgerà il flusso di lavoro progettuale in un ambiente di questo tipo.

Revit è stato concepito per simulare la costruzione reale di un edificio e di tutto ciò che lo concerne, attraverso i suoi specifici strumenti, pertanto nell’utilizzo è sufficiente applicare la logica che si utilizzerebbe in cantiere.

Il primo passo da compiere è quello della definizione dei riferimenti spaziali entro cui si svilupperà il progetto, ossia i fili fissi delle strutture attraverso l’uso delle griglie e gli interpiani per lo sviluppo altimetrico, utilizzando i Livelli. A questi due elementi dimensionali, faranno riferimento gli elementi costruttivi virtuali per stabilire le loro posizioni nello spazio; per esempio un pilastro potrà essere posizionato ad una determinata intersezione tra Griglie, e la sua altezza si svilupperà per un certo numero di Livelli. Stabiliti i riferimenti spaziali si passa al posizionamento degli elementi costruttivi virtuali, muri, pavimenti, tetti. Una volta definito l’aspetto architettonico di massima, si procede inserendo le aperture, porte, finestre, facciate continue, per poi passare ai collegamenti verticali con le scale, e così di seguito fino al completamento dell’edificio. Una volta completata la modellazione dell’edificio e della sua planimetria, è il momento di iniziare a descriverlo agli interlocutori del processo edilizio, quali il committente, l’amministrazione, l’impresa. Si passa quindi alla fase di documentazione, nella quale si creano nuove viste, in aggiunta a quelle di base utilizzate per il modello, in modo da raggiungere un’ottimale descrizione

del manufatto sotto l'aspetto grafico e quantitativo attraverso l'utilizzo degli abachi. Definite le viste attraverso le quali documentare il progetto, si passa all'integrazione delle informazioni grafiche presenti in queste ultime. Sia con l'aggiunta di elementi per la definizione dei particolari costruttivi, sia attraverso l'utilizzo di strumenti di annotazione, per fornire informazioni numeriche e testuali, utilizzando a questo scopo le quote, le note chiave per elementi e materiali, note di testo, ecc.

Quando il modello è adeguatamente documentato e corredato dalle informazioni descrittive, numeriche e testuali, necessarie ad una sua ottimale comprensione e di conseguenza esecuzione, si passa alla produzione delle canoniche tavole tecniche attraverso la messa in tavola delle viste sviluppate in precedenza. A margine di questa sequenza di lavoro, (che come potete vedere non muta nei passaggi, rispetto ad una qualunque commessa di progettazione abbiate già affrontato) avendo lavorato con un modello, che tra le innumerevoli informazioni che lo caratterizzano possiede anche quelle materiche, si trova la possibilità di eseguire delle viste renderizzate. Come sottinteso, utilizzare Revit non prevede come obiettivo primario la realizzazione di un modello 3D dal quale è possibile ottenere rendering foto realistici, semmai questa possibilità deve essere vista come una naturale conseguenza del processo di progettazione.

Concludendo, il flusso di lavoro previsto dall'uso di Autodesk Revit permette di sviluppare un progetto utilizzando la tecnologia BIM creando un modello progettuale, al quale è possibile apportare modifiche e revisioni in ogni momento, che contenga anche le informazioni numeriche pratiche e gestionali dell'edificio.

### 9-2-3 Comprimerne il cuore

Revit è un database relazionale, il cui scopo è la creazione virtuale di un oggetto che in seguito diventerà reale: l'edificio. Nascendo per la progettazione di edifici, la sua forma di output principale è quella grafica. Ogni elemento, dagli oggetti architettonici a quelli di documentazione, in Revit è considerato una famiglia. Secondo il Wiki Help una famiglia è definita come un "gruppo di elementi con un insieme di proprietà comuni denominate parametri ed una rappresentazione grafica associata".

Queste "proprietà" potranno anche assumere valori differenti, per esempio in funzione del modello, ma l'oggetto nella sostanza rimarrà, ad esempio, una sedia non diventerà per assurdo un tavolo solo perché se ne aumenta la lunghezza.

Le famiglie sono i pezzi con i quali si andrà a costruire un edificio e la relativa documentazione all'interno di Revit.

L'organizzazione delle famiglie è suddivisa in tre macro categorie principali:

- famiglie di Sistema;
- famiglie Caricabili;
- famiglie Locali.

Nello specifico, le famiglie di Sistema comprendono tutti gli elementi di base normalmente utilizzati in una costruzione quali muri, coperture, pavimenti, scale, ecc.

Sono, in pratica, l'ossatura portante dell'intero progetto e perciò consentono possibilità di personalizzazione svariate ma entro limiti preimpostati all'interno del software. Questo per

escludere modifiche che possano compromettere il corretto funzionamento della famiglia. Le famiglie Caricabili invece, non sono già presenti nell'ambiente di progetto ma vanno, appunto, caricate prelevandole da librerie esterne. Sono uno degli strumenti più potenti che Revit mette a disposizione poiché servono a coprire ogni altra esigenza che la progettazione di un edificio comporta: possono spaziare dai serramenti alle travi, dagli arredi alle lampade. Possono essere anch'esse personalizzabili (partendo da specifici file di modello esterni all'ambiente di progetto) in termini di forma, composizione, aspetto e parametrizzazione dell'oggetto: ciò costituisce la chiave per l'utilizzo di Revit al 100%. Nell'ultima categoria, le famiglie Locali, ricadono tutti gli elementi così specifici ed unici del progetto da rendere sconsigliata la loro realizzazione e quindi anche la personalizzazione attraverso l'uso di famiglie caricabili.

Le "unità elementari", ovvero le famiglie, sono organizzate all'interno del file secondo una logica propria dell'industria delle costruzioni: ciascuna di essa, infatti, appartiene ad una categoria definita in base alla funzione che una determinata famiglia è chiamata a svolgere all'interno del progetto. Questo sistema di classificazione, oltre a consentire a Revit l'organizzazione delle informazioni, consente di gestire in modo puntuale e coerente la rappresentazione grafica di ciascun elemento. Tutto ciò è un'apprezzabile riduzione del carico di lavoro dell'utente se paragonata ad ambienti tradizionali 2d come AutoCAD.

Il file di Revit è, fondamentalmente, un database nel quale vengono memorizzate le informazioni parametriche del progetto e degli oggetti (famiglie) che ne fanno parte. La suddivisione principale prevede:

- oggetti Modello;
- oggetti Annotazione;
- viste.

Ognuna di queste categorie possiede a sua volta delle sottocategorie. Per esempio, nel caso di Oggetti Modello è presente la sottocategoria Finestre, la quale a sua volta presenta ulteriori suddivisioni quali Infisso, Vetro, Telaio/Montante, etc.

Nello specifico, negli Oggetti Modello rientrano gli elementi normalmente presenti in edificio come muri, finestre, porte, ecc.; caratteristica distintiva è quella di risultare visibili in ogni vista. Gli Oggetti Annotazione invece, fanno parte di tutte le famiglie che servono a "integrare" l'informazione grafica fornita dagli elementi di modello, come ad esempio le note di testo, simboli, quote, etc. A differenza degli Oggetti Modello, sono visibili solo nella vista nella quale vengono creati.

Infine nelle Viste, si trovano raggruppati tutti i tipi di vista creabili in Revit: prospetti, sezioni, viste di dettaglio, viste 3d, viste prospettiche. Esse sono le preziose "macchine fotografiche" con le quali si inquadra e sceglie di documentare il nostro progetto attraverso "scatti fotografici" che rappresentano la direzione di visualizzazione.

Come anticipato, all'interno di ogni categoria di oggetti esistono delle sottocategorie grazie alle quali è possibile definire in modo ancora più specifico l'aspetto grafico di una famiglia. Necessità che può derivare, ad esempio, da normative di rappresentazione grafica o dal desiderio di "comunicare" maggiormente attraverso gli elaborati.

Detto cosa si intende per famiglia e categoria, può essere definito il concetto di *Tipo* e *Istanza*. Il *Tipo* è lo strumento logico che raggruppa l'insieme di parametri e le relative variazioni di valore che caratterizzano una famiglia.



Ad esempio, per quel che riguarda i muri, avremo diverse tipologie, in Revit chiamate Tipi, che variano in base allo spessore, materiali differenti, etc; per ogni differenza viene definito uno specifico “Tipo di muro”: un Tipo per i muri in cls, un Tipo per i tamponamenti e così via. L’*Istanza* è l’inserimento di uno specifico elemento nell’ambiente di progetto, una volta individuata la famiglia di cui necessitiamo e scelto il Tipo tra quelli disponibili.

Detto ciò, è importante dire che in Revit esistono parametri tipo e parametri istanza, dove per parametro si intende l’impostazione che determina l’aspetto o il comportamento di un elemento, un tipo o una vista e quindi le caratteristiche in grado di assumere valori differenti. I primi, i parametri tipo, definiscono le caratteristiche di ogni specifico Tipo all’interno di una famiglia mentre i secondi riguardano le specifiche proprietà di ogni singola istanza, ossia di ogni elemento inserito nel disegno.

### 9-2-4 Considerazioni

Adottare Revit nel proprio flusso di lavoro significa migliorare l’esperienza progettuale sfruttando il massimo della tecnologia oggi disponibile in modo semplice e intuitivo perché uguale alla normale esperienza di costruzione di un edificio.

Nell’ambiente di lavoro Revit si gode della possibilità di infinite modifiche in tempo reale anche se nella realtà operativa è normale dover inserire all’interno del modello delle regole, siano esse derivanti da obblighi (normativa) o da scelte progettuali: in Revit queste regole geometriche prendono il nome di vincoli e permettono di definire relazioni tra gli oggetti del modello (famiglie) a seconda delle esigenze.

Ciò che lo rende però degno di nota è il suo motore relazionale interno, poiché non si limita a gestire un progetto impiegando elementi parametrici, capaci di infinite variazioni, ma implementa tra essi relazioni intelligenti. A livello di logica costruttiva certe relazioni sono banali: non avrebbe alcun senso spostare un muro e lasciare la porta che vi era ospitata. Ma in un flusso di lavoro 2d tradizionale sono proprio queste banalità che aumentano il carico di lavoro ed il rischio di errore. Inoltre le relazioni che Revit instaura sono sempre bidirezionali: una modifica apportata in qualunque vista è immediatamente propagata in tutte le altre; poiché il modello è unico, riflette in tempo reale le modifiche effettuate. Si ottiene, in poche parole, una revisione istantanea del progetto.

### 9-2-5 L’utilizzo dei Workset

La capacità di lavoro in Team rappresenta uno dei fiori all’occhiello di Revit poiché una delle caratteristiche principali del software, infatti, è quella di consentire lo sviluppo dell’intero progetto con diverse discipline in un unico file.

La prima cosa da dire riguardo all’utilizzo dei workset in Revit è l’aver la necessità di una rete locale poiché il file “Centrale”, che permetterà la condivisione del lavoro e quindi un aggiornamento frequente del suddetto file, verrà a trovarsi in un punto della rete accessibile a tutti i membri del team di progettazione. La copia del file Centrale, posseduta sul proprio PC da ciascun membro del team, viene definita “Locale” ed è proprio su di essa che ogni utente dovrà esclusivamente lavorare e possibilmente crearne una nuova all’inizio di ogni sessione di lavoro per avere la certezza di lavorare su un file sempre aggiornato.

Per rendere possibile la condivisione del lavoro ogni utente dovrà essere registrato per mezzo di un nome utente e alla prima apertura di un copia locale, Revit ci chiede se considerarlo come copia locale o come nuovo centrale: avvenuto il primo salvataggio il file sarà considerato sempre come locale. Tutte le modifiche al Centrale verranno temporaneamente bloccate, per evitare danni e incompatibilità con i membri del team di progettazione, nel caso di un non avvenuto rilascio degli elementi in prestito o in proprietà da parte di un collega: in questo caso comparirà un messaggio che riporta il nome utente di chi non ha rilasciato gli elementi.

Al momento del salvataggio del file locale le modifiche vengono pubblicate simultaneamente sul file Centrale. Revit è in grado di evitare ogni tipo di conflitto grazie al sistema dei permessi che si instaura con la condivisione del lavoro.

I workset sono collezioni di oggetti modello quindi istanze di muri, pavimenti, piani di riferimento, finestre, griglie, etc. che risultano molto utili in presenza di progetti di grandi dimensioni in modo da poterli suddividere in parti più contenute e maggiormente controllabili. L'utilizzo dei workset si rende inoltre necessario quando la progettazione si spinge più nel dettaglio o quando si cominciano a produrre un certo numero di elaborati esecutivi che difficilmente possono essere gestiti da una sola persona: quando il progetto comincia quindi ad assumere delle caratteristiche architettoniche che rendono possibile una schematizzazione allora è possibile introdurre i workset. Fondamentalmente esistono quattro tipi di workset.

