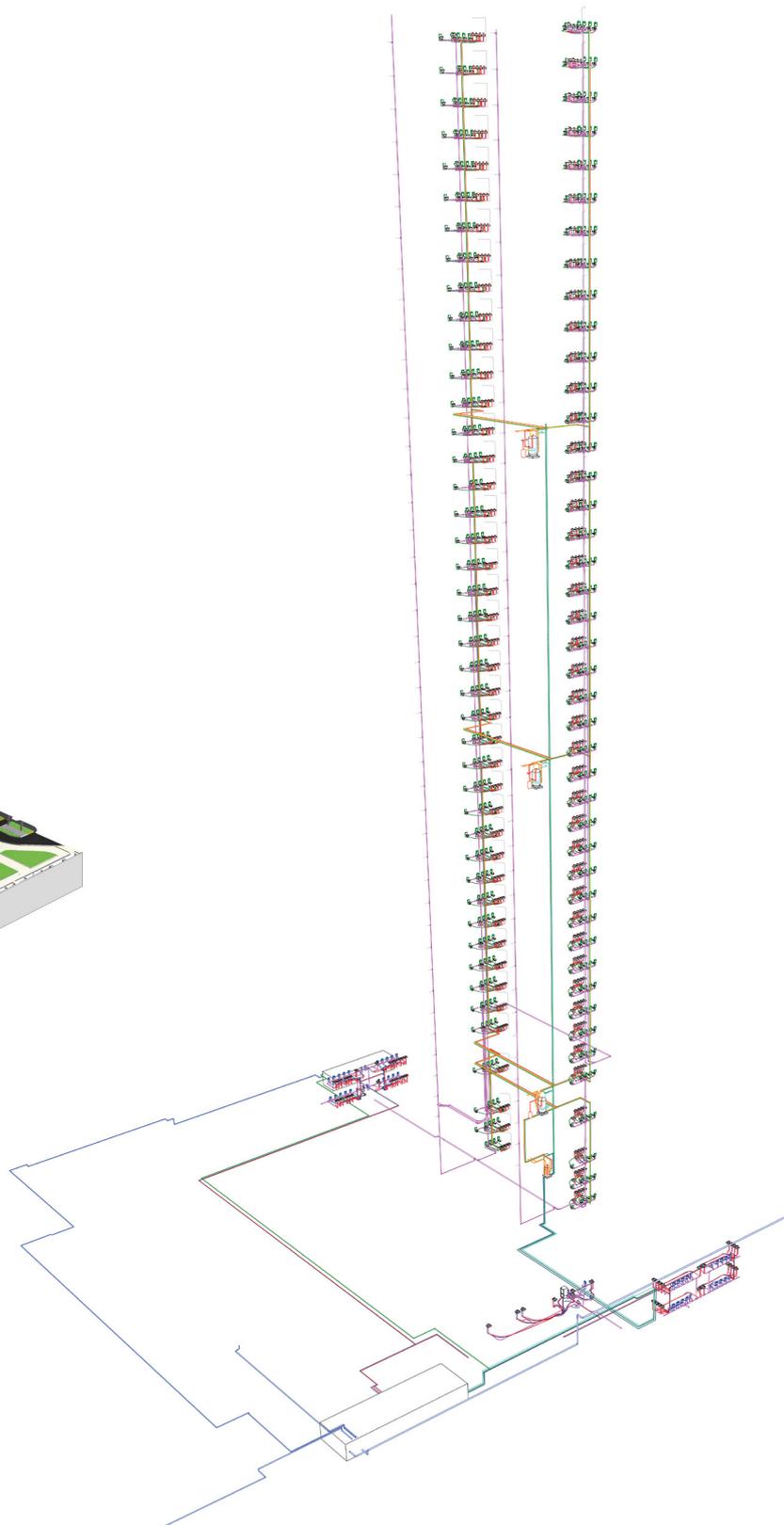


Metodologia BIM e interoperabilità per il facility management in ambito MEP

Applicazione su un caso studio:
l'impianto idricosanitario della Torre Regione Piemonte



Candidato Canetto Riccardo

Relatore Prof.ssa Osello Anna

Correlatore Ing. Del Giudice Matteo



**POLITECNICO
DI TORINO**

Dipartimento di
Architettura e Design

Corso di laurea magistrale

Architettura Costruzione Città

Metodologia BIM e interoperabilità per il facility management in ambito MEP

Applicazione su un caso studio:

l'impianto idricosanitario della Torre Regione Piemonte

Relatore

Prof.ssa Osello Anna

Candidato

Canetto Riccardo

Correlatore

Ing. Del Giudice Matteo

Ringraziamenti

Il raggiungimento di questo importante traguardo è dovuto ad innumerevoli persone, a cui devo la mia più profonda gratitudine. Il primo ringraziamento va alla mia famiglia, che ha saputo tramandarmi la creatività, la passione per lo studio e la perseveranza per affrontarlo, sostenendomi ed appoggiando le mie scelte.

Ringrazio i miei amici Emanuele e Riccardo, conosciuti all'università e diventati fonte di ispirazione e di confronto grazie alle loro innumerevoli qualità. Infine ringrazio la prof.ssa Anna Osello e l'ing. Matteo Del Giudice, senza i quali questo lavoro non sarebbe stato possibile.

Abstract

La disciplina del facility management vede l'utilizzo di dati sempre più affinati e complessi, i quali necessariamente comportano la definizione di un workflow metodologico multidisciplinare, che questa tesi vuole indagare in ambito MEP. Il caso studio scelto è l'impianto idricosanitario della Torre Regione Piemonte, edificio fulcro dell'intervento di riqualificazione della zona ex Fiat Avio sito nel quartiere di Nizza Millefonti, che ospiterà la sede unica della Regione. L'elaborato, dopo una prima parte introduttiva alla metodologia BIM, analizza cronologicamente il contesto normativo, per poi proporre una strategia operativa di sviluppo del modello informativo dell'impianto idricosanitario, contestualizzato all'interno del modello federato della Torre.

La parte finale, dedicata al facility management, si focalizza sulla manutenzione ordinaria dell'impianto, tramite l'utilizzo di standard di classificazione e piattaforme interoperabili.

In conclusione, la tesi propone una metodologia operativa applicata ad un caso studio reale, focalizzandosi sulla fase gestionale dell'impianto per attività di facility management.

INDICE

1. INTRODUZIONE ALLA METODOLOGIA BIM

1.1 Definizioni	5
1.2 Gli usi del BIM	6
1.3 Le dimensioni del BIM	7
1.4 Piattaforme di BIM authoring	9
1.5 Interoperabilità	10
1.6 LOD, LOA, LOIN	11

2. CONTESTO NORMATIVO

2.1 Introduzione	14
2.2 D.lgs 50/2016	16
2.3 D. 560/2017	16
2.4 Norma UNI 11337	17
2.4.1 Parte 1	18
2.4.2 Parte 2	19
2.4.3 Parte 3	19
2.4.4 Parte 4	19
2.4.5 Parte 5	21
2.4.6 Parte 6	23
2.4.7 Parte 7	24
2.5 Norma UNI/EN/ISO 19650	25
2.5.1 Parte 1	25
2.5.2 Parte 2	29
2.6 Sviluppi successivi	31

3. IL CASO STUDIO: LA TORRE REGIONE PIEMONTE

3.1 Cenni storici	33
3.2 Panoramica del progetto	35
3.3 Il modello federato	36
3.4 L'impianto idricosanitario	38
3.4.1 Premessa	38
3.4.2 Descrizione impianto di adduzione di acqua potabile	39
3.4.3 Descrizione impianto di adduzione di acqua duale	41
3.4.4 Descrizione impianto di scarico delle acque nere	41

4. SVILUPPO DEL MODELLO INFORMATIVO	
4.1 Workflow metodologico	43
4.2 Applicazione delle linee guida	45
4.2.1 Definizione del livello di sviluppo	46
4.2.2 Software BIM authoring utilizzato	47
4.2.3 Denominazione dei file	47
4.2.4 Denominazione delle famiglie e dei tipi	48
4.2.5 Organizzazione dei parametri condivisi	51
4.2.6 Denominazione delle viste	52
4.3 Analisi dei dati di Input	53
4.4 Impostazione del file	55
4.4.1 Template	55
4.4.2 Impostazione delle categorie di viste	56
4.4.3 Gestione dei collegamenti	57
4.4.4 Acquisizione delle coordinate condivise	58
4.4.5 Creazione dei sistemi	58
4.5 Creazione della libreria di famiglie parametriche	61
4.6 Modellazione operativa dei contenuti informativi	70
4.7 Assegnazione e compilazione dei parametri condivisi	73
4.7.1 Assegnazione	74
4.7.2 Compilazione	78
4.8 Assegnazione e compilazione dei sistemi di classificazione	89
4.9 Analisi dei dati di output	92
5. FACILITY MANAGEMENT	
5.1 Definizioni	97
5.2 F.M in ambito BIM	99
5.3 La programmazione preventiva della manutenzione	100
5.4 Lo standard COBie	101
5.5 Compilazione dello standard COBie	104
5.5.1 Model checker	104
5.5.2 COBie extension	113
5.6 Generazione di un piano di manutenzione	124
5.7 Gestione operativa dei parametri condivisi di manutenzione	128
6. CONCLUSIONI	131
7. BIBLIOGRAFIA / SITOGRAFIA	133

Lista delle abbreviazioni

SIGLA	DENOMINAZIONE
AEC	<i>Architecture, Enginereeng and Construction</i>
AECO	<i>Architecture Engineering Construction and Owner</i>
AIA	<i>American Institute of Architects</i>
ACDat	<i>Ambiente di condivisione dati</i>
ACDoc	<i>Ambiente di condivisione documenti</i>
AR	<i>Augmented Reality</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BEP	<i>Bim Execution Plan</i>
BSI	<i>Building Smart International</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAFM	<i>Computer Aided Facility Management</i>
CMMS	<i>Computerized Manteinance Management System</i>
CDE	<i>Common Data Environment</i>
CI	<i>Capitolato Informativo</i>
COBie	<i>COnstruction Operation Building information exchange</i>
FM	<i>Facility Management</i>
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
IDM	<i>Information Delivery Manual</i>
MEP	<i>Mechanical Electrical Plumbing</i>
Ogi	<i>Offerta gestione informativa</i>
OIR	<i>Organizational Information Requirements</i>
Pgi	<i>Piano gestione informativa</i>
PAS	<i>Publically Available Specification</i>
PIM	<i>Project Information Model</i>
XML	<i>eXstensible Markup Language</i>

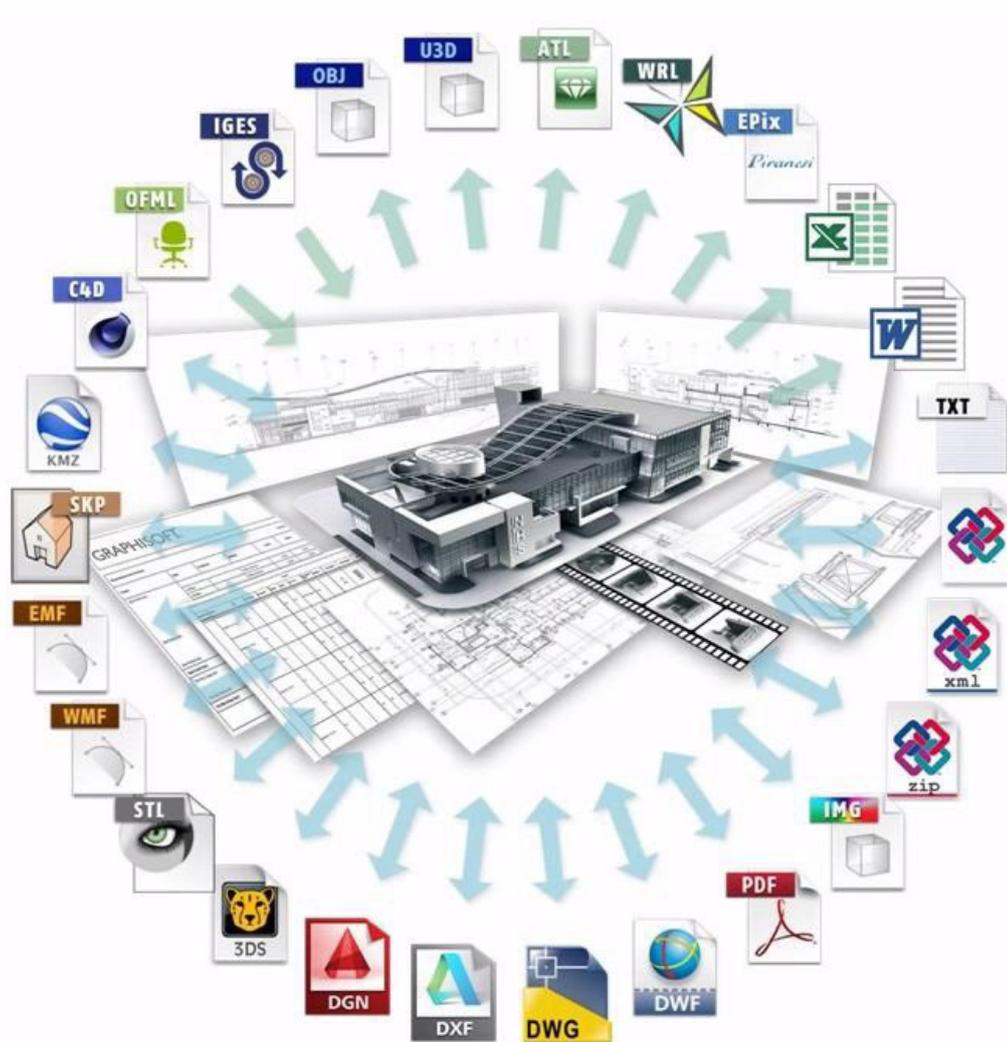
Lista delle figure

- 1) La multidisciplinarietà del BIM, immagine sponsorizzata dalla Autodesk per il software Revit
- 2) BIM uses per fasi di progetto
- 3) Le dimensioni del BIM secondo la norma ISO 19650
- 4) Sviluppatori (1) e piattaforme BIM authoring più comuni (2)
- 5) Uso degli standard BIM nel Regno Unito dalle principali organizzazioni, NBS 2016.
- 6) Sviluppo normativo a partire dalla ISO 19650
- 7) Livelli di maturità BIM
- 8) Scheda LOD di una caldaia
- 9) schema dei flussi informativi, UNI 11337/4, pg.4
- 10) Stadi di maturità della gestione di informazioni analogiche e digitali, UNI/EN/ISO 19650/1, pg.9
- 11) Illustrazione esempio di consegna informativa attraverso scambi di informazioni a supporto delle decisioni chiave del soggetto proponente, UNI/EN/ISO 19650/1, pg.21
- 12) Principio dell'ambiente condivisione dati, norma UNI/EN/ISO 19650, p. 29.
- 13) Processo di gestione delle informazioni durante la fase di consegna dei cespiti immobili, UNI/EN/ISO 19650/2, pg. 7
- 14) Masterplan e sezione territoriale, Fonte: studio Fuksas.
- 15) Plastico del progetto presentato dallo studio Fuksas.
- 16) Grafico dello sviluppo del modello federato
- 17) Vista file CX_COG_CEN_ONN, stile di visualizzazione realistico
- 18) Bollitore da 800 l ubicato al PT, Fotografia scattata il 14-10-2020
- 19) Bollitore da 1500 l ubicato al P3
- 20) Riduttori di pressione e intersezione tubazioni a soffitto, P3. Fotografia scattata il 14-10-2020
- 21) Tabella BIM Uses in relazione ai dati di input ed output
- 22) Tabella nomenclatura fileFonte: Linee guida - BIM per il facility management
- 23)Tabella nomenclatura famiglie, Fonte: Linee guida - BIM per il facility management
- 24) Estratto da file excel: nomenclatura famiglie e tipi (accessori per tubazioni ed apparecchi idraulici)
- 25) Estratto da file excel: nomenclatura famiglie e tipi (isolamento tubazioni, raccordi tubazioni, tubazione, tubazione flessibile)
- 26) Tabella parametri condivisi, Fonte: Linee guida - BIM per il facility management
- 27) Elenco elaborati costruttivo, Fonte: Regione Piemonte
- 28) Algoritmo di creazione e compilazione della nomenclatura delle piante dei pavimenti e dei controsoffitti.
- 29) Schermata di gestione dei collegamenti, Autodesk Revit 2018.
- 30) Elenco a tendina Sistema di tubazioni all'interno del Browser di progetto, Autodesk Revit 2018.
- 31) Barra di proprietà del sistema di default Acqua calda sanitaria, Autodesk Revit 2018.
- 32) Parametri di tipo di famiglia, tipo AC_150.
- 33) Parametri di tipo di famiglia, tipo SO_800
- 34) Parametri di tipo di famiglia, tipo Fibra di vetro con rivestimento PVC
- 35) Tabella di ricerca di default M_Tee - Welded- Generic
- 36) Parametri di tipo di famiglia, tipo RA standard
- 37) Parametri di tipo di famiglia, tipo RA_110
- 38) Impostazioni meccaniche, Segmenti e dimensioni tubazione
- 39) Parametri di tipo di famiglia, FX_T
- 40) Vista 3D dell'impianto idricosanitario del file torre (TRP_TO_IDR_CEN_L-2_L47).
- 41) Ingrandimento di un bagno tipo.
- 42) Prospetto bagno tipo, immagine fuoriscala
- 43) Ingrandimento bollitore sottocentrale di piano LF_0.
- 44) Parametri condivisi ordinati secondo i Gruppi
- 45) File .txt dei Parametri condivisi
- 46) Tabella excel parametri condivisi ordinati secondo il file .txt
- 47) Script completo assegnazione parametri condivisi ad una famiglia
- 49) Abaco multicategoria estratto dal file Revit
- 50) Schermata plugin import/export excel
- 51) Tabella esportata dal plugin import/export excel
- 52) Script completo compilazione codice padre idraulico 1.
- 53) Script completo compilazione codice padre idraulico 2.
- 54) Scheda BIM Interoperability Tools all'interno dell'interfaccia di Revit
- 55) Schermata "setup", Classification Manager for Revit
- 56) Schermata "assign", Classification Manager for Revit

- 57) Proprietà del tipo "TE_500"
- 58) Abaco completo Raccordi tubazioni
- 59) Stralcio Abaco codifica, identificativo/codice padre istanze Apparecchi idraulici
- 60) Stralcio Abaco locali
- 61) Fotografia storicamente associata a COBie, proposta dagli stessi sviluppatori dello standard.
- 62) Schema di gerarchizzazione dei dati all'interno dello standard COBie, fonte: elaborato personale.
- 63) Schermata principale Model Checker for Revit
- 64) Schermata selezione best practices, Model Checker for Revit
- 65) Schermata di avvio report, Model Checker for Revit
- 66) Schermata View Report, Model Checker for Revit
- 67) Schermata Setup, COBie Extension for Revit
- 68) Schermata Update, COBie Extension for Revit
- 69) Schermata Setup-General, COBie Extension for Revit
- 70) Schermata Setup-Spaces, COBie Extension for Revit
- 71) Schermata Setup-Types, COBie Extension for Revit
- 72) Schermata Setup-Components, COBie Extension for Revit
- 73) Schermata Setup-Systems, COBie Extension for Revit
- 74) Schermata Setup-Attributes, COBie Extension for Revit
- 75) Schermata Setup-Coordinates, COBie Extension for Revit
- 76) Schermata Setup-Schedules, COBie Extension for Revit
- 77) Schermata Setup-Parameter Mappings, COBie Extension for Revit
- 78) Schermata Setup-Contacts, COBie Extension for Revit
- 79) Schermata Zone manager, COBie Extension for Revit
- 80) Schermata Select, COBie Extension for Revit
- 81) Schermata Update, COBie Extension for Revit
- 82) Scheda "Type" all'interno della spreadsheet.
- 83) Schermata principale di ManTus IFC.
- 84) Schermata di selezione elementi manutenibili, ManTus IFC.
- 85) Tabella parametri F.M, linee Guida di Processo BIM Corporate, pg.55

CAPITOLO 1

INTRODUZIONE ALLA METODOLOGIA BIM



1.1 Definizioni

Il BIM, acronimo di Building Information Modeling e Building Information Model, è definito come la rappresentazione digitale delle caratteristiche fisiche e funzionali di un'opera [1]. Questa tecnologia rivoluzionaria ha trasformato il modo in cui un edificio è concepito, progettato, costruito e mantenuto [2]. Dopo una prima fase di studio e sviluppo di tale tecnologia, durata dai primi anni '70 all'inizio degli anni '80 negli USA, il settore dell' AEC o AECO ha iniziato ad utilizzare tale tecnologia in maniera sempre maggiore a partire dai primi anni 2000, dove dagli Stati Uniti si è diffusa al resto del mondo. In particolare negli ultimi anni il termine BIM è passato da essere un neologismo ad essere il fulcro del settore AEC [3].

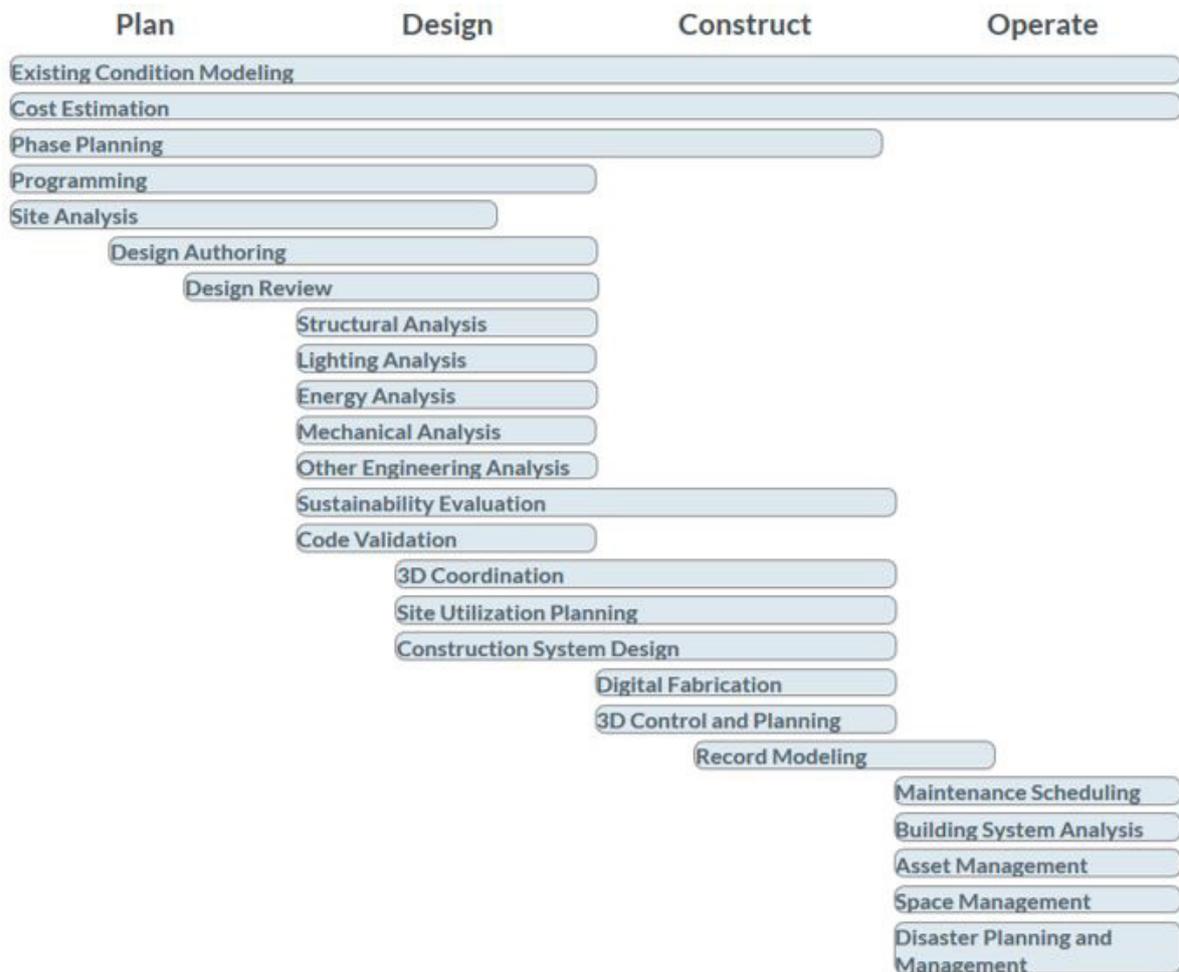
La peculiarità dell'utilizzo di questa metodologia, ed il suo maggiore punto di forza, consiste nella possibilità di coinvolgere tutti gli attori del processo edilizio durante tutto il ciclo di vita dell'opera, dalla progettazione alla manutenzione, in un'ottica di miglioramento dei flussi informativi e decisionali con un risparmio notevole sulle tempistiche di realizzazione. L'introduzione massiccia della digitalizzazione nelle nuove tecniche produttive introdotte dall'industria 4.0 rendono la metodologia BIM di enorme aiuto al settore AEC, soprattutto nelle opere di grandi dimensioni, dove gli elementi da assemblare necessitano di un'attenta gestione sin dalle fasi preliminari.



1) La multidisciplinarietà del BIM, immagine sponsorizzata dalla Autodesk per il software Revit

1.2 Gli usi del BIM

I BIM uses, ovvero gli utilizzi del BIM, sono definiti come “un metodo per applicare il Building Information Modeling durante il ciclo vitale di un edificio per raggiungere uno o più obiettivi specifici” [4]. Questi non vanno confusi con il Model uses, ovvero la definizione precisa delle caratteristiche dei modelli a cui vengono riferiti.