- creati dall'utente;
- funzione dei tipi di famiglia caricati;
- delle viste;
- degli standard di progetto.

Dei 4 tipi di Workset sopracitati solo il primo è direttamente creato dall'utente mentre gli altri sono gestiti automaticamente da Revit. Esso racchiude gli elementi che hanno le medesime funzioni, ad esempio le sistemazioni esterne, le chiusure di un edificio, le partizioni di un determinato piano etc.

Durante la progettazione sicuramente si renderà necessario dover interagire con i colleghi per effettuare una modifica ad un oggetto di cui non si è proprietari. In questo caso Revit ci chiederà di inviare una richiesta al proprietario e sarà facoltà di quest'ultimo concederla o meno, venendo indirizzato dallo stesso programma sull'oggetto della richiesta. Per evitare che membri del team di progettazione lavorino su un file non aggiornato è necessario sincronizzare le modifiche e salvare su centrale molto frequentemente. Ancora più utile è utilizzare i promemoria automatici di Revit per stabilire intervalli regolari di salvataggio su Centrale del lavoro di ciascun membro del team.

## 9-2-6 il modello

La versione utilizzata per la creazione del modello è Revit2017. I modelli usati per svolgere il computo metrico erano modelli finali cioè, non creati secondo la logica delle fasi, mentre a volte, per capire l'importo di una parte del progetto, si è dovuti risalire a tali fasi. In un certo senso, è stato seguito il senso apposto rispetto a quello prescritto in letteratura, ovvero dal modello completo sono state create le fasi e le varianti di progetto. Adottare questo approccio tuttavia ha comportato degli ostacoli, per esempio non è stato possibile computare un muro già bucato in maniera completa e per ovviare al problema si è dovuto computare la parte non bucata più la

parte che era bucata che è stata riempita con lo stesso muro. La stessa cosa è successa anche per i pavimenti, per il computo del pavimento completo pre e post demolizione ed altri problemi che in seguito saranno illustrati.

I modelli delle due stazioni erano in file separati per evitare un file di eccessive dimensioni ma anche per non confondere i livelli e le famiglie usati, generalmente diversi per le due stazioni. Il modello che è stato creato in Revit per la stazione Collegno Centro è basato sulle piante .dwg del progetto definitivo e questo ha costituito uno dei motivi della discrepanza tra i risultati ottenuti tramite aproccio BIM e aproccio tradizionale (perché c'è sempre un errore seppur molto piccolo quando si importa un file .dwg da AUTOCAD a Revit, mentre il modello della stazione Certosa è stato creato da zero in Revit ed è risultato dimensionalmente molto più preciso).

Per i due modelli sono stati usati i workset appropriati, principalmente sono strutturale e architettonico.

Bisogna dire che il modello strutturale non è modellato in maniera completa, in altre parole alcuni elementi come armature del muro di sostegno e cassetture non sono modellati e per questo motivo ci si è concentrati sulla sola parte al rustico del paratie e dei pavimenti.

## 9-3 CASO STUDIO IN Primus

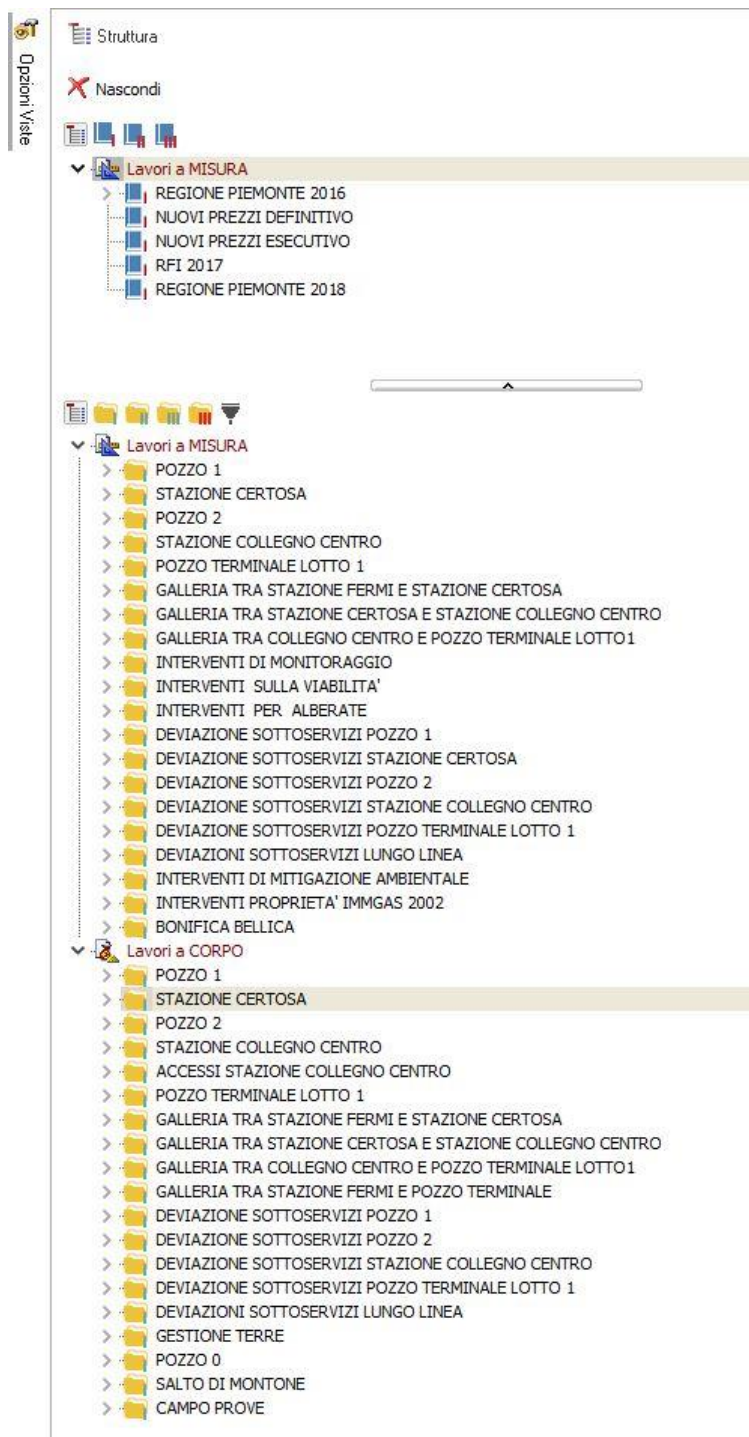


Figura 47: Le diverse categorie in PriMus

PriMus-P permette di ottenere, da un'unica fase di input ed in maniera semplice e veloce, tutti i documenti di tipo economico della progettazione, anche quelli necessari per la predisposizione dei bandi di gara e l'affido dei lavori.

Gestisce in un unico documento computo metrico dei lavori, quadro economico di progetto, calcolo dell'incidenza dei costi della sicurezza e della manodopera, calcolo degli oneri di sicurezza aziendali, verifica di congruità, ecc.

Ogni modifica apportata al computo metrico aggiorna in maniera automatica il quadro economico e tutti gli altri elaborati di progetto.

Anche redigere e stampare la Richiesta di Offerta secondo la nuova modulistica prevista dall'ANAC è estremamente semplice ed immediato: è sufficiente associare le Categorie di Opere Generali (OG) e Specializzate (OS) alle Categorie di lavoro di PriMus-P.

Con PriMus-P inoltre si possono generare direttamente dal computo metrico un file per la Richiesta di Offerta da inviare a tutti i partecipanti alla gara: questi, anche con il freeware PriMus-DCF, possono lavorare sul documento compilando l'offerta e, al tempo stesso, conservando integri i dati di partenza.

La 'Gestione manageriale dei documenti' permette di raccogliere le offerte, gestirle e confrontarle automaticamente anche via internet.

### 9-3-1 Elaborati di computo metrico, preventivi, gestione offerta

PriMus-P produce automaticamente tutti i documenti per la gestione dei lavori privati:

- Elenco prezzi
- Elenco prezzi a corpo e misura
- Computo metrico
- Stima dei lavori
- Richiesta di offerta
- Quadro comparativo
- Quadro economico
- Stima incidenza della manodopera
- Stima incidenza della sicurezza
- Disciplinare tecnico
- Modulistica di progetto

### 9-3-2 Gestione dei costi della sicurezza

PriMus-P è in grado di gestire in un unico documento sia il computo dei lavori che il computo dei costi della sicurezza. Il tecnico ha la possibilità di stimare i costi degli apprestamenti speciali per l'applicazione del PSC (ex all. XV, D.Lgs. 81/2008) e l'incidenza della sicurezza inclusa nelle voci di elenco prezzi.

### 9-3-3 Associazione delle Categorie di Opere Generali (OG) e Specializzate (OS) alle Categorie di Lavoro

Le Categorie di Opere Generali (OG) e Specializzate (OS) possono essere associate alle Categorie di Lavoro. La funzione torna utile anche per la stampa della Richiesta di Offerta. I modelli dell'Autorità di Vigilanza sui contratti pubblici (oggi ANAC), infatti, prevedono in un'apposita colonna l'indicazione delle categorie di opere.

### 9-3-4 Gestione dell'offerta

Questa funzionalità di PriMus-P permette di creare direttamente dal computo metrico un file di Richiesta di Offerta da poter inviare a tutti i partecipanti l'offerta.

I partecipanti, anche con PriMus-DCF, possono lavorare sul documento, compilare l'offerta e, allo stesso tempo, conservare integri i dati di partenza. Le offerte possono essere raccolte, gestite e confrontate automaticamente anche via internet.

### 9-3-5 Scomposizione strutturata del progetto (WBS - Work Breakdown Structure)

PriMus-P consente di definire strutture WBS con un numero illimitato di livelli. Una volta "scomposta" la struttura del progetto fino al livello desiderato, si possono assegnare singole voci o blocchi di voci di misurazione alla struttura WBS.

La struttura WBS può essere usata in modo congiunto con Capitoli e Categorie che rappresentano ulteriori opportunità di scomposizione del progetto.

In fase di stampa strutture WBS e Categorie risultano alternative.

### 9-3-6 Importazione PDF

E' possibile importare file PDF (Richieste Offerte, Elenchi Prezzi e Computi) stampati con PriMus o PriMus-P e trasformare automaticamente il PDF in un file di PriMus per la gestione dei dati.

### 9-3-7 Aggiornamento automatico del quadro economico

Con PriMus-P il quadro economico si aggiorna in maniera automatica al variare del computo metrico; modificando l'importo dei lavori vengono aggiornate automaticamente le voci del quadro economico.

### 9-3-8 Attualizzazione delle voci di E.P

Con PriMus-P è possibile attualizzare in modo completamente automatico le voci di E.P. di un computo ad un Prezzario di riferimento appena aggiornato (ad es. il computo è stato realizzato con il Prezzario Campania 2010, ma va aggiornato alle stesse voci del Prezzario Campania 2016).

### 9-3-9 Gestione di lavori a corpo e a misura

PriMus gestisce i lavori e gli appalti misti a corpo o a misura sia nella fase progettuale che in contabilità lavori.

### 9-3-10 Computo metrico con input ad oggetti

L'input ad oggetti è uno dei pregi di PriMus-P e ne esalta le caratteristiche di semplicità d'uso ed intuitività.

Ogni vista del documento può essere utilizzata per inputare o anche modificare i dati, con il risultato che non ci sarà più una fase di input separata dalla visualizzazione del documento.

Computo metrico, elenco prezzi sono quindi diverse viste dello stesso documento; ad ogni modifica in qualsiasi vista aggiorni ed allinei automaticamente il documento e tutte le altre viste.

### 9-3-11 Prezzari-net: gratis on line circa 6 milioni di voci di listini ed elenchi prezzi

Con PriMus-P e il servizio Prezzari-net si può accedere gratuitamente ad una vastissima banca dati, sempre aggiornata, di prezzari di regioni, camere di commercio ed editori privati, aprire i listini direttamente da internet, usare i dati disponibili con il Drag and Drop

### 9-3-12 Personalizzazione dei documenti

PriMus-P permette di gestire e personalizzare il testo direttamente sul foglio di lavoro (Editor Elenco Prezzi e Misurazioni) con funzionalità tipiche di word processor.