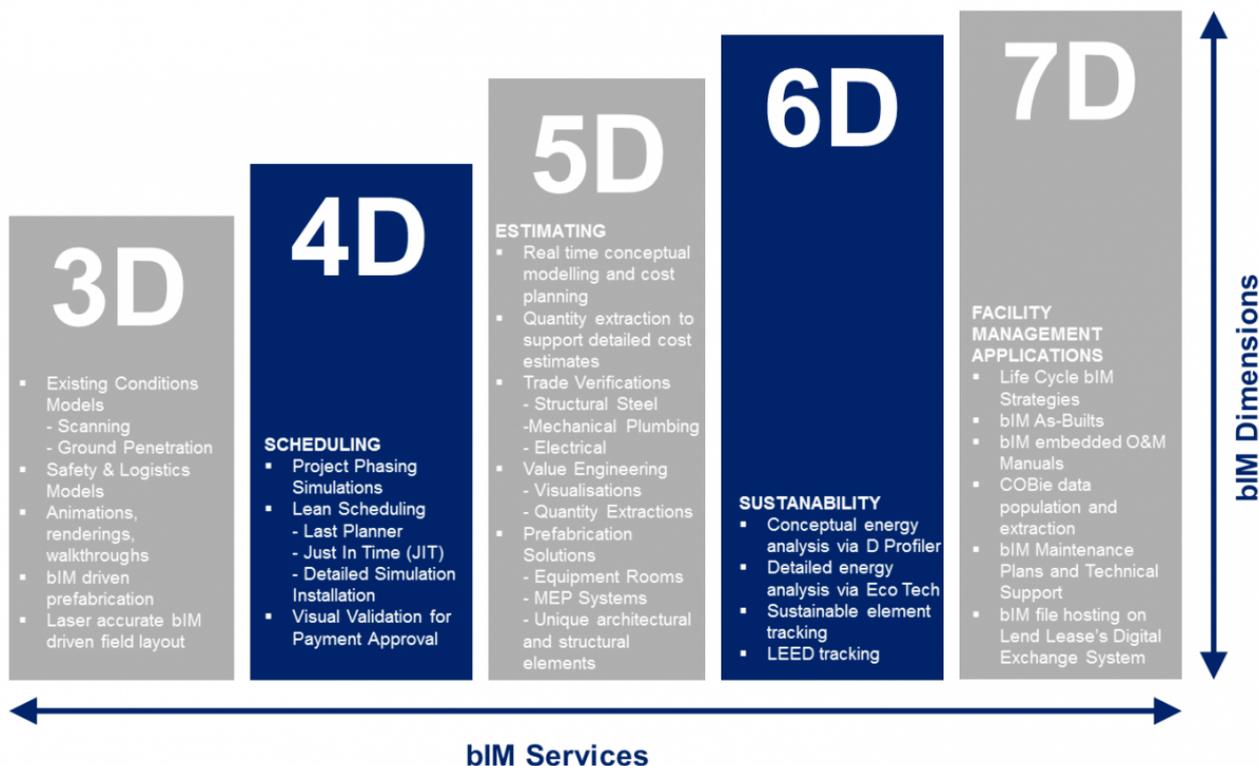
2) BIM uses per fasi di progetto, fonte: *Ingenio-web.it*

Questo sistema di classificazione proposto dalla Pennsylvania State University racchiude tutti i potenziali usi del BIM disposti secondo lo sviluppo cronologico di un progetto.

Ognuna di queste voci viene ulteriormente dettagliata tramite una descrizione specifica, il suo valore potenziale futuro, le risorse e le competenze richieste per svolgere tale attività, il tipo di informazioni e di dati prodotti nonché il flusso di lavoro necessario a produrli, con accurati riferimenti bibliografici [16].

1.3 Le dimensioni del BIM

Dall'analisi dei BIM uses e dei Model uses si evince il fatto che i molteplici usi del BIM travalicano il concetto di semplice modellazione 2D/3D. Da qui il concetto di multi-dimensionalità progettuale, contenuto anche all'interno della norma UNI 11337-6. Va specificato che seppur le definizioni sono comuni a livello internazionale, la sesta e la settima dimensione sono invertite all'interno della normativa UNI. Verrà pertanto riportato l'ordine valido a livello internazionale.



3) *Le dimensioni del BIM secondo la norma ISO 19650,*
fonte: <https://www.firstinarchitecture.co.uk/the-advantages-of-bim-and-its-future/it> [17]

3D

L'evoluzione dei sistemi CAD, concepiti sulla base dell'associazione elemento alfanumerico-elemento grafico, ha portato allo sviluppo di sempre più raffinati metodi di rappresentazione. Con l'aumentare esponenziale della potenza dei processori e delle GPU si sono quindi diffusi software di modellazione tridimensionale di oggetti sempre più complessi e pesanti (dal punto di vista della quantità di dati), facendo della modellazione 3D una solida base di sviluppo per i software BIM.

Per terza dimensione del BIM si intende quindi la sola componente geometrica del progetto, sviluppata nelle tre dimensioni e arricchita di un dettaglio via via maggiore a seconda delle fasi di sviluppo progettuale (Level of geometry (LOG), UNI 11337-4).

4D

La quarta dimensione in ambiente BIM, ovvero il tempo, permette di sviluppare una visione complessiva multi-fase del progetto. L'introduzione della dimensione temporale permette infatti di effettuare una modellazione dinamica basata su filtri, i quali permettono di effettuare accurate attività di project management.

La possibilità di sfruttare l'interoperabilità con software gestionali in grado di produrre diagrammi di Gantt, gestione delle commesse nonché gestione delle risorse umane, permette di sviluppare accurati SAL e quindi migliorare la gestione dell'opera non solo quindi in fase progettuale ma anche in fase esecutiva. Inoltre sempre più l'introduzione dell'AR, che permette di visualizzare in tempo reale le lavorazioni da effettuare in cantiere nonché la posizione delle opere provvisoriale, sta migliorando la gestione operativa, in un ottica di efficientamento temporale ed economico.

5D

La quinta dimensione, strettamente connessa alla quarta, riguarda la gestione dei costi nel tempo. Trattandosi infatti di modellazione digitale parametrica, ad ogni elemento possono essere assegnati i relativi valori di costo, in modo da facilitare le attività di quantity take off e computazione. Anche qui l'interoperabilità è la chiave di volta che permette un incontro tra software bim authoring e piattaforme in grado di effettuare computazioni dinamiche associando gli elementi modellati a prezziari.

6D

La sesta dimensione concerne invece il tema della sostenibilità ambientale e sociale di un progetto. La metodologia BIM offre infatti la possibilità di effettuare calcoli energetici, in un ottica di miglioramento dell'efficienza energetica e di riduzione di sostanze inquinanti e quindi nel miglioramento della qualità della vita.

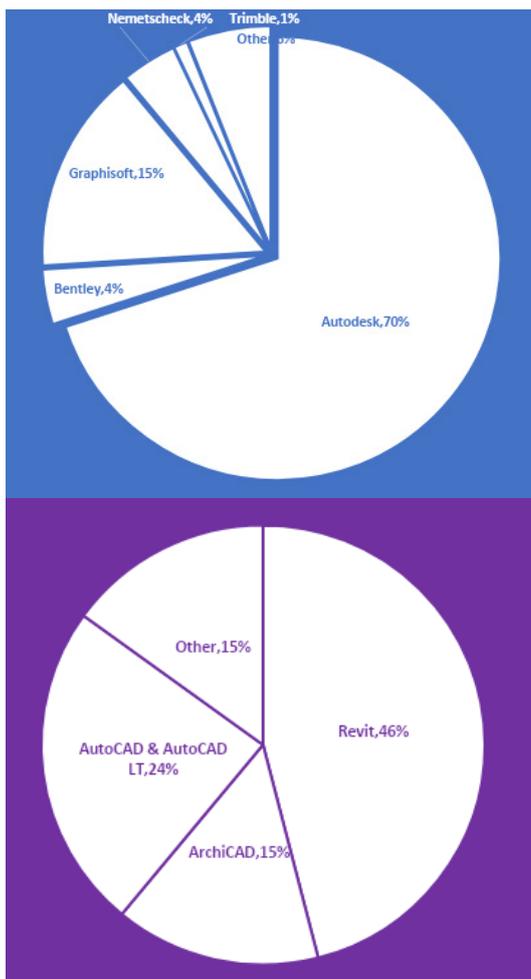
7D

La settima dimensione del BIM riguarda le attività di facility management, ovvero l'uso, la gestione, la manutenzione e la dismissione di un opera (UNI 11337-6/2017). Questa parte verrà successivamente approfondita nel capitolo 5.

1.4 Le piattaforme di BIM authoring

Il passaggio da una gestione del progetto in 2d ad una gestione multidimensionale è alla base del processo di digitalizzazione in atto nel settore AEC e sta già portando ad una migliore gestione dei processi progettuali nonché ad una migliore gestione del patrimonio costruito. Al momento nel mondo varie compagnie che già avevano investito in software di progettazione CAD hanno sviluppato software BIM authoring.

I dati dimostrano come nei mercati in cui già viene fatto un uso massivo del BIM come quello inglese, seppur vi sia un'offerta diversificata, le maggiori due compagnie al mondo, ovvero Autodesk e Graphisoft, abbiano già conquistato importanti fette di mercato, grazie soprattutto ad un miglior sviluppo software rispetto alla concorrenza nonché all'offerta di una serie di altri software interoperabili tra loro che permettono un uso diversificato delle piattaforme. Altre compagnie leader nel settore sono la Acca software in Italia, che sviluppa anche applicativi in ambito AEC e Bentley, casa sviluppatrice di Microstation.



4) Sviluppatori (1) e piattaforme BIM authoring più comuni (2) The National BIM Report 2019, The NBS [18]

Al momento il software BIM authoring più utilizzato nel mondo anglosassone ed Europeo è Autodesk Revit. Come dimostrano i dati del National BIM Report del 2019, Nel Regno Unito la softwarehouse Autodesk ha decisamente surclassato le concorrenti [5].

Il software fu sviluppato nel 2002 dalla Revit Technologies Inc., società acquisita dalla Autodesk lo stesso anno. Revit, acronimo di Revise Instantly, fu ideato appunto con l'obiettivo di permettere, grazie alla modellazione parametrica, una revisione istantanea degli elaborati nonché degli abachi di un progetto. Il numero di aziende che lo utilizzano, nonché la grande quantità di oggetti presenti nelle librerie e l'interoperabilità con l'intera suite Autodesk sono i motivi per cui il software è stato selezionato per effettuare la modellazione della Torre della Regione Piemonte.

1.5 Interoperabilità

Nell'era dei big data, la chiave del successo per la riuscita di un progetto complesso è senz'ombra di dubbio la metodologia con cui vengono organizzati i flussi di dati tra le parti coinvolte. Chiave di volta di tutto ciò è l'interoperabilità tra i vari software che svolgono le diverse funzioni utili, dal disegno all'analisi fisico-tecnica alla gestione manageriale [6]. L'interoperabilità, definita come l'abilità di due sistemi di scambiarsi informazioni (necessarie e disponibili) è alla base dello sviluppo della metodologia BIM ed ha visto un enorme sforzo organizzativo nello sviluppo di formati di condivisione tra varie applicazioni. Lo scambio di informazioni avviene in 2 modi differenti, entrambi mono o bi-direzionali.:

- collegamenti diretti tra piattaforme proprietarie di formati
- collegamenti tramite formati di scambio pubblici

L'interoperabilità viene anche chiamata orizzontale quando riguarda programmi di uno stesso tipo ma di produttori diversi e verticale quando riguarda programmi complementari tra loro. Le aziende fornitrici di software BIM authoring spesso forniscono una serie di servizi e programmi che dialogano tra loro utilizzando formati di condivisione dati sviluppati dalle stesse aziende, e quindi non utilizzabili su altre piattaforme di altre compagnie.

Per ovviare a ciò sono stati sviluppati dei formati pubblici, i cosiddetti "formati aperti", utilizzabili da tutti i software e alle basi delle normative vigenti in campo BIM. Alcuni di questi formati generici sono: pdf/a, csv, txt, LandXML, SHP, GML (UNI 11337-1).

Il più comune ed utilizzato di questi formati in ambito BIM è il formato IFC, acronimo di Industry Foundation Classes. Lo sviluppo di questo formato è iniziato nel 1994 con la creazione di IAI (Industry Alliance for Interoperability), successivamente chiamato International Alliance for Interoperability e quindi BuildingSmart International, nome che detiene tutt'ora [19]. Il formato IFC è quindi un formato pubblico che permette lo scambio di dati tra attori diversi senza perdita informazioni. Esso viene utilizzato in tutte le applicazioni del BIM che richiedono una forte condivisione di informazioni, come ad esempio l'utilizzo di modelli per simulazioni energetiche, analisi strutturali e anche attività di project management. Esistono altri formati aperti standard utilizzati in ambito BIM, come l'XML, il BFC ed il bSDD.

1.6 LOD, LOA, LOIN

La vastità di utilizzi introdotta nelle varie dimensioni della disciplina nonché dall'interoperabilità software, ha reso necessario un approccio multiscalare alla progettazione BIM. Ciò significa che in funzione dei BIM uses e dei model uses vengono definiti vari gradi di quantità e precisione di dati all'interno dei modelli informativi.

Quest'approccio è stato definito all'interno di varie norme, dando origini a varie definizioni e acronimi utilizzati in ambito BIM. Si è però venuto a creare un conflitto di significati, pertanto di seguito si metteranno in evidenza tali differenze in ambito normativo internazionale.

LOD

Con LOD si possono intendere vari significati. Il primo, Level Of Development, ovvero livello di sviluppo, è stato introdotto negli USA dall' AIA a partire dal 2013 e indica il grado di affidabilità di una determinata quantità di informazioni [20] . Viene quindi definita una scala di riferimento, da 100 a 500, che viene utilizzata in determinate fasi progettuali per garantire l'affidabilità del dato. In tale scala si è cercato di mantenere una corrispondenza tra affidabilità geometrica ed informativa, in modo che ad esempio in un LOD 100 utilizzato in fase preliminare non vi sia un eccesso di particolari geometrici a favore di una scarsità di attributi informativi.

Il secondo acronimo compare sempre nel 2013 all'interno della PAS 1192-2, dove assume un duplice significato. Il Level Of model Definition indica il minimo livello di Level Of model Detail e Level Of model Information necessari in un progetto, ovvero il livello di dettaglio geometrico e quello informativo. La normativa inglese suddivide quindi il LOD in due parti distinte, chiamate LOD e LOI.

Sia nella normativa americana che in quella inglese si nota quindi la necessità di una corrispondenza tra dati geometrici e dati informativi, che devono essere associati nella maniera corretta per definire un modello BIM.

Nella normativa italiana il concetto di LOD viene ripreso all'interno della norma UNI 11337/4 prendendo come riferimento la definizione dell'AIA e successivamente viene cambiato in LOIN all'interno della UNI/EN/ISO 19650.

LOA

Il Level of Accuracy è stato definito nel 2014 dall' U.S. Institute of Building Documentation (USIBD). L'acronimo indica il livello di accuratezza nelle misurazioni e quindi nella modellazione di un oggetto parametrico. Essa è suddivisa una scala principale, LOA da 10 a 50, che indica il livello di precisione della misurazione, la precisione di rappresentazione e la convalida (A,B,C) [21].

LOIN

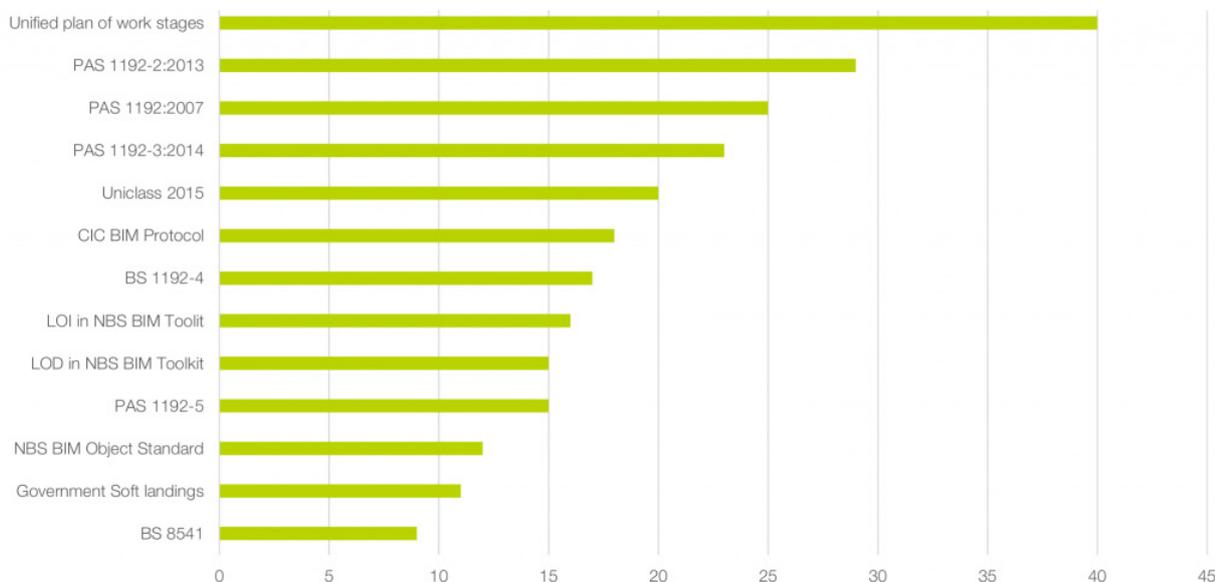
Il LOIN viene definito dalla norma ISO 19650/2018 e si lega fortemente alle definizioni precedenti. L'obiettivo di definire un LOIN, ovvero un Level of Information Need, dimostra una maggiore attenzione sia alla qualità che alla granularità del dato. Relativizzando i LOIN in funzione dei BIM uses, il concetto supera il principio della standardizzazione delle richieste informative da parte dei soggetti cui fa capo la redazione dei capitolati, definendo il LOIN in funzione quindi del progetto. Le componenti geometrico-dimensionali e quelle alfanumeriche sono quindi ricondotte ad una triplice alleanza, ovvero quella della quantità, della qualità e della granularità del dato. In conclusione, la ISO 19650 razionalizza e perfeziona i concetti di LOD della PAS 1192-2, con l'obiettivo di aumentare la maturità digitale sia delle stazioni apaltanti che dei progettisti.

2.1 Introduzione

I processi di introduzione della metodologia BIM in Italia sono suddivisi in due categorie: da una parte la stesura di norme per i progettisti, che dettano le buone pratiche per la modellazione e per la gestione dei dati (normative e linee guida per i progettisti), e dall'altra l'approvazione di leggi per l'applicazione del BIM nel settore pubblico. Queste due pratiche per ovvie ragioni non viaggiano in parallelo, necessitando le leggi prima di norme a tutela delle pratiche di svolgimento della progettazione. In Italia le prime norme per i progettisti sono state le UNI/EN/ISO 11337 nel 2013, che sull'orma della normativa inglese (BSI 1192, Pas 1192-2/3/4/5) hanno dettato tutta quella serie di prassi utili ai progettisti per utilizzare al meglio le piattaforme BIM. Il Regno Unito infatti è stato il primo stato in Europa a dotarsi sia di una normativa che di leggi per l'introduzione del BIM negli appalti pubblici.

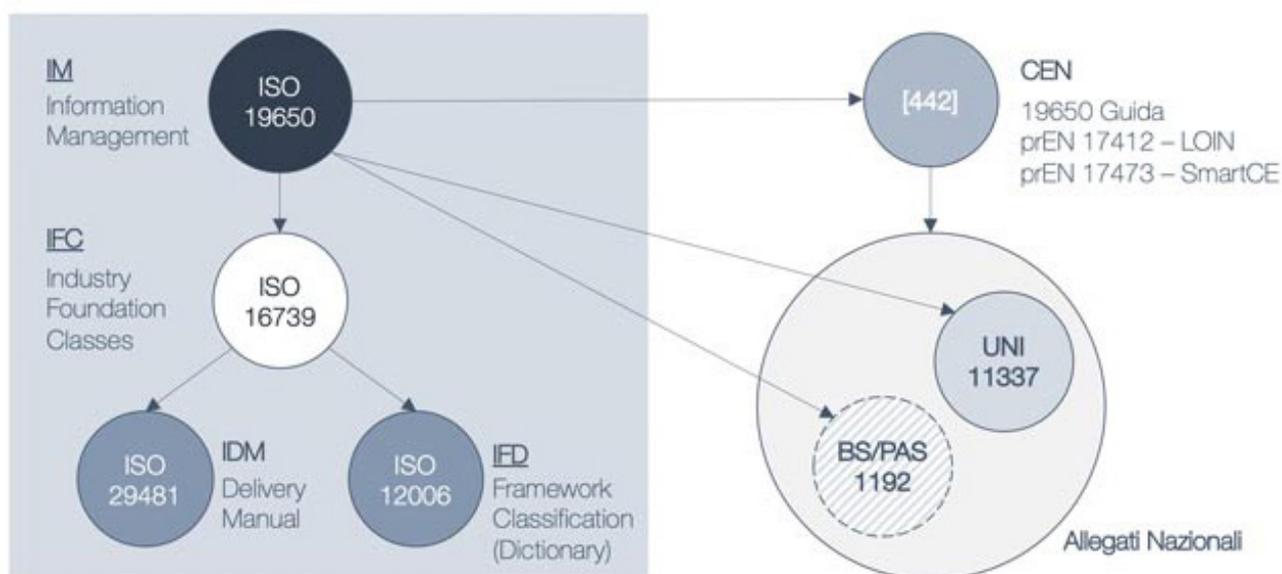
Nel 2011 il Governo del Regno Unito ha promulgato un documento, il "Government Construction Strategy", aggiornato a distanza di un anno con il "Government Construction Strategy: one year on and action plan update", in cui vengono sanciti alcuni obiettivi di finanza pubblica da raggiungere entro il 2016, individuando tra i molti strumenti per raggiungerli l'uso del BIM e della digitalizzazione.

Grazie alle iniziative del governo inglese è stato fondato, inizialmente su base volontaria, un gruppo consultivo europeo "EU BIM Task Group", il cui obiettivo è quello di coordinare le modalità con cui il BIM verrà introdotto nei lavori pubblici dell'Unione Europea.



5) *Uso degli standard BIM nel Regno Unito dalle principali organizzazioni, NBS 2016.*

La norma UNI 11337, principale norma di riferimento, negli anni ha subito molte variazioni e aggiunte, la cui ultima risale a gennaio 2020 con l'introduzione di due nuove parti (9 e 10). Nel dicembre 2018 viene adottata la ISO 19650, nelle sue parti 1 (Concept and principles) e 2 (Delivery phase of assets), che attraverso il meccanismo di adozione diretta del Vienna Agreement diviene norma europea (EN) e nazionale per ciascun stato membro nel corso del 2019. Per l'Italia UNI EN ISO 10650-1 e UNI EN ISO 19650-2:2019 (in italiano ed in inglese). Questa norma, a causa dell'organizzazione stessa della struttura normativa internazionale, diviene la madre di tutte le norme



6) Sviluppo normativo a partire dalla ISO 19650, fonte: ingenio-web.it

Nel frattempo, con la stesura di norme tecniche efficaci anche la legislazione pubblica ha iniziato a muoversi. In primis attraverso il D.lgs 50/2016, applicazione delle direttive europee 2014/23-24-25 dell'Unione Europea in merito all'uso di formati di scambio e successivamente con il decreto 560/2017 detto Baratono, dal nome del Presidente della Commissione che si è occupata su incarico del Ministro Delrio di predisporre il testo. Tale decreto, che introduce progressivamente l'obbligo dell'uso del BIM all'interno dei bandi di gara, sancisce un passaggio epocale nel campo della progettazione architettonica e ingegneristica, obbligando i professionisti a formarsi nell'utilizzo di uno strumento che sempre più cambierà il modo di concepire il mondo dell'AEC.

Con queste norme e leggi l'Italia potrà vantare un approccio alla disciplina paragonabile a quello nordeuropeo.

2.2 D.lgs 50/2016

Il codice dei contratti pubblici, applicazione delle direttive europee 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE, aggiornato con la legge 11 settembre 2020 n.120, al suo interno contiene predisposizioni inerenti ai processi di digitalizzazione in atto. In particolare si riporta di seguito l'art 23 comma 13, che recita:" Le stazioni appaltanti possono richiedere per le nuove opere nonché per interventi di recupero, riqualificazione o varianti, prioritariamente per i lavori complessi, l'uso dei metodi e strumenti elettronici specifici di cui al comma 1, lettera h). Tali strumenti utilizzano piattaforme interoperabili a mezzo di formati aperti non proprietari, al fine di non limitare la concorrenza tra i fornitori di tecnologie e il coinvolgimento di specifiche progettualità tra i progettisti. L'uso dei metodi e strumenti elettronici può essere richiesto soltanto dalle stazioni appaltanti dotate di personale adeguatamente formato. ...". In continuità con quanto scritto riguardo il concetto di interoperabilità, questo decreto pone i formati non proprietari al centro della gestione dei bandi di gara, richiedendo l'uso di tali formati da parte dei progettisti.

2.3 D 560/2017

Il Decreto del MIT n. 560 del 1.12.2017 stabilisce le modalità e i tempi di progressiva introduzione dei metodi e degli strumenti elettronici di modellazione per l'edilizia e le infrastrutture. Anche detto " Decreto BIM" è la norma di riferimento a livello nazionale per quanto concerne l'applicazione della metodologia BIM all'interno del codice degli appalti pubblici.

Il decreto introduce progressivamente l'uso del BIM all'interno dei bandi di gara nel settore pubblico secondo la seguente tempistica:

- Per i lavori complessi relativi a opere di importo a base di gara pari o superiore a 100 milioni di euro, a decorrere dal 01.01.2019;
- Per i lavori complessi relativi a opere di importo a base di gara pari o superiore a 50 milioni di euro, a decorrere dal 01.01.2020;
- Per i lavori complessi relativi a opere di importo a base di gara pari o superiore a 15 milioni di euro, a decorrere dal 01.01.2021;

- Per le opere di importo a base di gara pari o superiore alla soglia di cui all'articolo 35 del codice dei contratti pubblici, a decorrere dal 01.01.2022;
- Per le opere di importo a base di gara pari o superiore a 1 milione di euro, a decorrere dal 01.01.2023;
- Per le opere di importo a base di gara inferiore a 1 milione di euro, a decorrere dal 01.01.2025;

A questo decreto viene affiancata la norma tecnica volontaria che definisce le linee guida per l'adozione della metodologia BIM.

2.4 Norma UNI 11337

La norma UNI 11337 è il pilastro fondante della gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni. Il documento, aggiornato a gennaio 2020, è suddiviso in 10 parti, di cui solamente 5 pubblicate, articolate come segue:

- PARTE 1: Modelli, elaborati e oggetti informativi per prodotti e processi
- PARTE 2: Criteri di denominazione e classificazione.
- PARTE 3: [schede informative] LOI e LOG.
- PARTE 4: LOD e Oggetti.
- PARTE 5: gestione modelli ed elaborati.
- PARTE 6: esempio di capitolato informativo.
- PARTE 7: qualificazione figure professionali.
- PARTE 8: PM/BIM-M.
- PARTE 9: fascicolo del costruito.
- PARTE 10: verifica amministrativa.
- PARTE 11: block-chain
- PARTE 12: qualificazione delle organizzazioni

Lo sviluppo delle parti dalla prima all'ottava (con l'esclusione della parte 2) è proseguito dal 2011 al 2018, con frequenti aggiornamenti delle stesse.