Così al testo possono essere applicati il Grassetto, il Corsivo, il Sottolineato, il Colore testo, l'Allineamento a sinistra o a destra e la Giustificazione.

Le personalizzazioni del formato Testo eseguite sulle Viste possono essere stampate. E' presente anche la funzionalità "Trova e sostituisci" nell'intero editor.

### 9-3-13 Gestore delle Stampe

La gestione delle stampe in PriMus-P avviene tramite una specifica funzionalità che permette di produrre e personalizzare tutti i documenti relativi ad un progetto.

Si possono ottenere "stampe istantanee", trovare subito le opzioni di stampa più utilizzate e richiedere il riepilogo delle "Opere Generali e Specializzate" e l'indice delle Categorie di Lavoro.

Ogni vista può diventare una stampa e consente di operare direttamente sull'anteprima.

È possibile stampare nei formati RTF, WORD, PDF, HTML, ASCII e CSV.

La versione utilizzata nel seguente lavoro è PrimusP. I lavori sono stati suddivisi rispetto a misura o lavori a corpo e sotto queste due suddivisioni è stata ulteriormente fatta la distinzione tra super categorie, categorie e sub categorie che servono per ripartire gli importi.

Sono stati anche utilizzati diversi elenchi prezzi anche se il riferimento principale è stato l'elenco prezzi regione Piemonte 2018.

Ci si è concentrati sui lavori a misura e la parte al rustico.

## 9-4 CASO STUDIO IN ArchVISION

La soluzione ArchVISION RP intende consentire computazioni rapide, dinamiche ed affidabili interfacciandosi con PriMus e Revit; ArchVISION RP è un semplice ma potentissimo strumento che aiuta il Tecnico nella generazione del computo metrico estimativo del progetto realizzato. L'operatore che ha familiarità con le funzionalità di Revit trova in ArchVISION RP uno straordinario strumento per realizzare, in maniera semplice e rapidissima computi estimativi dei progetti realizzati con Revit.

La soluzione ArchVISION RP ha, come obiettivo peculiare, quello di affrontare l'argomento Computo-Progetto in maniera estremamente semplice, innovativa e potente.

Da sempre la computazione di un progetto architettonico o di un semplice disegno CAD, ha comportato problemi in termini di velocità, affidabilità e legame univoco tra le entità disegnate e quelle effettivamente computate.

In particolar modo, modificando l'elaborato grafico, si generava un disallineamento del computo con la necessità di complesse ed onerose revisioni manuali in quest'ultimo.

Le revisioni manuali al computo, inoltre, si prestavano spesso ad interpretazioni non corrette, con il conseguente ottenimento di valutazioni, misurazioni e computazioni errate o incomplete.

ArchVISION RP dispone di una serie di tools sviluppati proprio per aggiungere a Revit una serie di funzionalità ed utilità specificatamente dedicate a questa problematica.

Per apprezzare ArchVISION RP e per sfruttarne le funzionalità a fondo si presuppone una discreta conoscenza di Revit e di PriMus.

Occorre precisare che, sebbene ArchVISION RP abbia la possibilità di preparare autonomamente tutto quanto sia necessario alla realizzazione di un computo completo, per poter realizzare il documento di computo è necessario collegarsi a PriMus.

Va sottolineato che ArchVISION RP può funzionare anche se sul computer non risulta installato PriMus. In questo caso saranno consentite tutte le funzionalità di preparazione del computo (creazione, editazione e modifica di Voci di Elenco Prezzi, di misurazioni con formule contenenti variabili dipendenti da oggetti grafici ecc.), il riepilogo del computo preparato e modifiche ad eventuali associazioni tra misurazioni ed entità grafiche.



### 9-4-1 ArchVISION RP in breve:

- Il disegno generato da ArchVISION RP è un disegno di Revit al 100%.
- Il collegamento tra le “Voci di Elenco Prezzi” di PriMus e le entità di Revit avviene in due modalità ben precise, per mezzo di associazioni dirette sulle entità presenti nell’elaborato grafico o in alternativa per mezzo di associazioni alle famiglie di entità Revit.
- La “Famiglia” rappresenta un insieme di informazioni grafiche, di caratteristiche tecniche e descrittive, di informazioni parametriche personalizzabili.
- Le “Famiglie”, inoltre, possono contenere e far riferimento a una o più voci di Elenco Prezzi ed essere associate a una o più entità grafiche presenti nel disegno.
- Ciascuna entità o famiglia di Revit può essere associata, con una semplice operazione di Drag & Drop, a una o più Voci di Elenco Prezzi.
- Ciascuna entità grafica contenente una o più associazioni di computo sarà sempre identificabile tramite il suo “Id univoco”.
- Il legame univoco, per mezzo della famiglia o per mezzo del collegamento diretto, consentirà computazioni dinamiche e di assoluta affidabilità; dopo aver modificato un’entità grafica, semplicemente pigiando un bottone, verrà immediatamente aggiornato anche il computo generato.
- ArchVISION RP crea un legame univoco collegando alle entità grafiche voci di elenco prezzi o famiglie (a cui, a loro volta, è possibile collegare voci di Elenco Prezzi) consentendo un enorme risparmio di tempo ed una elevata produttività.
- Per rendere più produttivo il lavoro è preferibile (se possibile) effettuare le associazioni alle famiglie delle entità grafiche, in modo da assegnare loro, con un’unica operazione, sia una serie di caratteristiche grafiche che la Voce di Elenco Prezzi opportuna.
- ArchVISION RP, è un potentissimo strumento di ausilio alla progettazione e alla computazione, argomenti spesso estremamente complessi, e ricchi di problematiche. Una buona conoscenza delle funzionalità del programma rende il lavoro estremamente più semplice e produttivo.

Sebbene ArchVISION RP affronti e sviluppi tematiche legate al Computo Metrico, non è un programma di computo. Lo scopo del programma è rendere semplice ed automatica la computazione degli oggetti grafici del progetto architettonico.

Per ottenere un computo completo è, quindi, necessario utilizzare un programma specifico per il computo, come PriMus che consente di affrontare le tematiche legate a questo delicato aspetto della progettazione.

### 9-4-2 Note operative

ArchVISION RP all’atto della creazione o associazione della prima misurazione ad un’entità o famiglia di Revit genera un file con estensione .rrf e con lo stesso nome del progetto di Revit (file .rvt). Per poter computare un progetto di Revit con ArchVISION RP è quindi necessario che lo stesso sia salvato su disco (deve cioè avere un nome di file ed un percorso di memorizzazione). ArchVISION RP non scrive nessuna informazione nel progetto Revit (file .rvt) ma genera un file esterno (file .rrf) contenente tutte le informazioni utilizzate in fase di computo. E’ perciò

fondamentale ricordarsi di archiviare il file .rrf assieme al progetto Revit, in caso contrario verrebbe irrimediabilmente perso il computo. Volendo azzerare il computo è sufficiente, dopo avere chiuso ArchVISION RP, cancellare il file .rrf associato al progetto stesso.

### 9-4-3 Il Disegno ed il Computo delle Entità Grafiche

Per poter richiedere il computo del progetto di ArchVISION RP è necessario collegare, ad ogni oggetto disegnato, le informazioni necessarie alla sua computazione.

Ad ogni elemento (Oggetto/Entità di Revit) è possibile associare una o più Misurazioni, dove il termine **Misurazione** indica l'insieme di una voce di Elenco Prezzi e della composizione che i relativi righi di misurazione avranno nel computo.

In particolare una Misurazione può essere associata:

- ad una Famiglia di un Oggetto di Revit (Muro, Finestra, Porta, ecc.)
- ad una Entità di Revit disegnata.

### 9-4-4 Associazione di una Misurazione ad una Famiglia

ArchVISION RP consente di specificare, in una famiglia, oltre alle caratteristiche morfologiche e geometriche (altezze, spessori, ecc) necessarie per la generazione del progetto (dipendenti da Revit), anche tutte le informazioni necessarie per la computazione dell'oggetto di Revit in funzione della famiglia cui appartiene.

Assegnando misurazioni ad una famiglia di Oggetti di Revit, gli si assegnano quindi tutte le informazioni necessarie (dati della voce di E.P. e composizione dei relativi righi di misurazione) per poterlo computare.

Richiedendo il computo, il programma rileva dagli oggetti disegnati le informazioni geometriche, descrittive ed economiche (prezzo) e le organizza in un documento di PriMus secondo la composizione dei righi di computo definita nelle misurazioni assegnate alle famiglie.

### 9-4-5 Associazione di una Misurazione ad un'Entità

Una misurazione (voce di EP e composizione dei relativi righi di misurazione) può anche essere assegnata direttamente ad una Entità di Revit.

Ovviamente, si consiglia di utilizzare questa funzionalità solo per collegare le necessarie misurazioni a poche entità del disegno.

In caso contrario risulta molto più comodo e produttivo assegnare le misurazioni alle entità operando con le famiglie delle entità.

Le funzionalità di ArchVISION RP per l'ottenimento del computo sono estremamente vantaggiose.

Una volta effettuate le semplici operazioni di collegamento delle misurazioni alle famiglie e/o alle singole entità è possibile ottenere immediatamente il computo metrico del progetto.

Inoltre, dopo qualsiasi modifica apportata al disegno o alla famiglia di oggetti, è possibile richiedere l'immediato aggiornamento del computo.

Il Tecnico, non avendo più l'onere di redigere ed aggiornare gli elaborati grafici ed il computo del progetto, può finalmente dedicarsi completamente alla progettazione.

## 9-4-6 La Barra degli Strumenti

Tutti i comandi per avviare le funzionalità di computo di ArchVISION RP sono raggruppati nella Barra degli strumenti “ArchVISION RP” che è possibile attivare mediante la selezione nel menù superiore di Revit alla voce “Moduli aggiuntivi” -> Strumenti Esterni -> “ArchVISION RP 16.00” come illustrato nell’immagine seguente.

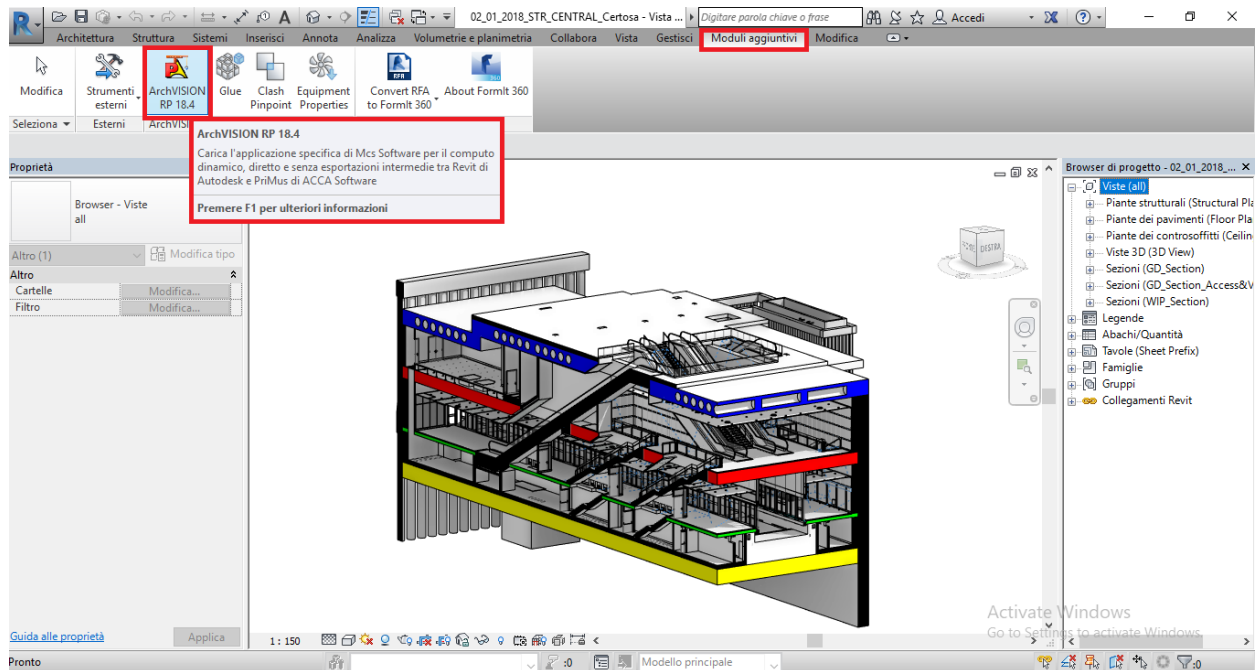


Figura 48: Barra degli strumenti in ArchVISION

All’attivazione di ArchVISION RP sarà visualizzata la Barra degli strumenti “ArchVISION RP” comprendente le funzionalità di computo attivabili per mezzo dei seguenti pulsanti:

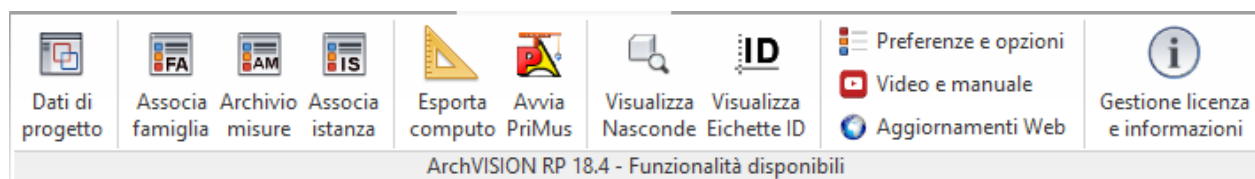
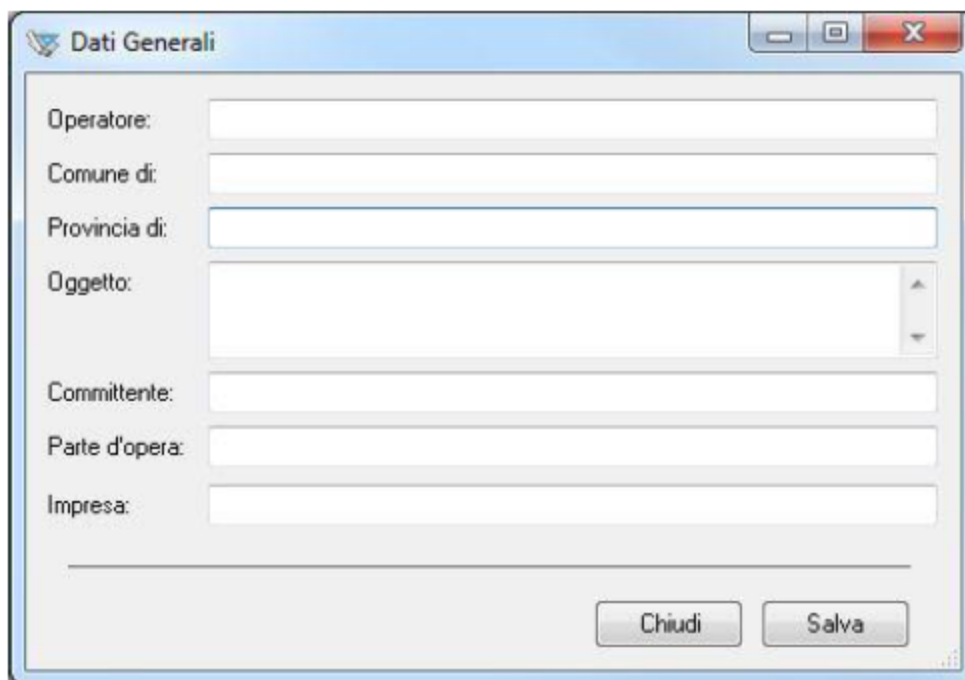


Figura 49: Barra degli strumenti in ArchVISION

**Dati di progetto:** attiva la finestra DATI GENERALI in cui è possibile inserire i dati generali del progetto.



**Figura 50: Finestra dati di progetto in ArchVISION**

Selezionando il pulsante “Dati Generali”, ArchVISION RP visualizza il dialogo DATI GENERALI mediante il quale è possibile memorizzare nel progetto alcune informazioni generali relative al progetto stesso. Tutti i dati generali memorizzati verranno automaticamente esportati in PriMus nella sezione Dati Generali del Computo (file DCF) generato da ArchVISION RP.

**Associa famiglia:** attiva la finestra MISURA-ZIONI per FAMIGLIA in cui è possibile gestire le misurazioni associabili alla famiglia dell’entità selezionata ed assegnare/rimuovere le misurazioni alla famiglia stessa.

**Archivio misure:** attiva l’omonima finestra in cui è possibile visualizzare e gestire (creare, modificare e cancellare) tutte le misurazioni del progetto.

La finestra ARCHIVIO MISURAZIONI è l’archivio delle misurazioni del progetto in cui è possibile visualizzare e gestire le Misurazioni (voci di elenco prezzi e composizione dei relativi rigli di misurazione) assegnate o da assegnare agli stili e/o alle entità del progetto.

Nella finestra ARCHIVIO MISURAZIONI NON è però possibile assegnare una misurazione ad una Famiglia o ad un’Entità.

Una misurazione può anche essere gestita (creata, modificata o eliminata), in due finestre analoghe alla finestra ARCHIVIO MISURAZIONI, direttamente in fase di assegnazione della stessa ad una Famiglia o ad un’entità .

In tali finestre, però, NON è possibile visualizzare e gestire tutte le misurazioni, ma solo quelle associabili alla tipologia di entità o di famiglia per cui sono state create.

La finestra ARCHIVIO MISURAZIONI, oltre a visualizzare tutte le misurazioni del progetto, consente di:

- creare tutte le misurazioni necessarie prima di procedere alla loro associazione alle famiglie o alle entità del progetto;

- procedere alla modifica di tutte le misurazioni collegate ad una o più famiglie o entità senza doversi spostare sulle stesse famiglie e/o entità.

**Associa istanza:** attiva la finestra MISURAZIO-NI per ISTANZA in cui è possibile gestire le misurazioni associa-bili all'entità selezionata ed assegnare/rimuovere le misurazioni all'entità stessa.

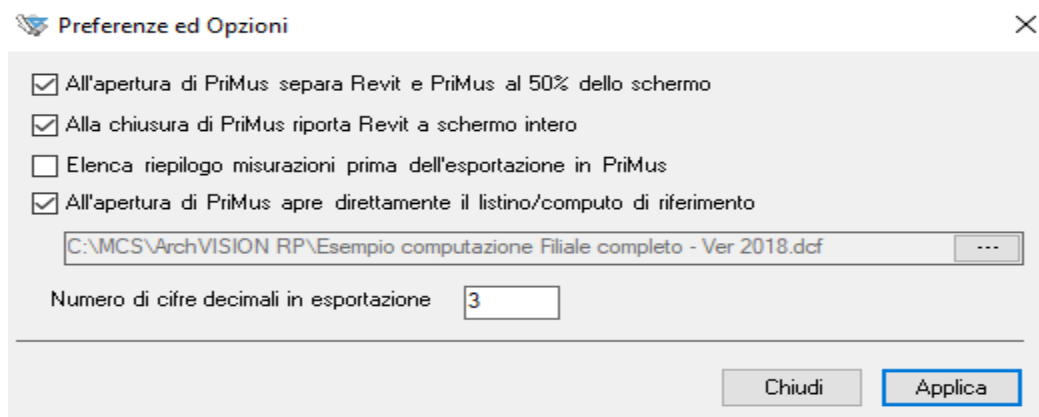
**Esporta computo:** computa le entità selezionate.

**Avvia PriMus:** avvia/chiude PriMus ed il collegamento tra quest'ultimo e ArchVISION RP.

**Visualizza Nasconde:** dimostra elementi che ancora non sono associati ad una voce

**Visualizza Etichette ID:** dimostra codice univoca per ogni elemento che abbiamo associato una o di più voce del elenco prezzi.

**Preferenze e opzioni:** apre il dialog per le impostazioni e le preferenze dell'ambiente operativo del computo.



**Figura 51: Preferenze e opzioni in ArchVISION**

ArchVISION RP consente di personalizzare il suo comportamento in fase di esecuzione delle funzionalità legate al computo.

Tali personalizzazioni si effettuano nel dialog **Preferenze** a cui si accede dalla barra degli strumenti di ArchVISION RP premendo l'apposita icona.

Tra le opzioni per la definizione delle impostazioni del computo si pone l'attenzione sulle ultime due:

**Elenca riepilogo misurazioni prima dell'esportazione in PriMus:** la selezione di tale check box richiede che, durante la procedura di computazione venga proposta la finestra di riepilogo del computo.

**All'apertura di PriMus apre direttamente il listino/computo di riferimento:** richiede che all'apertura di PriMus (mediante le apposite funzionalità di ArchVISION RP) venga aperto anche il proprio listino di riferimento; la selezione di questa opzione abilita il campo sottostante.

Premendo il bottoncino a destra di tale campo si apre il dialog in cui è possibile scegliere il listino/computo che verrà sempre aperto con PriMus.

Infine, nel campo **Numero di cifre decimali in esportazione** va specificato il numero di cifre decimali con cui si desidera vengano esportate le misurazioni nel documento di PriMus (questa impostazione vale per tutti i valori numerici indipendentemente dal campo).

**Video e manuale:** apre il manuale in linea di Arch-VISION RP.

**Aggiornamento Web:** consente, con una connessione internet attiva, di accedere alla pagina degli aggiornamenti del programma nel sito di Mcs software ([www.mcs-software.it](http://www.mcs-software.it)).

**Gestione licenza e informazioni:** apre una Finestra con informazioni utili sul Programma.

Dopo aver scelto l'elemento a cui associare le voci, cliccando su "associa famiglia" o "associa istanza", si apre una finestra descritta di seguito:

**MISURAZIONE**, in cui è possibile specificare il **Nome** della misurazione ed eventuali **NOTE** che sarà possibile riportare nella descrizione della relativa misurazione nel computo.

In tale sezione è presente un primo list box in cui è possibile scegliere:

**Multirigo**, se la computazione delle entità associate alla misurazione selezionata deve essere espressa mediante più righe di misurazione

**Rigo Singolo**, se la computazione delle entità associate alla misurazione selezionata deve essere espressa in un solo rigo

Nel secondo list box è possibile scegliere:

**POSITIVO**, se l'entità associata alla misurazione deve essere computata in positivo

**NEGATIVO**, se la quantità dell'entità associata alla misurazione deve essere portata in detrazione; quando l'entità va computata "in negativo" i dati della misurazione associata nella griglia vengono riportati in rosso.

MISURAZIONI per FAMIGLIA

FAMIGLIA : Solette Pavimenti: GD-S-FL.01\_1500mm

TARIFFA	DESCRIZIONE	MISURAZIONE

Trascinare una voce di EP da PriMus per aggiungere una nuova misurazione alla tipologia di entità

**MISURAZIONE**

Nome  Multirigo

Note  Positivo

**VOCE DI ELENCO PREZZI**

Tariffa  Descrizione della voce di Elenco Prezzi  ☒ Sintetica ☐ Breve ☐ Estesa

Un.Mis.  Prezzo 0,00

**RIGO di MISURAZIONE**

Descrizione

Parti Uguali

Lunghezza

Larghezza

H/Peso

SuperCategorie Nessuna

Categorie Nessuna

SubCategorie Nessuna

Applica a Fase (SuperCategorie): ☒ Costruzione/Creazione ☐ Demolizione

☒ Salva nel materiale
 ☐ Abilita Categorie

Figura 52: Campo di misurazione in ArchVISION

ArchVISION RP permette di scegliere come computare ogni misurazione per mezzo dei due combo box posti a destra del nome della misurazione stessa.

Nel primo combo box è possibile scegliere se computare la misurazione in modalità **multirigo** o **rigo singolo**.

Nel secondo combo box, invece, è possibile indicare se la misurazione deve essere computata in **POSITIVO** o in **NEGATIVO**.

#### POSITIVO/NEGATIVO

Il significato dell'impostazione POSITIVO/NEGATIVO è legata a come si desidera che venga valutata la misurazione. L'esempio seguente chiarisce il concetto.

Si supponga di volere calcolare la superficie di intonaco di un muro: in questo caso si andrà ad impostare una misurazione legata alla famiglia di muro.

Si supponga di volere utilizzare un muro denominato "Divisorio da 20".

Si andrà a selezionare un muro appartenente a questa famiglia e quindi il bottone "MISURAZIONI per FAMIGLIA".

Nella finestra MISURAZIONI per FAMIGLIA che si apre si compila la misurazione importando la Voce di EP con il costo al m<sup>2</sup> dell'intonaco da utilizzare.

Nella sezione RIGO di MISURAZIONE si inserisce, quindi, la variabile "\$Lung\$" nel campo della lunghezza e la variabile "\$H\$" nel campo dell'altezza.

Negli appositi combo box si sceglie di adottare le tipologie di misurazione **multirigo** e **POSITIVO**. Il programma in questo modo calcolerà la "superficie lorda" del muro cioè il cosiddetto "vuoto per pieno".