Le ultime due parti sono state aggiunte solo nel gennaio 2020 e si trovano ancora in fase di scrittura, mentre la parte 12 deve ancora essere sviluppata. In particolare la parte 10 della norma affronta le nuove tematiche del BIM verso gli aspetti di gestione amministrativa, ovvero la pratica che prende il nome di E-permit BIM.

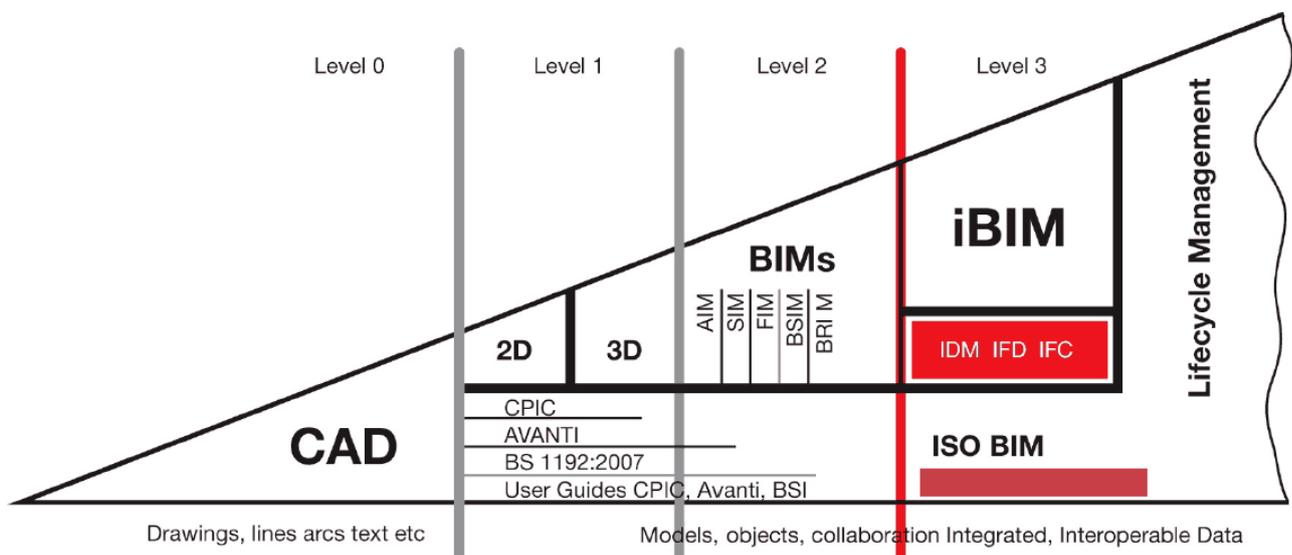
2.4.1 PARTE 1

La prima parte della norma, pubblicata in via definitiva nel 2017, si occupa di definire le basi della gestione digitalizzata dei processi informativi, ovvero veicoli di simulazione e contrattualizzazione di un prodotto risultante od un processo del settore delle costruzioni attraverso contenuti informativi di natura grafica, documentale (alfanumerica), multimediale (p.10).

Dopo l'inquadramento del tipo di informazioni presenti in un progetto la parte 1 tratta di un concetto fondamentale in ambito BIM, ovvero la maturità digitale del processo delle informazioni. Questi livelli di maturità digitale, introdotti dalla normativa nel Regno Unito, sono stati successivamente modificati dalla ISO 19650. Essi sono stati un tassello importante del Government Construction Strategy, e sono quindi approdati all'interno della 11337. Essi sono:

- livello 0, non digitale
- livello 1, base
- livello 2, elementare
- livello 3, avanzato
- livello 4, ottimale

La classificazione si differenzia da quella inglese per l'aggiunta di un quinto livello, che scompone ulteriormente l'ultima fase in due sottofasi, avanzato e ottimale. Si evidenzia inoltre una corrispondenza tra il livello 2 inglese (collaborazione completa) e il livello 3 italiano (avanzato). La parte 1 si conclude con l'esplicazione della struttura del processo informativo, organizzata gerarchicamente in fasi.



7) Livelli di maturità BIM, PAS 1192.

2.4.2 PARTE 2

La parte 2 della UNI 11337, ancora in fase di elaborazione, individua un sistema di classificazione e denominazione di opere, oggetti e attività. Questa parte cercherà di definire gli attributi identificativi per la verifica automatica della corrispondenza dei dati tra modelli, elaborati e oggetti, fornendo anche un metodo per ampliare e personalizzare gli attributi per ogni progetto. Ciò avrà ripercussione sui prezzi delle opere edili e sui capitolati.

2.4.3 PARTE 3

La terza parte della norma, la prima ad essere pubblicata nel 2015, contiene dei modelli per la raccolta di informazioni tecniche di prodotti da costruzione recanti marchio CE. Queste informazioni, presentate sotto forma di schede prodotti, sono molto importanti dal punto di vista informativo, poichè permettono uno sviluppo a livello europeo della metodologia BIM, in un'ottica di condivisione dei modelli informativi.

2.4.4 PARTE 4

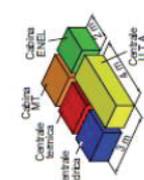
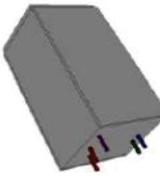
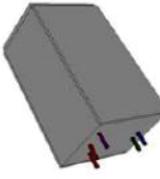
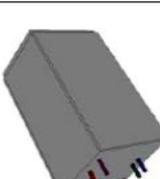
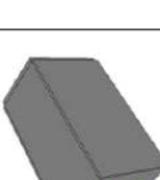
La quarta parte della norma è interamente dedicata ai LOD, qui definiti come il livello di sviluppo degli oggetti digitali che compongono i modelli ed è funzionale al raggiungimento degli obiettivi e delle fasi del processo e degli usi del modello.

Il LOD è richiesto dal committente all'interno del CI (trattato in particolare nella parte 6 della norma) oppure è concordato tra il committente ed affidatario attraverso il pGI, il piano di gestione informativa, nei rispetti dell oGI (offerta gestione informativa) e del CI. I livelli di sviluppo della scala informativa sono classificati come segue:

- LOD A, oggetto simbolico
- LOD B, oggetto generico
- LOD C, oggetto definito
- LOD D, oggetto dettagliato
- LOD E, specifico
- LOD F, eseguito
- LOD G, aggiornato

Successivamente viene esplicitato lo stato di lavorazione e lo stato di lavorazione del contenuto informativo all'interno di un flusso di coordinamento, che verrà trattato nella parte 5 della norma. Quindi viene illustrata una matrice di definizione degli usi del modello.

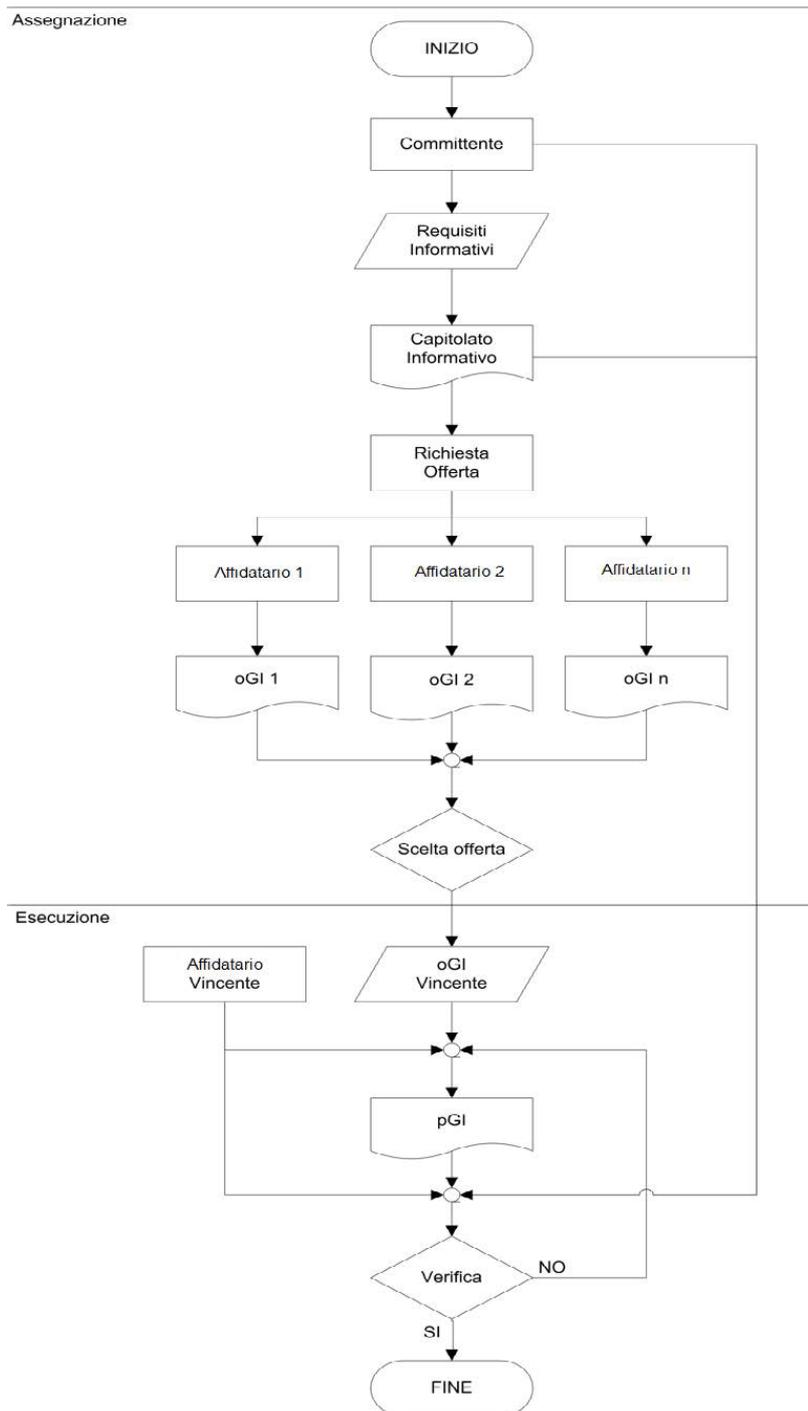
Infine vengono mostrate una serie di schede esemplificative di elementi appartenenti alle varie discipline (architettonica, strutturale ed impiantistica).

LOD A	LOD B	LOD C	LOD D	LOD E	LOD F	LOD G
						
Geometria	Geometria Rappresentazione dei locali tecnici.	Geometria Forma, dimensioni e posizione approssimate.	Geometria Forma, dimensioni, posizione ingombri ed allacciamenti effettivi. Margini ed ingombri per manutenzione, supporti, ancoraggi, per controllo vibrazioni e consolidamento antisismico effettivi.	Geometria Componenti supplementari per la fabbricazione e l'installazione in cantiere.	Geometria Come LOD E (rilievo di quanto eseguito).	Geometria Nuovi interventi: Come LOD F (con aggiornamenti) Manutenzione e gestione su elementi esistenti: Come LOD C o D (a partire da).
Oggetto	Oggetto	Oggetto Solido 3D	Oggetto Solido 3D	Oggetto Solido 3D	Oggetto Solido 3D	Oggetto Solido 3D
Caratteristiche	Caratteristiche • Indicazione delle dimensioni e delle caratteristiche tecniche dei locali (posizioni, accessi, ventilazioni, ecc.)	Caratteristiche • Definizione di parametri di performance (potenza e peso su unità di superficie)	Caratteristiche • Definizione effettiva di parametri di performance (potenza, perdita di carico, pressioni, allacciamenti, massa, impatto acustico, ecc.)	Caratteristiche • Nome prodotti, nome produttori • Modalità di installazione	Caratteristiche • Manuale d'uso • Manuale di manutenzione • Certificazione prodotto • Dichiarazione di conformità • Certificato di collaudo	Caratteristiche • Data di manutenzione/sostituzione • Soggetto manutentore • Storico delle manutenzioni

8) Scheda LOD di una caldaia. UNI 11337/4

2.4.5 PARTE 5

La quinta parte è dedicata ai flussi informativi nei processi digitalizzati.



La gestione del flusso passa attraverso degli elaborati chiave. Il capitolato informativo (CI) è il principale e viene diviso in due parti, una sezione tecnica e una gestionale. Esso costituisce la parte fondante dell'offerta di gestione informativa (oGI), che dopo l'eventuale vittoria di gara diviene piano di gestione informativa (pGI). La norma, dopo aver specificato i singoli contenuti delle varie parti, tratta la gestione dei modelli grafici ed il loro coordinamento, suddiviso in tre livelli (LC1,LC2,LC3)

Il coordinamento di primo livello è inteso come il coordinamento dati grafici all'interno di un singolo modello; quello di secondo livello come coordinamento tra più modelli grafici, che può avvenire attraverso la loro aggregazione simultanea o mediante successive verifiche di congruenza. Il coordinamento di terzo livello invece tratta sia del controllo tra dati/informazioni/contenuti informativi generati da modelli grafici che non (come ad esempio elaborati CAD, relazioni di calcolo ecc..)

Questi tre livelli di coordinamento vengono utilizzati all'interno di due discipline, il clash detection e il model/code checking. Le analisi delle interferenze vengono effettuate da appositi software in un'ottica di interoperabilità, i cui risultati vengono classificati secondo i livelli di coordinamento e inseriti all'interno di una matrice per la verifica di interferenze.

Il code checking è invece l'analisi delle incoerenze informative. Nel CI e nel pGI vengono quindi individuate le matrici di corrispondenza fra i modelli, gli elaborati e gli oggetti da analizzare, sempre utilizzando le scale di coordinamento.