Per ottenere la superficie netta del muro (senza i vuoti dovuti alla presenza di finestre e porte), occorre sottrarre, alla superficie lorda, la superficie delle finestre e delle porte.

È, quindi, necessario aggiungere una misurazione per il calcolo delle superfici di intonaco da DETRARRE.

Per fare questo si utilizza le famiglie di finestra e di porta.

Si associa, quindi, alle famiglie di porte e finestre, una misurazione con la stessa voce di EP dell'intonaco del muro avendo cura di specificare che le relative misurazioni dovranno essere computate in NEGATIVO.

Naturalmente, nel RIGO di MISURAZIONE della misurazione in NEGATIVO della famiglia di finestra/porta dovrà essere inserita la variabile "\$Larg\$" nel campo larghezza e la variabile "\$H\$" nel campo altezza.

Quando una misurazione è impostata con la modalità di computo in "NEGATIVO" viene rappresentata in rosso nella griglia dell'elenco delle misurazioni.

### **MULTIRIGO/RIGO SINGOLO**

Il significato legato all'impostazione Multirigo/Rigo Singolo risiede nella modalità con cui si desidera venga computata la misurazione.

Nel caso di multirigo (più frequente) ArchVISION RP esporta un rigo per ogni oggetto/entità cui troverà legata la misurazione. È questo il caso in cui si desidera computare ogni singola entità in base alle sue dimensioni.

Nel caso di rigo singolo, il programma esporterà un unico rigo per la misurazione in oggetto.

In questo caso non è garantito quale rigo verrà esportato in quanto viene sempre esportato il primo rigo trovato in base alla selezione effettuata.

L'utilità di questa modalità di computo è strettamente legata all'utilizzo delle variabili di riepilogo.

**VOCE di ELENCO PREZZI**, in cui vengono riportati i dati della voce di Elenco Prezzi della misurazione.



MISURAZIONI per FAMIGLIA

FAMIGLIA : Solette Pavimenti: GD-S-FL.01\_1500mm

TARIFFA	DESCRIZIONE	MISURAZIONE

Trascinare una voce di EP da PriMus per aggiungere una nuova misurazione alla tipologia di entità

**MISURAZIONE**

Nome  Multirigo

Note  Positivo

**VOCE di ELENCO PREZZI**

Tariffa  Descrizione della voce di Elenco Prezzi  ☒ Sintetica ☐ Breve ☐ Estesa

Un.Mis.

Prezzo  0,00

**RIGO di MISURAZIONE**

Descrizione

Parti Uguali

Lunghezza

Larghezza

H/Peso

SuperCategorie  Nessuna

Categorie  Nessuna

SubCategorie  Nessuna

Applica a Fase (SuperCategorie): ☒ Costruzione/Creazione ☐ Demolizione

Salva

Figura 53: Campo delle voci di elenco prezzi in ArchVISION

**RIGO di MISURAZIONE**, nei cui campi va definita, mediante l'inserimento di testi, valori numerici, variabili e formule, la composizione dei righi di misurazione dell'entità nel computo

MISURAZIONI per FAMIGLIA

FAMIGLIA : Solette Pavimenti: GD-S-FL.01\_1500mm

TARIFFA	DESCRIZIONE	MISURAZIONE

Trascinare una voce di EP da PriMus per aggiungere una nuova misurazione alla tipologia di entità

**MISURAZIONE**

Nome  Multirigo

Note  Positivo

**VOCE di ELENCO PREZZI**

Tariffa  Descrizione della voce di Elenco Prezzi  ☐ Sintetica ☐ Breve ☐ Estesa

Un.Mis.  Prezzo  0,00

**RIGO di MISURAZIONE**

Descrizione  + - \* / ^

Parti Uguali  ( ) [ ] variabili ...

Lunghezza  Stratificazione

Larghezza  ☒ Salva nel materiale

H/Peso  ☐ Abilita Categorie

SuperCategorie  Nessuna  Gestione Categorie

Categorie  Nessuna

SubCategorie  Nessuna

Applica a Fase (SuperCategorie): ☒ Costruzione/Creazione ☐ Demolizione

Esci

Salva

Figura 54: Rigo di misurazione in ArchVISION

Una Misurazione è costituita da un gruppo di informazioni che la identificano: un nome e delle note, una Voce di Elenco Prezzi e da un insieme di formule che compongono il Rigo di Misurazione. Ovviamente il rigo di misurazione ricalca l'impostazione delle misurazioni di PriMus. Nei campi di tale sezione vanno, pertanto, inseriti i dati, i valori e le variabili che compongono la misurazione e che verranno utilizzati da ArchVISION RP in fase di computazione.

In luogo di un dato specifico (ad es. un certo valore numerico), in ogni campo della sezione **RIGO di MISURAZIONE**, è possibile inserire una "Variabile".

Una **Variabile** è una stringa del tipo **\$Lung\$** che, in fase di esportazione del computo, verrà sostituita automaticamente dal programma con l'opportuno dato o valore numerico rilevato dalle caratteristiche geometriche e descrittive dall'oggetto/entità disegnato.

I dati sostituiti alle variabili del rigo di misurazione di un Oggetto/Entità possono essere dati geometrici rilevati direttamente dal disegno oppure possono essere descrizioni e/o valori rilevati dalla famiglia o dalla misurazione associata all'entità o alla relativa famiglia.

Per la definizione del rigo di misurazione è necessario definire il contenuto dei soli campi dei dati necessari alla computazione dell'oggetto/entità.

Naturalmente, per la creazione di una nuova misurazione è necessario specificare tutti i dati della Voce di Elenco Prezzi nella relativa sezione della finestra.

I dati di una voce di Elenco Prezzi possono essere riportati nella misurazione con una semplice operazione di Drag & Drop da un listino di PriMus oppure possono essere inseriti manualmente. ArchVISION RP NON consente di archiviare una misurazione senza una Voce di Elenco Prezzi e NON possono esistere Voci di EP diverse con la medesima Tariffa.

In caso di inserimento di una Voce di EP con una Tariffa già archiviata, viene effettuato un controllo sulle altre caratteristiche della Voce (Descrizione, Unità di Misura e Prezzo) e, in caso di discordanza, viene richiesto se si desidera mantenere la Voce già archiviata in precedenza o se si desidera sovrascriverla con quella nuova appena inserita.

Dopo aver inserito i dati della Voce di EP la misurazione può essere archiviata premendo il pulsante **SALVA**. In questo caso la misurazione risulta vuota in quanto sono stati inseriti solo i dati della Voce di EP.

Salvando la misurazione ArchVISION RP verifica anche se le è stato assegnato un Nome. Se il programma non trova il Nome della misurazione (il campo NOME è vuoto) genera automaticamente un nome del tipo:

**Frm-EP-01.0145C**, dove:

- la prima parte "Frm-EP-" indica che è stata creata una Formula (senza nome) associata alla Voce di EP;
- la seconda parte è il codice di tariffa (01.0145C) della voce.

Il nome della misurazione può essere sempre modificato in qualsiasi momento rendendo nuovamente editabile la misurazione con un doppio click sul relativo rigo nella griglia della finestra.

Nella sezione **RIGO di MISURAZIONE** sono disponibili i seguenti cinque campi in cui vanno impostati i criteri e le formule del computo vero e proprio:

**Descrizione:** è il campo in cui è possibile comporre la stringa di testo che costituirà la descrizione di ogni rigo di misurazione. Nel campo Descrizione è possibile inserire un testo e/o determinate variabili descrittive (ad es., le variabili relative al nome e all'ID della misurazione). Nell'esportazione, il contenuto di tale campo verrà riportato come descrizione dei rigi di misurazione della misurazione associata all'entità/stile.

**Parti Uguali:** è il campo in cui è possibile inserire valori numerici, variabili e/o una formula per definire il contenuto del campo "parti uguali" dei rigi di misurazione esportati nel computo di PriMus.

**Lunghezza:** è il campo in cui è possibile inserire valori numerici, variabili e/o una formula per definire il contenuto del campo "lunghezza" dei rigi di misurazione esportati nel computo di PriMus.

**Larghezza:** è il campo in cui è possibile inserire valori numerici, variabili e/o una formula per definire il contenuto del campo “larghezza” dei righi di misurazione esportati nel computo di PriMus.

**H/Peso:** è il campo in cui è possibile inserire valori numerici, variabili e/o una formula per definire il contenuto del campo “altezza/peso” dei righi di misurazione esportati nel computo di PriMus. Ovviamente, nel campo descrizione è possibile digitare liberamente un testo e nei restanti campi è possibile digitare un qualsiasi valore numerico.

Per inserire, invece, una variabile in un campo basta effettuare le seguenti operazioni:

- Posizionare il cursore nel campo.
- Premere il bottone giallo **Variabili** a destra del campo. Questa operazione apre un menu con la lista delle variabili disponibili per l’entità/oggetto in questione.
- Selezionare la variabile che si intende inserire nel campo. Questa operazione inserisce nel campo una stringa del tipo **\$Lung\$**.

Nei campi Parti Uguali, Lunghezza, Larghezza ed Altezza/Peso è anche possibile inserire delle formule matematiche.

I parametri di tali formule possono essere delle variabili e/o semplici valori numerici tra loro correlati dai classici operatori matematici **+**, **-**, **\***, **/** e **^** (elevazione a potenza), che possono essere inseriti mediante digitazione oppure premendo gli opportuni bottoni gialli a destra dei campi.

Nelle formule è anche possibile inserire delle parentesi. Tali operatori consentono, come in qualsiasi formula, di stabilire la “precedenza” nel calcolo della parte di formula tra esse racchiuso.

## Le Variabili

In fase di editazione di una formula del rigo di misurazione è possibile inserire alcune variabili che rappresentano caratteristiche sia descrittive che geometriche dell’entità/famiglia in oggetto.

Premendo il bottone **Variabili** viene visualizzato il menu contenente tutte le variabili disponibili per l’entità o la famiglia in editazione.

Una variabile è una stringa di testo caratterizzata dalla presenza di un carattere “\$” iniziale e finale.

Sommatoria Compresa	@SumC ()
Sommatoria Estesa	@SumE ()
Numero Entità	@Count
Radice Quadrata	@Sqrt ()
Identificativo ENTITA'	\$IdEn\$
Tipologia ENTITA'	\$NTip\$
Nome Famiglia ENTITA'	\$NomeFam\$
Nome MISURAZIONE	\$NmMs\$
Nota MISURAZIONE	\$NtMs\$
Perimetro	\$Prm\$
Area	\$Area\$
Spessore Soletta	\$Sp\$

Figura 55: Le variabili in ArchVISION

Le variabili nel menu risultano raggruppate per tipologia.

I primi due gruppi di variabili sono comuni a tutte le entità o stili.

Il primo gruppo di variabili, identificate dalla presenza del carattere @, comprende funzioni matematiche che saranno illustrate di seguito:

**@Sqrt():** funzione di calcolo della radice quadrata; inserendo tale variabile in un campo, nel computo verrà calcolata la radice quadrata del contenuto (valore o formula) racchiusa tra le parentesi.

**@Count:** funzione che effettua il conteggio delle entità a cui è legata la misurazione in oggetto; tale funzione è particolarmente utile se utilizzata con le famiglie di oggetto; in questo caso, infatti, verrà calcolato il numero di entità appartenenti alla famiglia presenti nel disegno.

**@SumC():** effettua la sommatoria del contenuto delle parentesi (valore numerico, variabile o formula) per tutte le entità cui è legata la misurazione in oggetto ed esporta, nel computo, il solo valore finale calcolato.

**@SumE():** effettua la sommatoria del contenuto delle parentesi (valore numerico, variabile o formula) per tutte le entità cui è legata la misurazione in oggetto ed esporta, nel computo, una formula con tutti i valori risultanti dalla valutazione effettuata nel disegno.

Il secondo gruppo contiene le variabili descrittive (nome, tipologia, famiglia e descrizioni dell'entità/oggetto).

Tutte le altre variabili disponibili nel menu vengono proposte in relazione alla tipologia di oggetto per cui si definisce la misurazione.

In genere l'ultimo gruppo del menu propone le variabili legate alle dimensioni dell'oggetto/entità.

Nella tabella seguente sono elencate le variabili associabili ad ogni entità/oggetto gestito da ArchVISION RP.

Nome Variabile	Descrizione	Muri	Finestre	Porte	Solette	Tetti	Scale	Ringhiere	Rampe Inclinate	Piastri	Arredi	Verde	Piastri Strutturali	Bordi Soletta	Locali	Fondazioni strutturali	Telaio Strutturale	Sistemi di travi strutturali	Altro
@SumC	Somma Compressa (solo il totale)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
@SumE	Somma Estesa (formula)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
@Count	Conta valori - Numero di Entità	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
@Sqrt	Radice Quadrata	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
\$IdEn\$	Id Entità	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
\$Ntip\$	Tipo di Entità	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
\$NomeFam\$	Nome della famiglia	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
\$NmMs\$	Nome Misurazione	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
\$NtMs\$	Nota Misurazione	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
\$Lung\$	Lunghezza	x						x		x			x	x		x	x		
\$Larg\$	Larghezza		x	x			x		x	x			x			x			
\$H\$	Altezza	x	x	x		x	x					x	x		x				
\$Sp\$	Spessore	x			x	x										x		x	
\$Area\$	Area	x			x	x				x			x	x	x	x	x		
\$Prm\$	Perimetro				x										x	x			
\$SogLung\$	Profondità della pedata						x												
\$SogLarg\$	Sporgenza Davanzale Esterno		x																
\$SogSpes\$	Altezza Alzata						x												
\$HDav\$	Altezza Davanzale/Soglia//Num. di alzate		x	x			x												
\$Vol\$	Volume locale														x	x	x		
\$NProg\$	Num. progressivo del Locale														x			x	
\$SpFi\$	Spaziatura Fissa																	x	
\$SpMa\$	Spaziatura Massima																	x	
\$SpSg\$	Spaziatura di Sgombro																	x	

**Tabella 7: variabili associabili ad ogni entità/oggetto gestito da ArchVISION RP**

Nella tabella seguente vengono elencate le variabili utilizzate da ciascuna entità. Nelle colonne **Dim.CAD** e **Dim.Fam** viene indicato se la variabile acquisisce il valore dalla sua dimensione dall'istanza dell'oggetto o dal valore impostato nella famiglia. Viene, inoltre, riportata la descrizione di come viene calcolato il valore di ogni variabile.

**Tabella 8: le variabili utilizzate da ciascuna entità gestite da ArchVISION RP**

TIPO ENTITA'	NOME VARIABILE	Dim.CAD	Dim.FAM	Descrizione
Muro	\$Lung\$	x		Lunghezza del muro
	\$Sp\$		x	Spessore del muro
	\$H\$		x	Altezza del muro
	\$Area\$	x		Area netta del muro (sottratti i vuoti e le intersezioni con altri muri)
Finestra	\$Larg\$		x	Larghezza della finestra
	\$H\$		x	Altezza della finestra
	\$SogLargE\$		x	Sporgenza del davanzale esterno
	\$HDav\$	x		Altezza davanzale dal filo pavimento
Porta	\$Larg\$		x	Larghezza porta
	\$H\$		x	Altezza porta
	\$HDav\$	x		Altezza soglia dal filo pavimento
Soletta	\$Prm\$	x		Perimetro
	\$Area\$	x		Area soletta
	\$Sp\$		x	Spessore Soletta
Tetto	\$Sp\$		x	Spessore soletta tetto
	\$H\$	x		Altezza massima colmo
	\$Area\$	x		Area
Scala	\$Larg\$	x		Larghezza scala
	\$H\$	x		Altezza totale della scala
	\$SogSpesE\$		x	Altezza alzata
	\$SogLungE\$		x	Profondità pedata
	\$HDav\$	x		Numero di alzate
Ringhiera	\$Lung\$	x		Lunghezza ringhiera
Rampe Inclinate	\$Larg\$		x	Larghezza Rampa
Pilastro	\$Lung\$		x	Lunghezza Pilastro
	\$Larg\$		x	Larghezza Pilastro
	\$Area\$		x	Area sezione del Pilastro
Verde	\$H\$		x	Altezza dell'albero

TIPO ENTITA'	NOME VARIABILE	Dim.CAD	Dim.FAM	Descrizione
Pilastri Strutturali	\$Lung\$		x	Lunghezza Pilastro
	\$Larg\$		x	Larghezza Pilastro
	\$H\$	x		Altezza del Pilastro
	\$Area\$		x	Area della sezione
Bordi Soletta	\$Lung\$	x		Lunghezza bordo
	\$Area\$		x	Area sezione del bordo
Locale	\$NProg\$	x		N. Progressivo del locale
	\$H\$	x		Altezza del locale
	\$Prm\$	x		Perimetro del locale
	\$Area\$	x		Area del locale
	\$Vol\$	x		Volume del locale
Fondazioni Strutturali	\$Lung\$	x		Lunghezza (non valorizzata nelle PLATEE)
	\$Larg\$	x		Larghezza (non valorizzata nelle PLATEE)
	\$Sp\$	x		Spessore
	\$Prm\$	x		Perimetro (non valorizzato nei PLINTI e CORDOLI)
	\$Area\$	x		Area (non valorizzata nei CORDOLI)
	\$Vol\$	x		Volume
Telaio Strutturale	\$Lung\$		x	Lunghezza
	\$Area\$		x	Area sezione
	\$Vol\$		x	Volume
Sistemi di travi strutturali	\$NProg\$	x		Numero di righe (di travi)
	\$Sp\$	x		Spaziatura linea d'asse (se impostata come proprietà - Motivo)
	\$SpFi\$	x		Spaziatura Fissa (se impostata come proprietà - Motivo)
	\$SpMa\$	x		Spaziatura Massima (se impostata come proprietà - Motivo)
	\$SpSg\$	x		Spaziatura di sgombro (se impostata come proprietà - Motivo)

## L'Esportazione del Computo

Una volta assegnate le opportune misurazioni alle famiglie di oggetti ed alle Entità disegnate è possibile richiedere l'esportazione del computo nel formato di PriMus.

In questa fase è possibile richiedere di esportare il computo del progetto selezionando nel disegno le entità/oggetti di cui si desidera ottenere la computazione.

Per richiedere la computazione di una parte del progetto basta Premere l'icona **computa la selezione** nella stessa barra degli strumenti dopo avere selezionato le entità/oggetti che si vuole computare.



Durante la procedura di computazione è possibile richiedere, nelle preferenze di ArchVISION RP, che venga proposta una finestra con una tabella di riepilogo di ciò che è stato computato, prima di procedere all'esportazione per PriMus.

L'esportazione verso PriMus avviene automaticamente se, nelle Proprietà, l'attivazione della finestra di riepilogo risulta disabilitata.

Se, invece, durante la procedura si apre la finestra di riepilogo, per procedere all'esportazione del computo, è necessario Premere il bottone **Invia a PriMus** della finestra stessa.

All'attivazione dell'esportazione verso PriMus, ArchVISION RP presenta una finestra di dialogo per la selezione della modalità di esportazione desiderata:

Modalità di esportazione

Selezionare la modalità di esportazione desiderata:

☐ Aggiornamento del computo mantenendo le eventuali misurazioni già presenti nel computo esistente  
Questa opzione lascia intatte eventuali misurazioni introdotte manualmente nel computo esistente

☒ Sostituzione totale della precedente esportazione  
Questa opzione RIMUOVE DEFINITIVAMENTE eventuali misurazioni introdotte manualmente e L'INTERO COMPUTO ESISTENTE

Selezionare l'ordine di esportazione desiderato (Prefisso opzionale nelle Super Categorie in PriMus)

☒ Attiva la gestione delle Categorie nel computo generato ☒ Include anche tutte le Categorie non utilizzate nel computo

☐ Nessun prefisso ☒ Livello - Fase ☐ Fase - Livello ☐ Livello ☐ Fase

Gestione della stratificazione

☐ Includi e computa anche la stratificazione ☐ Genera la stratificazione dei muri selezionati ☐ Genera l'abaco degli strati (per verifiche)

Configurazione del file DCF generato

Percorso e nome del file DCF generato: C:\Users\Shahin\Desktop\GEODATA\certosa\2-1-2018\02\_01\_2018\_STR\_CENTRAL\_Certosa.d

Numero massimo di backup del file DCF 1

17 Prosegui

Figura 56: Modalità di esportazione da ArchVISION

Nel dialog è possibile scegliere una delle due seguenti opzioni:

**Aggiornamento del computo mantenendo le misurazioni già esportate:** vengono aggiornate le misurazioni già presenti nel computo e vengono aggiunte le eventuali nuove misurazioni senza eliminare alcuna misurazione o voce di EP del computo.

**Sostituzione totale della precedente esportazione:** viene creato un nuovo documento di computo di PriMus. Se il documento specificato esiste già, questo viene cancellato e, quindi, riscritto totalmente.

Premendo il bottone **Invia a PriMus** si avvia l'esportazione del computo nel documento scelto di PriMus; l'esportazione del computo avviene mediante la creazione di un documento DCF nella stessa cartella del progetto di Revit con il nome uguale al nome del progetto Revit e con estensione DCF. Anche nel caso in cui sia presente nel sistema PriMus-DCF verrà creato un file DCF esattamente come accade per PriMus.

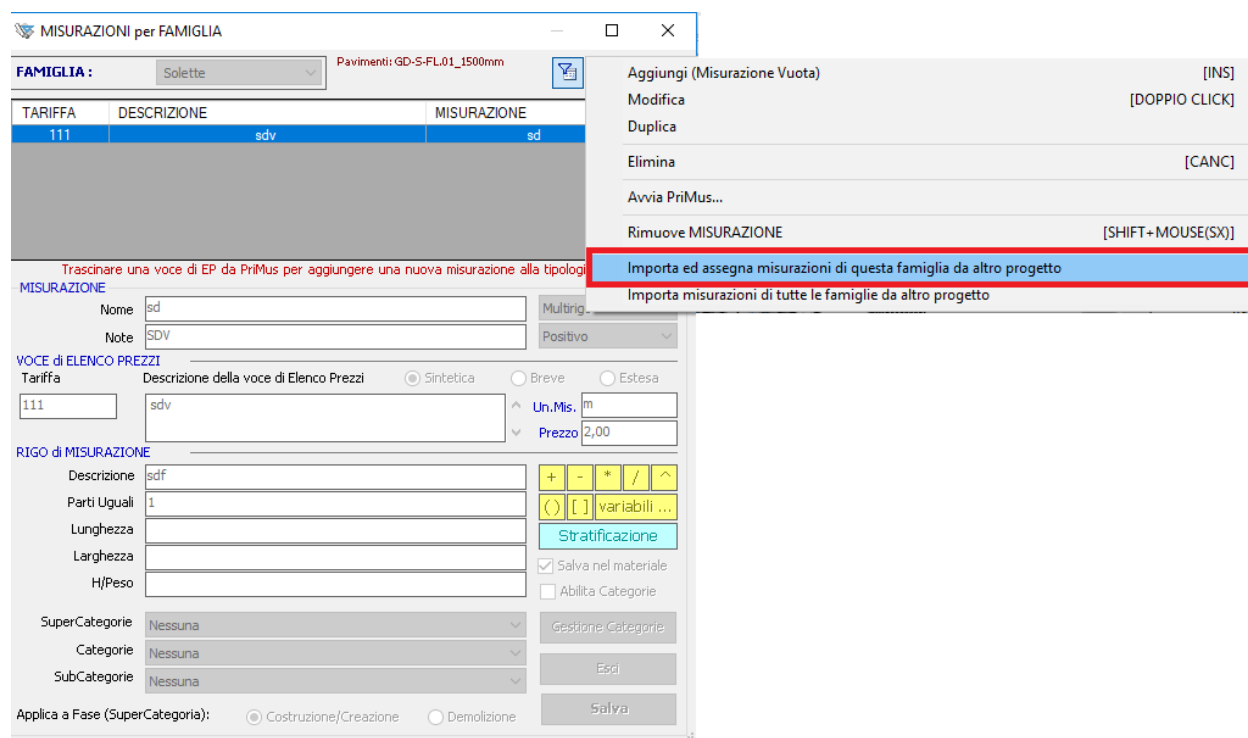
## Importazione di Misurazioni da altro Computo

ArchVISION RP consente l'importazione di misurazioni da un altro progetto. Questa funzionalità viene eseguita in due modalità operative:

### 1. Importa ed assegna misurazioni di questa famiglia da altro progetto

Permette di importare ed assegnare automaticamente alla famiglia selezionata tutte le misurazioni già realizzate in un altro progetto relativamente alla famiglia selezionata.