Successivamente la norma tratta della verifica dei dati, delle informazioni e dei contenuti informativi (quindi non grafici). Questa verifica è sempre attuata in 3 livelli come la precedente, in questo caso LV1, LV2 e LV3.

Il livello V1, verifica interna formale, è intesa come verifica di correttezza delle modalità di produzione dei dati, di consegna e di gestione rispetto al CI e al pGI.

Il livello V2 è invece la verifica dei modelli disciplinari e specialistici, singolarmente o congiuntamente. Questo livello è sviluppato all'interno dei soggetti del processo ed è garantito dal gestore delle informazioni, in collaborazione con il BIM coordinator.

Il livello V3 è la verifica della leggibilità, della tracciabilità e della coerenza di dati e informazioni presenti nell'ACDat (corrispondente al CDE) e nell'ACDoc (Archivio Condivisione Documenti).

2.4.6 PARTE 6

La sesta parte della norma, pubblicata nel 2017, tratta di come redigere un CI. La struttura di un capitolato informativo è suddivisa in quattro parti:

1. Premesse
2. Riferimenti normativi
3. Sezione tecnica
4. Sezione gestionale

La prima e la seconda parte fungono da introduzione al documento, specificando i termini e le definizioni nonché i riferimenti normativi.

Il documento vero e proprio è composto dalla sezione tecnica e da quella gestionale.

La sezione tecnica è preposta alla definizione dell'infrastruttura software e hardware da parte del committente. Egli chiede infatti all'affidatario che venga dichiarata nella propria oGI, e successivamente nell'pGI, la tipologia software attualmente in suo possesso e che intende utilizzare. La norma propone una gestione tabellare degli usi del software in funzione dei vari ambiti progettuali, come la progettazione architettonica, la progettazione strutturale ed il model and code checking.

Il primo punto della sezione gestionale riguarda gli "obiettivi informativi strategici e usi dei modelli e degli elaborati", definiti secondo la 11337-1 e articolati secondo il processo informativo. La norma suggerisce di organizzare l'impostazione di tali obiettivi in maniera tabellare:

- obiettivi del modello in relazione alle fasi del processo
- usi del modello in relazione agli obiettivi definiti
- elaborati grafici digitali
- definizione degli elaborati informativi

Il secondo punto tratta invece i "livelli di sviluppo degli oggetti e delle schede informative". In questa parte il committente dovrà specificare il sistema di riferimento scelto per la definizione del livello di sviluppo (LOD/LOIN). La richiesta dev'essere specificata in maniera tabellare, specificando i LOD per ciascuna fase del processo secondo la norma 11337-4.

2.4.7 PARTE 7

La parte 7 della norma, pubblicata nel 2018, disciplina le professionalità non regolamentate relative alla gestione delle informazioni. La nascita di nuove figure professionali legate all'ambito BIM richiede infatti una loro definizione chiara e concisa, che avrà rilevanza in ambito giuridico. Queste figure professionali sono 4:

- CDE Manager, gestore dell'ACDat, specificato nella norma 11337-1. E' la figura che si occupa dell'ambiente di condivisione dei dati implementato dall'organizzazione a cui appartiene oppure previsto contrattualmente. Egli è preposto a garanzia della correttezza e della tempestività dei flussi informativi dedicati al Construction Project Management. Si occupa inoltre di sicurezza informatica in supporto al BIM Manager.
- BIM manager, gestore dei processi digitalizzati. Si occupa di redigere il CI, l'oGI e il pGI. E' la figura centrale ad una commessa BIM, in quanto definisce e formalizza tutte le attività contrattuali, oltre che supervisionare direttamente la gestione dei processi informativi.
- BIM coordinator, coordinatore dei flussi informativi di commessa. Opera a livello della singola commessa, ponendosi come garante dell'efficienza e dell'efficacia dei processi informativi. Agisce in stretta collaborazione con il BIM manager per la redazione del CI e della commessa in generale. A seconda della complessità di un progetto si possono avere più BIM coordinator che si occupano di una o più discipline.
- BIM specialist, operatore avanzato della gestione e della modellazione informativa. E' la figura preposta alla modellazione e alla gestione informativa di base, a supporto del BIM coordinator. Può essere specializzato su singole o molteplici discipline, contribuendo in maniera sostanziale alla costituzione del contenuto informativo di commessa.

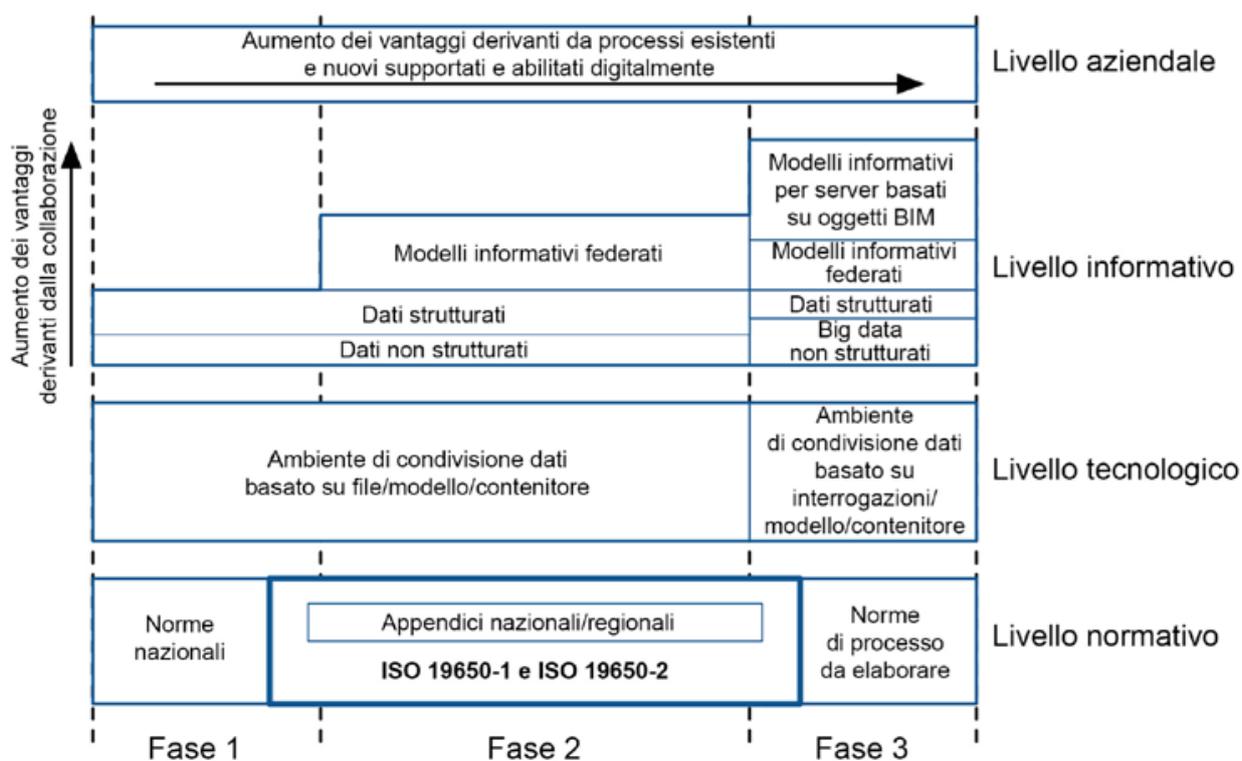
Successivamente la norma introduce in maniera tabellare i requisiti che ciascuna di queste professionalità dovrebbe possedere, concludendo con un elenco di elementi per la valutazione e convalida dei risultati dell'apprendimento a seguito di un percorso formativo.

2.5 Norma UNI/EN/ISO 19650

La norma UNI EN ISO 19650, pubblicata il 14 marzo 2019, definisce un quadro concettuale per la gestione delle informazioni, che include lo scambio, la registrazione, l'aggiornamento e l'organizzazione per tutti gli attori durante tutto il ciclo di vita di un'opera. La norma, suddivisa in due parti, si applica congiuntamente alla UNI 11337.

2.5.1 PARTE 1

dopo un'introduzione e un elenco di definizioni dei termini in essa contenute, definisce i livelli di maturità della gestione di informazioni, riprendendo in parte i concetti introdotti già precedentemente nella PAS 1192 e nella UNI 11337.



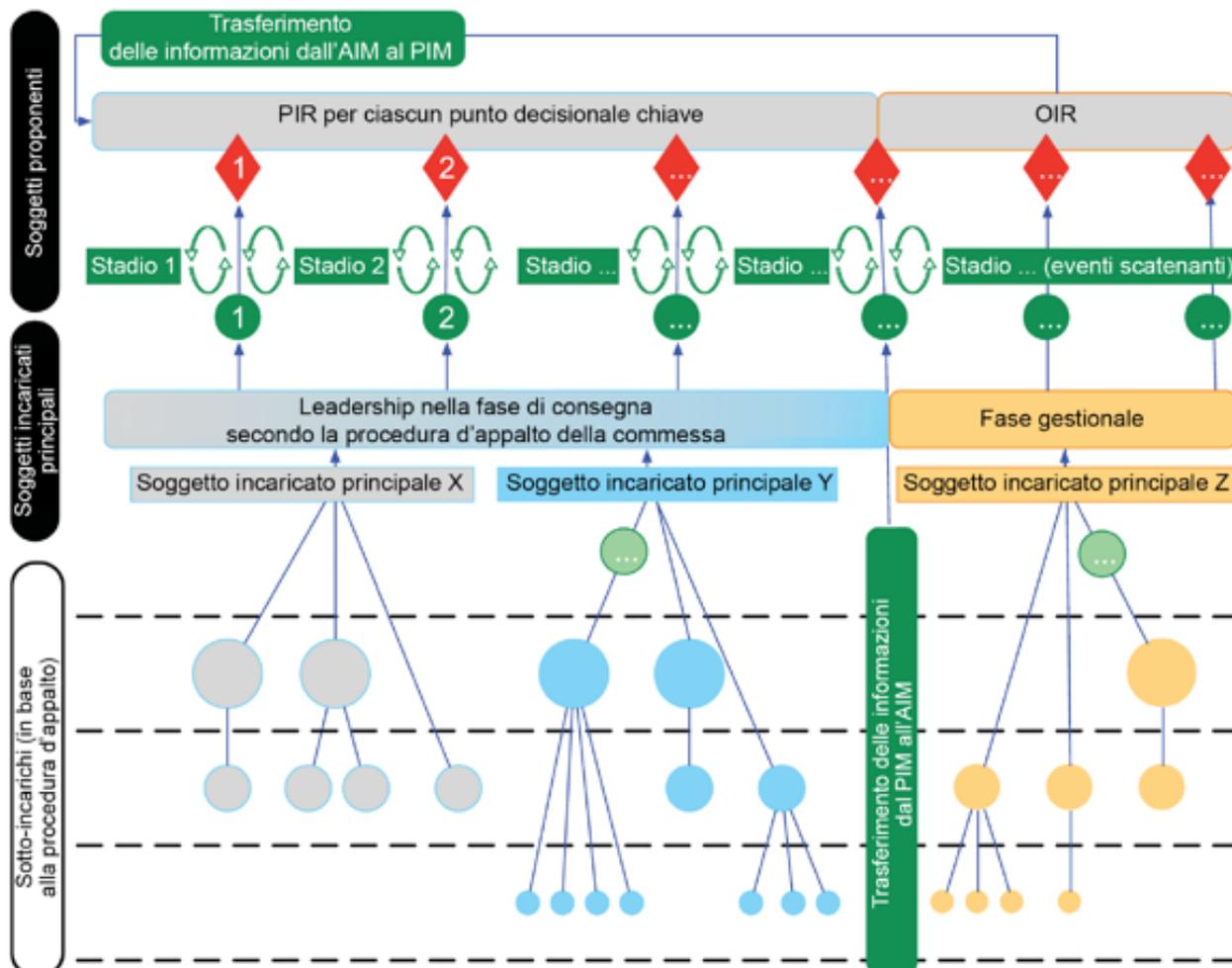
10) Stadi di maturità della gestione di informazioni analogiche e digitali, UNI/EN/ISO 19650/1, pg.9

Successivamente viene specificata la definizione dei requisiti informativi e dei modelli informativi risultanti. Essi vengono catalogati come segue:

- Requisiti informativi dell'organizzazione (OIR)
- Requisiti informativi del cespite immobile (AIR)
- Requisiti informativi della commessa (PIR)
- Requisiti di scambio delle informazioni (EIR)
- Modello informativo del cespite immobile (AIM)
- Modello informativo di commessa (PIM)

Il ciclo informativo di seguito illustrato inizia da un “evento scatenante” (trigger event), ovvero “un evento pianificato o non pianificato che modifica un cespite immobile o il suo stato durante il suo ciclo di vita, dando luogo a uno scambio d'informazioni”. Ad ogni trigger event corrisponde un diverso model use.

I trigger events vengono dichiarati all'interno del PIR per la fase di produzione e dell'OIR per la fase di gestione. Per ogni trigger event viene individuato un soggetto incaricato oppure un gruppo incaricato, in un'ottica di ramificazione del lavoro.



11) Illustrazione esempio di consegna informativa attraverso scambi di informazioni a supporto delle decisioni chiave del soggetto proponente , UNI/EN/ISO 19650/1, pg.21

Per ogni scambio di informazioni vengono quindi definiti:

- Soggetti incaricati o Gruppo incaricato (nei riquadri grigi, azzurri o arancioni)
- Scambi di informazioni (pallini verdi)
- Punti decisionali (rombi rossi), con i punti chiave definiti dal committente
- Verifica e validazione delle informazioni (frecce verdi)
- Flusso di contenuti informativi (frecce blu)

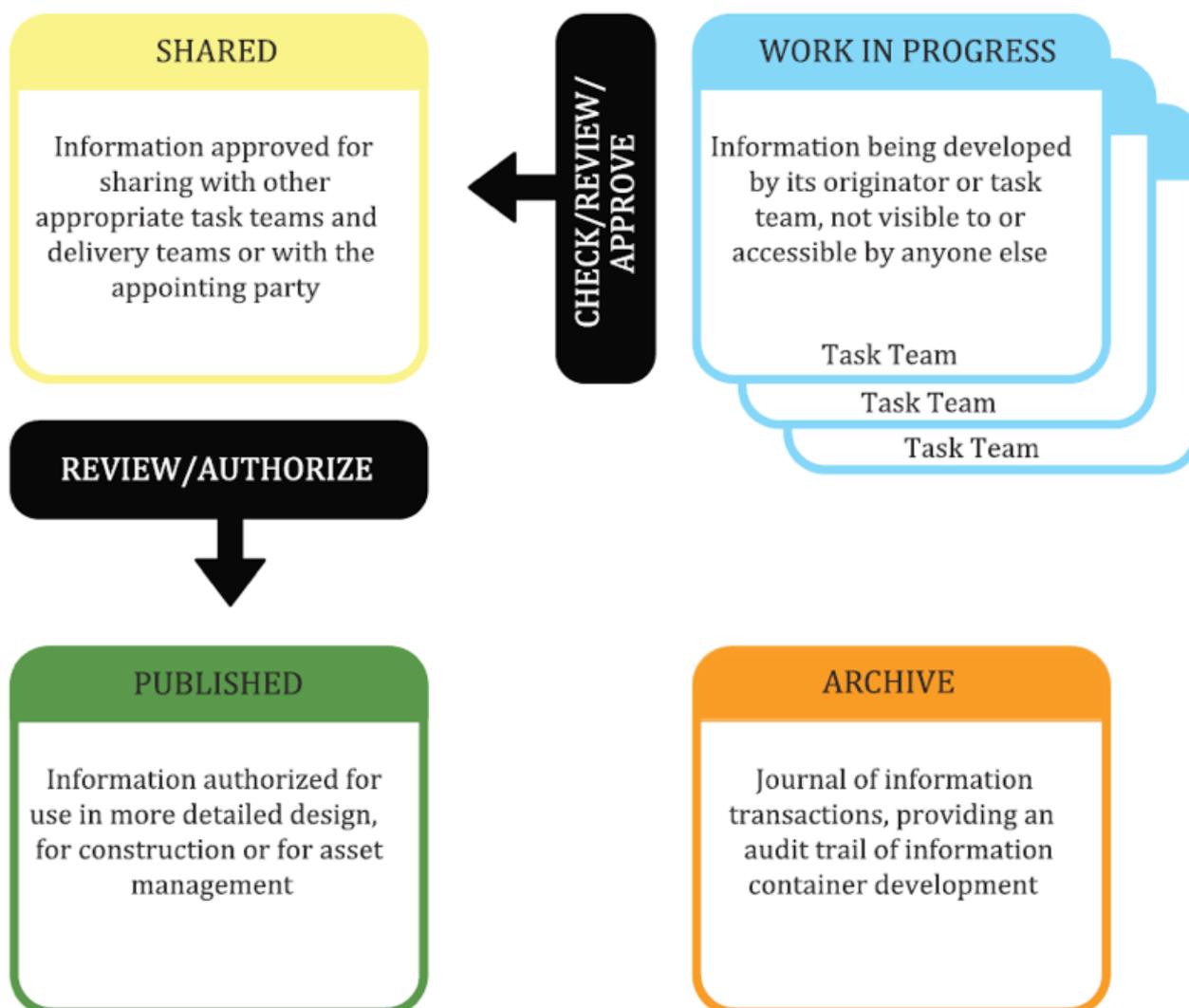
Si verifica dunque un passaggio di dati che confluiscono all'interno dell'ACDat

Successivamente a una definizione particolareggiata dei punti appena trattati, la norma tratta la pianificazione delle consegne. Al momento dell'affidamento il soggetto incaricato stabilisce:

- La verifica dei requisiti informativi dell'AIR e dell'EIR
- Quando, quali e in che modo consegnare le informazioni
- Chi è il responsabile della consegna
- Chi è il destinatario delle informazioni

Quindi per adempiere a questi compiti verranno prodotti un piano di consegna, una matrice delle responsabilità ed una strategia di aggregazione alla struttura, ovvero l'individuazione delle varie componenti associate alle diverse discipline.

Il penultimo capitolo tratta una metodologia per l'impostazione e lo sviluppo di un ACDat, ovvero un ambiente condivisione dati (o CDE all'interno delle PAS).



12) Principio dell'ambiente condivisione dati, norma UNI/EN/ISO 19650, p. 29.

Durante il processo di creazione dei dati ci si può imbattere in diverse problematiche, classificate dalla norma in due categorie. La prima categoria è di natura spaziale, cioè quando vi sono elementi che occupano lo stesso spazio. Essa a sua volta viene suddivisa in hard (quando due elementi occupano lo stesso spazio), soft (quando un elemento occupa lo spazio operativo o di manutenzione di un altro elemento) e temporale (quando due oggetti sono presenti nello stesso luogo e nello stesso momento). La seconda categoria è di natura funzionale (ovvero incongruenze informative), ad esempio quando un materiale di protezione antincendio è incompatibile con la classificazione antincendio richiesta per una parete. Queste definizioni sono fondamentali per l'ambito della gestione di un modello BIM e sfociano nella disciplina sia del clash detection che del facility management.

L'ultimo capitolo della norma, intitolato "riepilogo del BIM secondo la serie ISO 19650" stabilisce che la gestione dell'informazione è separata dalla produzione di elaborati e documenti, per quanto legati attraverso i vincoli e i rapporti di incarico all'interno della commessa.

Le appendici della norma illustrano infine strategie di aggregazione e strutture di scomposizione di contenitori informativi.

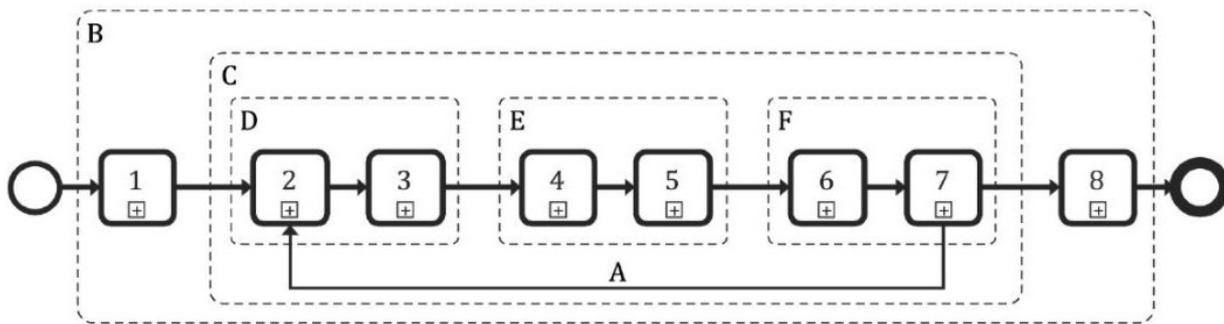
Di particolare rilevanza il suggerimento di dividere il modello informativo in modo che i singoli contenitori non superino i 250 Mb di dati. Ciò è presumibilmente dovuto al fatto che i modelli federati/aggregati devono poter essere letti da software di BIM authoring su PC/MAC con processori di fascia medio/bassa. Nei prossimi anni questa barriera sarà destinata ad aumentare con il progredire della potenza dei processori di calcolo.

2.5.2 PARTE 2

La seconda parte della norma è dedicata alla fase di consegna del cespite immobiliare.

La gestione della fase di consegna viene articolata in 8 fasi.

- 1 Valutazione (di fattibilità) e formulazione delle esigenze
- 2 Invito a presentare offerte
- 3 Offerte
- 4 Incarico
- 5 Mobilitazione
- 6 Produzione collaborativa di informazioni
- 7 Consegna del modello informativo
- 8 Chiusura della commessa (fine della fase di consegna)
- A Modello informativo con lo stato di avanzamento del(i) successivo(i) gruppo di fornitura per ogni incarico
- B Attività svolte per la commessa
- C Attività svolte per l'incarico
- D Attività svolte durante la fase di aggiudicazione e di affidamento (di ogni incarico)
- E Attività svolte durante la fase di pianificazione e di programmazione delle informazioni (di ogni incarico)
- F Attività svolte durante la fase della produzione delle informazioni (di ogni incarico)



13) *Processo di gestione delle informazioni durante la fase di consegna dei cespiti immobiliari, UNI/EN/ISO 19650/2, pg. 7*

La prima fase, Valutazione e formulazione delle esigenze, inizia con l'incarico del Gestore delle Informazioni (BIM Manager). Successivamente viene esplicitata la raccolta di informazioni da parte del Soggetto Proponente, in questo caso definita all'interno del PIR. (nella norma viene in realtà inserito nell'AIR ma le linee guida inglesi rimandano al punto 5.3 della parte 1, inserendole quindi nel PIR). Successivamente si definiscono le scadenze per ogni punto decisionale chiave, con i flussi di produzione delle informazioni di cui costituiscono il momento di controllo secondo i requisiti del Soggetto Proponente. Si definisce infine l'ACDat, che viene qui scomposto in due parti, l'ACDat diffuso, al cui interno vi sono i documenti di gara, e l'ACDat di commessa, riguardante la commessa e il progetto. La norma infatti consiglia che l'ACDat debba essere operativo prima della pubblicazione del bando di gara.

Nell'Invito a Presentare le Offerte, il Soggetto Proponente definisce i propri Requisiti di Scambio delle Informazioni, (OIR, AIR, PIR) specificati nel Capitolato Informativo.

Durante la fase di offerta ogni gruppo di fornitura pubblica un o.G.I, al cui interno devono essere inclusi:

- Curriculum Vitae delle persone facenti parte del team
- Strategia di consegna delle informazioni
- Strategia di aggregazione dei modelli
- Matrice di responsabilità
- Proposte di eventuali aggiunte/modifiche ai metodi di produzione/gestione delle informazioni

Una volta che il gruppo di fornitura valuta l'o.G.I di tutti i partecipanti e viene nominata quella vincente, i documenti vengono aggiornati e inizia la fase di produzione dei Task Information Delivery Plan (T.I.D.P), ovvero tabelle in cui vengono riportati gli elenchi di consegna con le relative tempistiche ed i nomi dei responsabili.

La fase della Mobilitazione è una fase intermediaria in cui vengono testate la disponibilità di risorse, le procedure d'interscambio e le piattaforme informatiche.

Inizia quindi la fase vera e propria di produzione dei dati, le quali vanno controllate e verificate sia internamente dal Gruppo Incaricato che dal Gruppo di Fornitura.

Una volta che il modello informativo è autorizzato dal Soggetto Incaricato Principale e rispetta i LOIN specificati dai requisiti, avviene la consegna.

L'ultimo punto è quindi la chiusura della commessa, che include l'archiviazione del modello, garantendone l'accessibilità futura a soggetti futuri.

2.6 Sviluppi successivi

La norma UNI/EN/ISO 19650 è la norma di riferimento per la disciplina BIM in Italia, assieme alla 11337, norma che è in costante evoluzione.

La 19650 infatti ha aggiornato il settore, in primis grazie al superamento del LOD ma anche grazie ad una migliore cura nell'organizzazione della struttura informativa con l'introduzione dei PIR.

La struttura delle altre norme italiane in materia BIM, molto applicative, si sposa perfettamente con quella della 19650, che presenta essenzialmente linee d'indirizzo, seppure la sua adozione necessita di una graduale rivisitazione complessiva da parte dell'organismo normativo, sempre con l'intento di normare a livello nazionale come base di discussione per i livelli comunitario (CEN) ed internazionale (ISO).

Lo stato dell'arte è infatti probabilmente destinato a cambiare quando la disciplina BIM inizierà ad essere utilizzata in massa sia dalla P.A che dagli studi di progettazione, uso che farà scaturire sicuramente delle criticità in alcune parti delle norme. L'utilizzo del BIM è infatti in enorme crescita sia nel settore privato che in quello pubblico, come dimostra il rapporto sulle gare BIM 2019 per opere pubbliche [7]

Inoltre alcune parti si trovano già in fase di modifica, soprattutto nella 11337, che deve ancora vedere l'introduzione dei LOIN nella quarta parte, la definizione degli attributi informativi nella parte 3, una più dettagliata definizione dell'ACDat nella parte 5, oltre che il completamento del flusso informativo (ora descritto solo in parte nel CI) e la scrittura delle parti mancanti (2 - classificazione, 8- flussi di lavoro, 9- fase di esercizio, 10- verifica automatizzata, 11 - sicurezza dei dati, block chain).[22]

L'analisi del contesto normativo qui conclusa è stata svolta con l'obiettivo di un inquadramento tecnico-giuridico di sintesi, utile per la definizione di un contesto attorno al quale posizionare un progetto reale di una commessa BIM.

E' infatti fondamentale conoscere lo stato dell'arte di una disciplina prima di applicarne concretamente le potenzialità tramite un software BIM authoring.