### 2. Importa misurazioni di tutte le famiglie da altro progetto



**Figura 57: Importare ed assegnare misurazioni esistenti in ArchVISION**

Permette di importare da un altro progetto tutte le misurazioni già realizzate per tutte le famiglie: in questo caso non verrà assegnata alle famiglie del progetto nessuna misurazione: l'associazione dovrà essere effettuata manualmente.

Le funzionalità di importazione delle misurazioni da altro progetto sono disponibili dal menu contestuale che si apre alla pressione del bottone Funzionalità della finestra Misurazioni per FAMIGLIA.

La versione usata è ArchVISION 18.4 è compatibile con la versione Revit 2018 e precedenti versioni ed anche con Primus P.

Come già detto ci sono varie strade per associare le voci ad elementi modellati in Revit: uno che associa le voci alle famiglie ed uno che associa le voci ad istanza. Ma noi per rispettare il concetto di BIM solamente abbiamo usato il primo approccio perché se associamo le voci ad ogni istanza ogni volta che cambia qualcosa su elenco prezzi dobbiamo rifare tutto per ogni istanza e questo non è BIM.

Durante l'associazione abbiamo riscontrato molti problemi che nei successivi argomenti ci parliamo.

## 10 - Confronto tra approcci: BIM e tradizionale

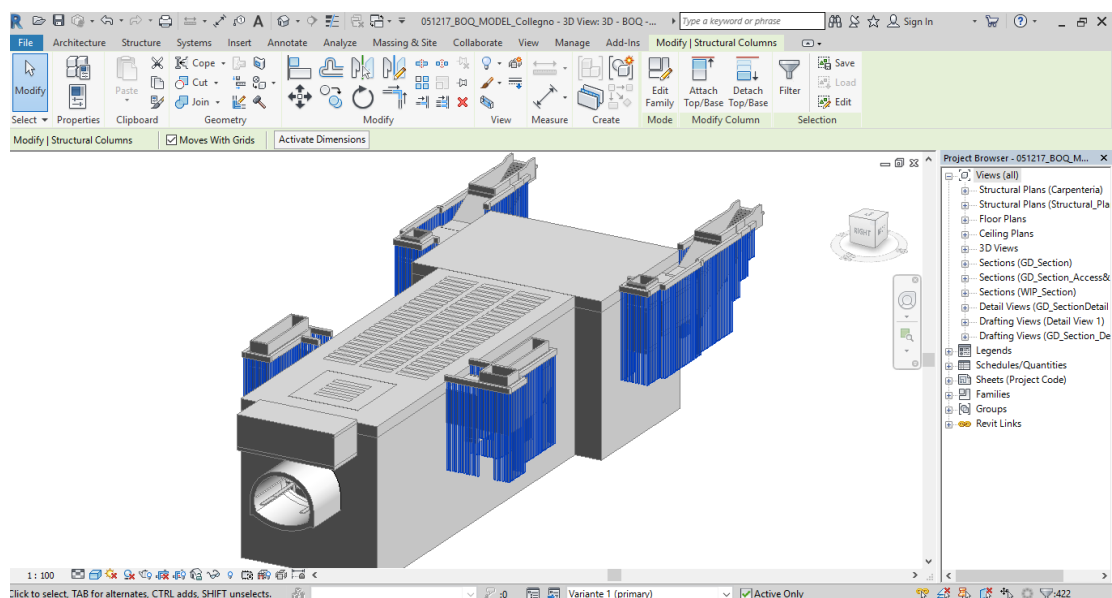
Segue il confronto tra i due computi eseguiti, uno per la stazione Collegno Centro ed uno per la stazione Certosa. Per ognuna di queste stazioni vengono riportati un computo con approccio tradizionale ed uno tramite software ArchVISION e vengono confrontati importi e errori. Viene inoltre illustrato anche il vincolo considerato durante associazione e svolgimento dei computi tramite approccio BIM.

Per la stazione Stazione Collegno Centro si riporta l'importo dei micro pali dell'accesso nord e del solettone copertura.

Nr	Tariffa	DESIGNAZIONE dei LAVORI	DIMENSIONI par.up. lung. larg. H/peso	Quantità	IMPORTI unitario [1] TOTALE
1	25.A04.A 55.020	PERFORAZIONE MICROPALI SUBVERTICALI AD INCAMICIATURA PARZ ... o fissure - beanti DIAMETRO ESTERNO MM 200/240. Vedi sopra. <b>MISURAZIONE:</b> micropali accesso nord		100.000	200.00
		<b>SOMMANO m</b>		200.00	43.49 8 698.00
2	BA.CZ.A. 3 01.E	Conglomerato cementizio, gettato e costipato in opera, pe ... ure di fondazione, della classe di resistenza C28/35 N/mm² <b>MISURAZIONE:</b> Solettone copertura 1553122	H46.74 75.00 2.80	1.500 2 170.11 210.00	2 380.11 105.62 51 387.22
		<b>SOMMANO m3</b>		2 380.11	105.62 51 387.22
<b>TOTALE euro</b>					60 085.22
AGGIUNGE NUOVA VOCE					
<b>Totale euro 260 085.22</b>					

Dati Generali | Elenco Prezzi, **Misurazioni** | **Totale euro 260 085.22**

Figura 58: Importo dei micro pali stazione Collegno Centro



**Figura 59: Micro pali stazione Collegno Centro**

Si nota che non vi è differenza tra gli importi ottenuti. La differenza sta però nel tempo impiegato per contare i pali dell'accesso nord con l'approccio tradizionale e capire l'altezza di ognuno di essi. Con l'approccio BIM, una volta associata la voce ai micro pali, il computo viene fuori in maniera automatica, e la punta di forza di questo approccio sta nel fatto che ogni successivo cambiamento nel progetto, per esempio l'altezza dei micro pali o il numero, non comporta una nuova conta dei pali e o una riconta dei pali che sono stati modificati. Il risparmio in termini di tempo e semplicità è notevole. Il dover riconsiderare tutto il progetto a partire dai pali computati, dal loro disegno 2D, dalle modifiche non è immediato quando i pali sono, in questo caso, 422.

Per la stazione Certosa sono stati computati il solettone del fondo e la vasca di aggotamento.

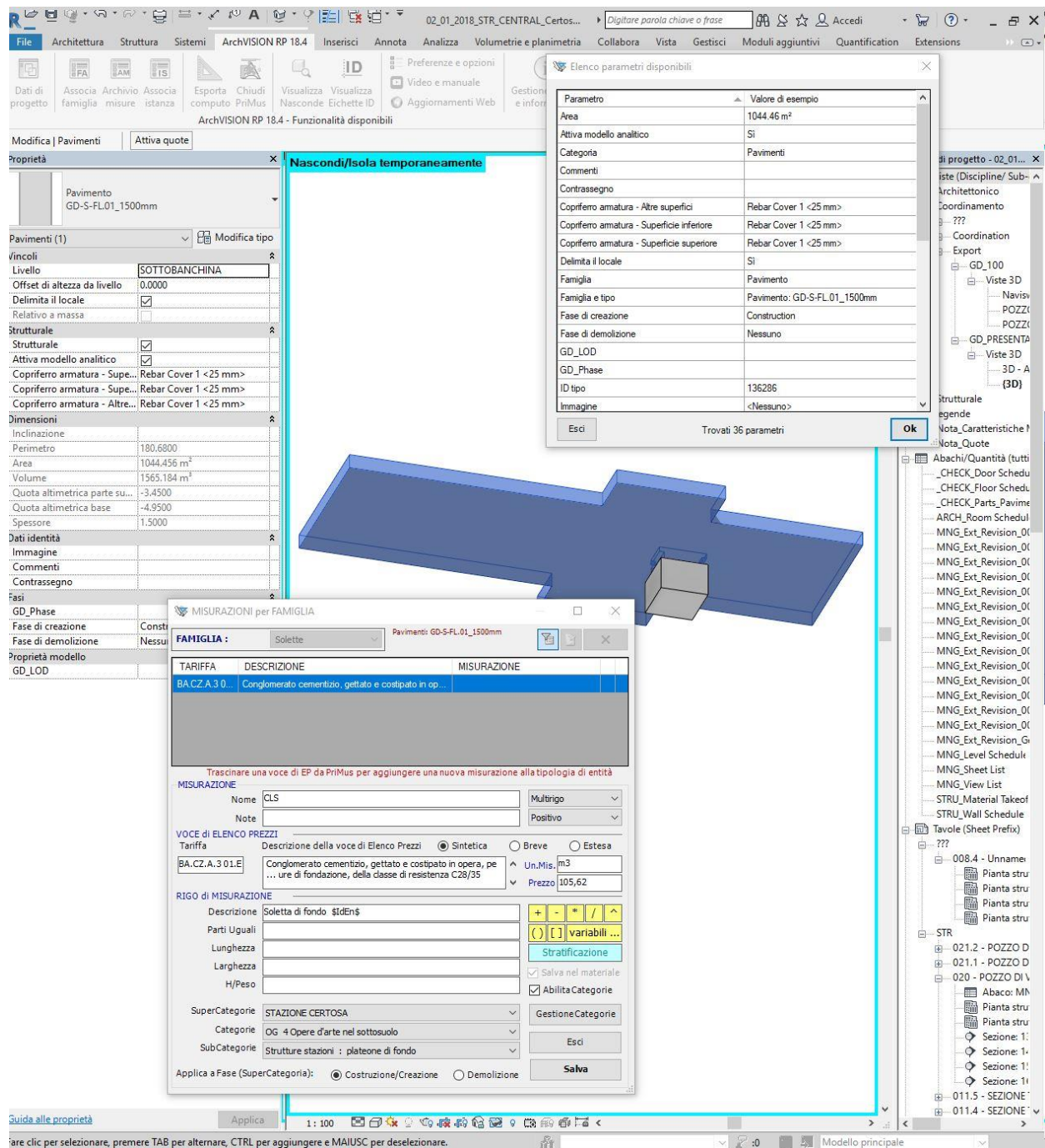


Figura 60: Solettone del fondo stazione Certosa

PriMus-DCF POWER3(0) [COMPUTO: '02\_01\_2018\_STR\_CENTRAL\_Certosa.dcf]

File ?

Computo

Computo

Nr	Tariffa	DESIGNAZIONE dei LAVORI	par.ug.	lung.	larg.	H/peso	Quantità	unitario [1]	IMPORTI	TOTALE
1	BA.CZ.A.3 01.E	Conglomerato cementizio, gettato e costipato in opera, pe ... ure di fondazione, della classe di resistenza C28/35 N/mm2 <b>MISURAZIONE</b> Soletta di fondo: 890253 Copertura vasca Soletta fondo vasca Pareti vasca 623390 <b>STAZIONE</b> Id: 890253 MANO m3	1565.18 7.32 13.75	19.00	0.500	3.000	1565.18 7.32 13.75 28.50			
							1614.75	105.62		170 549.90
2	BA.CZ.A.3 03.B	Presenza di armature metalliche nel conglomerato cementiz ... quali l'armatura abbia un'incidenza superiore a 50 Kg/m3. <b>MISURAZIONE</b> Soletta di fondo: 890253 Pareti vasca 623390 Soletta fondo vasca Copertura vasca <b>SOMMANO m3</b> <b>TOTALE euro</b> AGGIUNGE NUOVA VOCE	1565.18 13.75 7.32	19.00	0.500	3.000	1565.18 28.50 13.75 7.32			
							1614.75	5.39		8 703.50
										179 253.40

179 253.40

Activate Windows

Dati Generali | Elenco Prezzi | **Misurazioni** | [m3] 1 614.75 \* 105.62 = euro 170 549.90 (2 voci) **Totale euro 179 253.40**

PriMus-DCF POWER3(0) [COMPUTO: '3369\_computato a mano.dcf]

File ?

Computo

Computo

Nr	Tariffa	DESIGNAZIONE dei LAVORI	par.ug.	lung.	larg.	H/peso	Quantità	unitario [1]	IMPORTI	TOTALE
		anche se eseguite a campioni, in conglomerato semplice o armato, compreso e compensato nel prezzo l'onere per l'uso dell'eventuale pompa. Conglomerato cementizio per strutture di fondazione, della classe di resistenza C28/35 N/mm2 <b>MISURAZIONE</b> interno ingombro paratie corpo centrale interno ingombro paratie navate laterali Fondo vasca di aggettamento a detrazione foro per aggettamento pareti vasca di aggettamento copertura vasca <b>SOMMANO m³</b>	2.000	54.440 11.520 5.500 4.500 19.000 5.000	17.400 5.000 5.000 1.500 0.500 3.000	1.500 1.500 0.500 1.500 3.000 0.500	1 420.884 172.800 13.750 -27.000 28.500 7.500			
							1 616.434	105.62		170 727.76
2	BA.CZ.A.3 03.B	Presenza di armature metalliche nel conglomerato cementizio, escluse le travi in ferro incorporate, per singole strutture, sia in fondazione che in elevazione, in cemento armato normale o precompresso. Presenza di armature metalliche nel conglomerato cementizio nelle quali l'armatura abbia un'incidenza superiore a 50 Kg/m3. <b>MISURAZIONE</b> Vedi voce n° 1 [m³ 1 616.434] <b>SOMMANO m³</b> <b>TOTALE euro</b> AGGIUNGE NUOVA VOCE					1 616.434 1 616.434			
							1 616.434	5.39		8 712.58
										179 440.34

179 440.34

Activate Windows

Dati Generali | Elenco Prezzi | **Misurazioni** | Go to Settings to activate Windows | **Totale euro 179 440.34**

**Figura 61: Importo dei solettoni stazione Certosa**

Come si vede, nell'utilizzo di ArchVISION per computare, ogni elemento ha un suo codice univoco ed è così riconoscibile con lo stesso anche nei disegni. Invece di avere tanti righe di misurazione per calcolare il volume del solettone si ha dunque un'unica riga che indica volume e legge direttamente dal disegno. Nel computo tradizionale il volume del foro doveva essere estratto e una riga di misurazione di più sarebbe stata necessaria. Ripetere tale operazione per tutti i piani avrebbe incrementato il rischio di commettere errori. Con l'approccio BIM si può ricavare subito il volume corrispondente all'elemento in oggetto e svolgere il computo.

I computi presentano una differenza di 186.94 euro. C'è da dire, che il modello in Revit su cui sono stati fatti i calcoli presenta dimensioni non realistiche o comunque diverse rispetto ai riferimenti su cui è stato fatto il computo secondo approccio tradizionale.

Il punto di forza di questo approccio risulta ancora più evidente quando si vuole computare le finiture: in ArchVISION infatti a ogni materiale si può associare una o più voci dell'elenco prezzi e computare così in maniera molto precisa tutte le finiture e risparmiare in termini di tempo rispetto all'approccio tradizionale. Bisogna dire che anche in caso di eventuali modifiche al disegno il computo si aggiorna direttamente mentre nell'approccio tradizionale bisogna rivalutare come le modifiche si propagano nelle viste correlate, negli oggetti dipendenti, trovare la voce corrispondente e aggiustare manualmente le dimensioni e redigere un nuovo computo. I tempi di reazione alla modifica risultano molto lunghi facendo uso dell'approccio tradizionale.

Un punto negativo dell'approccio BIM è che la generazione del modello, affinché poi si abbia un modello reattivo e dinamico, è che può risultare molto macchinosa specialmente nell'assegnazione delle singole voci. Tale operazione è fondamentale e se non fatta correttamente può restituire un modello pressoché inutilizzabile e far venir meno tutti i vantaggi dell'utilizzo dell'approccio BIM.

Un altro punto negativo è quello che ancora non è possibile computare le cassature (se non con alcuni escamotage) e armature in ArchVISION.



## 11- Conclusioni e sviluppi futuri

Come visto ed esposto in precedenza, il mondo della gestione dei progetti sta attraversando una fase di profondo cambiamento, la velocità nel mondo delle costruzioni cresce sempre più e una delle parti più importanti del progetto è da sempre e oggi in particolar modo la stima dei costi del progetto. Tale attività deve necessariamente adeguarsi alla velocità alla quale le altre attività si stanno attestando. Per questo motivo molte aziende del settore progettazione costruzioni hanno deciso di fare ricorso all'approccio BIM, non per questo rinunciando alla precisione e all'affidabilità degli approcci tradizionali. L'approccio BIM costituisce quasi un dovere per tali aziende e per tutte le aziende che progettano grandi costruzioni ed opere civili, come nel caso della GEODATA.

L'esigenza di ricorrere al BIM dunque non è data da un mero sviluppo tecnologico e software ma dal mercato che richiede sempre più prontezza e dinamicità nei cambiamenti progettuali e sempre meno cartaceo e dunque sempre meno tradizionali disegni 2D, statici e indipendenti da modifiche.

Lo svantaggio dell'approccio BIM sta certamente nella complessità di impostazione del modello anche se il beneficio successivo può benissimo giustificarla e ripagarla.

In questo lavoro di tesi è riportata un'approfondita ricerca su tutti gli aspetti e la letteratura concernente il BIM e le sue caratteristiche. Inoltre, è stata svolta una ricerca su argomenti fortemente connessi al BIM, come LOD e BEP. E' stata data infine una breve guida alla comprensione dei software utilizzati (Revit, ArchVISION e PriMus) per ottenere i computi metrici.

E' stato condotta una formulazione di computi metrici per delle porzioni delle due nuove stazioni metropolitane della città di Torino, prolungamento della stazione Fermi, per le quali il computo metrico è ancora svolto con approccio tradizionale, con un tecnico che controlla tutti i disegni e inserisce tutti le dimensioni nelle tabelle di misurazione con tempi non indifferenti e notevoli rischi di errore, data la quantità degli elementi nel progetto e la mole dello stesso, con elementi trascurati e semplificazioni varie per ridurre i tempi e le difficoltà del computo.

Con il metodo BIM si riesce a diminuire il tempo di computo spendendo comunque qualcosa in più per modellare e associare le voci dell'elenco prezzi agli elementi ma alla fine si è sicuri di aver computato anche i pezzi che di solito i tecnici non computano e non considerano cosicché l'importo del computo risulta più realistico e vicino alla realtà. Il difetto di questo metodo è che ad oggi non c'è modo di computare i ferri e altri dettagli.

E' stata data una spiegazione sull'interoperabilità tra i diversi software in campo BIM per svolgere il computo metrico e confrontare i risultati con l'approccio tradizionale. Come mostrato, il primo passo è la modellazione per la quale è necessario un tempo significativo ed avere sin da subito chiari i concetti di BEP e LOD 400. In tal modo tutte le figure coinvolte nella progettazione sanno cosa devono fare per ottenere risultati esatti. Questa è una cosa che per i progetti delle due

stazioni non era stata considerata sin dall'inizio ed in alcuni casi era nata la necessità di calcolare un importo parziale di una sezione di progetto ma non è stato possibile a causa del fatto che il modello non era stato creato in base a fasi di costruzione ma in base all'aspetto del modello finale. Bisogna ricordare anche che con questo metodo c'è un forte vincolo alla visualizzazione del computo, sicuramente non uguale a quella usata in precedenza, per cui i computisti devono cambiare impostazione di pensiero e il metodo con cui controllavano i computi perché adesso non lavorano con le linee o righe statiche e esemplificative ma con elementi che possono comunicare tra di loro.

La differenza tra gli importi sono minime e tali differenze sono frutto di errori di modellazione perché tutto il resto funziona come un calcolatrice e si estrae il computo.

In futuro, potrebbero essere creati da zero in Revit modelli sulle restanti parti dei progetti trattati ed effettuare dei nuovi confronti tra i computi ottenuti mediante metodo tradizionale e mediante metodo BIM basati su modelli più affidabili di quelli che sono stati utilizzati per questa attività di tesi.

Si potrebbe inoltre richiedere una maggiore collaborazione all'azienda ospitante l'attività per quanto riguarda la condivisione dei dati del progetto (prezzi e materiali) in modo da fare tali confronti tra approcci alla pari e non con difetti di conoscenza su molti aspetti.

# RINGRAZIAMENTI

Grazie a Dio che mi ha dato la possibilità di fare un ulteriore passo per andare avanti nella mia vita.

Grazie ai miei genitori e i miei fratelli Soheil, Sohrab e a mia cognata Negar, per il loro sempre forte supporto e a mia nipote Avin il cui sorriso è una forza pazzesca per andare avanti.

Ringrazio i miei zii Yeganeh, Hamid, Abol e i miei cugini Shiva e Sam che hanno costruito un bel ricordo per me in Italia.

Ringrazio da mio cugino Reza la cui presenza è stata una forza ulteriore nel cuore.

Ringrazio in modo speciale e di cuore mia cugina Bahar e suo marito Giovanni, che per me è come un fratello, senza i quali non avrei potuto compiere quest'ultimo passo.

Ringrazio tutti i miei amici, soprattutto Camelia e Farbod, sempre con me in diverse situazioni. Anche amici come Gianni e Giorgia, sempre gentilissimi con me.

Infine, grazie a tutti i Professori che mi hanno accompagnato fino qui.

# BIBLIOGRAFIA

1 CAPRIOLI SOLUTIONS S.R.L., IMPLEMENTAZIONE DEL BIM PER LE INFRASTRUTTURE, GUIDA ALLE FASI ESSENZIALI.

2 Barnes P., Davies N., 2014. BIM in Principle and Practice, London, ICE Publishing.

3 ANTONIO SALZANO, UNIVERSITA' FEDERICO II DI NAPOLI, AMMINISTRATORE FUTURE ENVIRONMENTAL DESIGN.

4 Osello A. 2012. Il futuro del disegno con il BIM per Ingegneri e Architetti, Palermo, D. Flaccovio.

5 Eastman C., Teicholz P., Sacks P., Liston K., 2011, BIM Handbook. A guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. Second Edition. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc.

6 MICHELE COGHE, IL BIM PER LE INFRASTRUTTURE, CONCETTI DI BASE E SVILUPPI APPLICATIVI FUTURI.

7 MICHELE SCIALPI, IL BIM E L'INTEROPERABILITA' TRA I SOFTWARE.

8 The British Standards Institution, 2013. PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling, BSI Standards Limited.

9 BIMForum. 2014, Level Of Development Specification

10 National Building Information Modeling Standard, version 1, 2007. National Institute of Building Sciences

11 NBS National BIM Report 2015.

12 Hopper M. 2015, BIM Anatomy II: Standardisation Needs & Support System. Lund University (Media-Tryck).

13 SIMONE POZZOLI, MARCO BONAZZA, Revit Architecture 2014 guida alla progettazione BIM, AM4 Educational, Lecco, 2014;

14 AEC (UK) BIM PROTOCOL, Implementing UK BIM standards for the architectural, Engineering and construction industry, Versione 2.0, Settembre 2012;

15 AEC (UK) BIM PROTOCOL for Autodesk Revit, Additional detail and enhancements for implementation of the AEC (UK) BIM protocol Autodesk Revit users, Versione 2.0, Settembre 2012;

16 Robert Klaschka, BIM in Small Practices: Illustrated Case Studies, NBS, Giugno 2014;

17 Karen Kensek, Building Information Modeling: BIM in Current and Future Practice, Wiley, Agosto 2014;

18 EDDY KRYGIEL and JAMES VANDEZANDE, Mastering Autodesk Revit Architecture 2015: Autodesk Official Press, SYBEX, Maggio 2014;

18 Guida e Manuale di ArchVISION RP, aggiornato al 4 maggio 2015, MCS software

# SITOGRAFIA

<https://www.harpaceas.it/>

[https://www.graphisoft.com/it/soluzioni/open\\_bim/about\\_bim/](https://www.graphisoft.com/it/soluzioni/open_bim/about_bim/)

<http://www.rogedil.com/it>

<https://bimobject.com/it>

<https://www.bimstore.co.uk/>

<http://bimtalk.co.uk/>

<http://bimgroup.eu/>

<http://www.ibimi.it/>

[www.arturotedeschi.com/wordpress](http://www.arturotedeschi.com/wordpress)

[www.unity3d.com](http://www.unity3d.com)

[www.archvirtual.com](http://www.archvirtual.com)

<http://blogs.unity3d.com/2014/03/06/unity-and-architecture/>

[www.oculus.com](http://www.oculus.com)

<http://archvirtual.com/>

<http://www.autodesk.com/>

<http://stingrayengine.com/>

<https://www.htcvive.com/eu/>

<http://www.buildingsmart.org>

<http://www.cstb.fr/>

<http://www.innovance.it/it/>

<http://www.senaatti.fi/>

[www.byggghandlingar90.se](http://www.byggghandlingar90.se)

<http://www.statsbygg.no/>

<http://www.bimforum.org/lod/>

<https://www.thenbs.com/>

<https://www.nationalbimstandard.org/>

<https://www.ibt-bim.ca/>

<http://www.bim.natspec.org/>

<https://aecuk.wordpress.com/>

<http://www.cabinetoffice.gov.uk>

<http://www.corenet.gov.sg/>

<https://www.solibri.com/>

<https://www.bentley.com/>