CAPITOLO 3

IL CASO STUDIO



3.1 Cenni storici

Il progetto della Torre Regione Piemonte è contenuto all'interno di un progetto di area vasta, che comprende quattro comprensori:

1. Parco della Salute, della Ricerca e dell'innovazione
2. Sede della Regione Piemonte
3. Attività complementari al PSRI
4. Area Fiera Oval

Il progetto nasce dall'esigenza di raggruppare tutte le sedi degli uffici regionali in un unico comprensorio. In particolare si notò che una buona parte degli uffici cosparsi sul territorio presentava una somma dei canoni di locazione pari a quella che si sarebbe potuta usare per finanziare buona parte del progetto [23]. Ciò portò la giunta regionale presieduta da Enzo Ghigo a indire un concorso internazionale per la realizzazione di un unico edificio, vinto dallo studio Fuksas nel 2001, con un progetto che inizialmente prevedeva un parallelepipedo alto 100 m sito a Borgo San Paolo. Con l'elezione di Mercedes Bresso a capo della giunta regionale nel 2005 venne effettuato un cambio di direzione scegliendo di riqualificare l'area dell'ex Fiat Avio, sito in zona Lingotto.



14) Masterplan e sezione territoriale, Fonte: studio Fuksas.

Grazie ad una variante al P.R.G che prevedeva l'altezza massima degli edifici a Torino non più alta di 167,5 m (altezza della Mole Antonelliana), l'altezza della torre venne raddoppiata, giungendo all'altezza di 200m (209 compresi i volumi tecnici alla sommità).

Il progetto è tristemente noto per le sue vicissitudini giudiziarie, iniziate poco tempo dopo la data di inizio lavori, il 30 novembre 2011. L'enorme incremento dei costi di costruzione, frutto di varianti che riguardarono pressochè tutte le discipline coinvolte, dalla struttura agli impianti tecnici, fomentarono varie cause in tribunale, tra cui quella aperta tra lo studio di Fuksas e la Regione Piemonte per l'assegnazione della direzione lavori, sfociata in una serie di accuse reciproche, e che portò l'architetto a disconoscere il progetto. Varie concause portarono quindi ad un allungamento spropositato dei tempi di costruzione, tempi ulteriormente compromessi dal fallimento di quattro delle ditte coinvolte negli appalti, tra cui, nel luglio del 2017, la società Coopsette incaricata della costruzione. E' seguita una complessa procedura giudiziaria, tutt'ora in corso, che ha contribuito alla sostituzione delle cariche più importanti, tra cui il R.U.P e il direttore lavori, e che ha portato alla formazione di una nuova squadra dirigenziale.

Successivamente vari sopralluoghi effettuati dalla commissione di vigilanza hanno evidenziato varie criticità, tra cui pavimentazioni e vetrate danneggiate, che hanno fatto ulteriormente slittare la data di fine lavori alla primavera 2019 [24].

Il mancato rispetto dei cronoprogrammi dovuto anche alla difficoltà di ripresa di un progetto abbandonato in corso d'opera, hanno poi ulteriormente allungato i tempi di realizzazione a fine 2021/ inizio 2022.

3.2 Panoramica del progetto

Il progetto della sede della Regione Piemonte è composto da una torre per uffici connessa ad un centro servizi. La sede, assieme al Parco della Salute, sorge su un'area di 317 350 mq, e comprende un ampio intervento di riqualificazione urbana dell'area ex Fiat Avio, riguardante anche terreni di proprietà di Rfi e l'area Oval.

La torre, terza più alta d'Italia dopo la Torre Unicredit (231 m) e la Torre Isozaki (209,20 m) entrambe site in Milano, si presenta come un parallelepipedo di 42 piani, di cui due interrati, più altri 3 piani tecnici in copertura, abilmente mascherati dalla facciata vetrata. La superficie su cui è stato costruito il progetto è di circa 70 000 mq e sono previsti 60 000 mq di spazi



15) *Plastico del progetto presentato dallo studio Fuksas.*

accessori e opere esterne. La sede degli uffici è composta da tre elementi sviluppati verticalmente. Gli interrati, composti da due piani, si sviluppano attorno alla torre seguendo il suo perimetro, ed ospitano tutti i servizi utili agli uffici. Questi sono collocati nei quaranta piani fuoriterra della torre quadrata di 45x45 m, avviluppati in una doppia pelle vetrata e sulla cui sommità sorgerà il giardino pensile. La facciata est è caratterizzata da un grande vuoto a tutt'altezza che si sviluppa dalla hall al piano terra e viene spezzato da delle lame trasversali che presentano diverse inclinazioni e rifrangono la luce, spezzando la verticalità della facciata. Il terzo elemento del comprensorio è il centro servizi, un edificio autonomo collegato alla torre da una passerella posta al terzo piano della torre e che ospiterà il centro congressi, la mediateca e la biblioteca, oltre un asilo nido al piano terra.

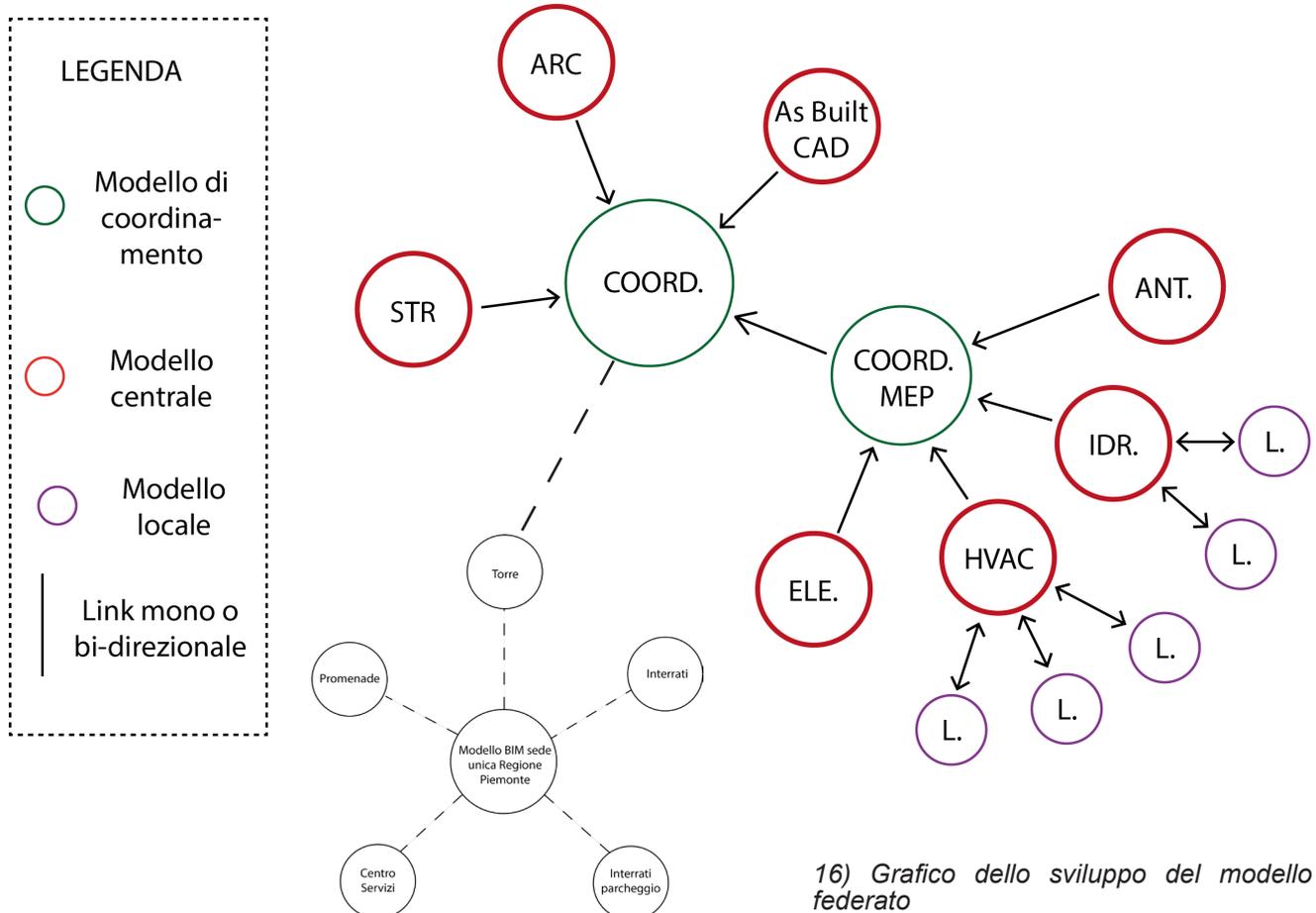
3.3 Il modello federato

Il laboratorio Drawing to the Future del politecnico di Torino, ha concordato con la Regione Piemonte la creazione di un modello BIM federato, sviluppato sulla base di una rispettiva collaborazione e scambio di informazioni. Il modello è frutto del lavoro di un team multidisciplinare formato da studenti di provenienti sia dall'area dell'architettura che dall'area dell'ingegneria, seguiti attentamente dalla docenza.

L'utilizzo del modello (bim uses) è stato concordato per effettuare una serie di operazioni in fase di gestione:

- Digitalizzazione del patrimonio costruito, rilevando le principali caratteristiche dimensionali e tecnologiche dell'oggetto
- Creazione di un modello di coordinamento che comprende tutte le parti del progetto
- Valutare l'incidenza degli elementi modellati in funzione dei LOD
- Gerarchizzazione degli schemi impiantistici suddivisi per tipologie di sistema
- Visualizzazione per la gestione informativa (VR/AR)

La struttura di organizzazione del modello informativo si presenta come segue, secondo la logica del modello aggregato:



Alcune delle discipline, a seconda della complessità, sono raggruppate per livello di piano. Ad esempio i file meccanici suddividono la sola torre in 6 zone, corrispondenti a intervalli di piano distinti.

E' quindi possibile assemblare diversi modelli accostando le diverse discipline a seconda della necessità, in un file chiamato coordinamento multi-siti. Per esempio per effettuare un render esterno dell'intero complesso occorrerà creare un modello di coordinamento multi-siti tra le discipline architettoniche e strutturali di tutte e cinque le parti. Se invece si vogliono effettuare operazioni solamente su una parte come ad esempio verificare gli impianti della torre basterà creare un modello di coordinamento MEP delle sole parti impiantistiche della torre.

Il modello federato risponde a delle linee guida, che verranno approfondite nel paragrafo 4.1 del quarto capitolo.



17) Vista file CX_COG_CEN_ONN, stile di visualizzazione realistico

3.3 L'impianto idricosanitario

3.3.1 PREMESSA

Il seguente testo si pone come introduzione al sistema idricosanitario della Torre e degli interrati Torre, che verranno approfonditi nei capitoli successivi.

La progettazione e la messa in opera dell'impianto idricosanitario della torre è frutto della sinergia di diversi attori, tra cui studi di progettazione, imprese e la Regione Piemonte.

La seguente descrizione è tratta in parte da sopralluoghi effettuati sul campo ed in parte al materiale consegnato dalla Regione Piemonte, ovvero la relazione di calcolo PR_3_C_L_R_T001_00 con data 05/04/2013, la relazione tecnica PR_3_C_L_R_T002_00 e le specifiche tecniche dei materiali PR_3_C_L_R_T003_00, entrambe con data 20/06/13.

Il cuore tecnologico ed impiantistico della Torre della Regione è situato negli interrati al piano -2 lato Sud-Ovest, dove è stata progettata e realizzata la centrale tecnologica principale dell'intero edificio. Inoltre la torre presenta ad ogni piano un locale tecnico preposto al passaggio delle tubazioni ed al contenimento delle macchine necessarie al funzionamento impiantistico.

I vari sistemi giungono alla base della torre passando attraverso vari cavedi presenti in un piano tecnico, il piano -3, appositamente ricavato di altezza pari a 1,7 m, per poi venire indirizzati ai piani superiori attraverso vari cavedi passanti per le sottocentrali di piano. L'impianto idricosanitario trattato dalla relazione tecnica è composto da 3 sistemi:

- sistema di adduzione acqua potabile
- sistema adduzione acqua duale
- sistema di scarico acque nere

In realtà l'impianto è molto più complesso, come verrà di seguito dimostrato, essendo interconnesso con vari altri sistemi e parte di una fitta rete tecnologica.

Per gli schemi generali dei seguenti impianti si rimanda agli allegati 1 (Schema generale impianto adduzione acqua potabile e acqua duale) e 2 (Schema generale impianto di scarico delle acque nere). Tali allegati sono stati sviluppati a partire dagli schemi forniti dalla regione Piemonte, ovvero i file PR_3_C_L_Z_T012 e R_3_C_L_Z_T013.

3.3.2 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI ADDUZIONE DI ACQUA POTABILE

L'allacciamento alla rete dell'acquedotto a servizio degli interrati torre e della torre è ubicato in prossimità della centrale tecnologica principale. L'acqua potabile viene utilizzata per tutte le utenze idricosanitarie a servizio degli interrati torre (anche le cassette di mandata dei WC) e dei soli lavabi presenti nella torre. Gli interrati torre e i primi tre piani della stessa sono quindi alimentati in pressione di acquedotto, mentre per il resto della torre, dal 4° piano alla copertura, si è deciso di utilizzare una rete ad alta pressione con una pressione massima di 2400 kPa.

Al fine di limitare la pressione idrostatica gravante sui terminali, si è suddivisa la rete di alta pressione in 3 sottoreti, suddivise come segue:

1. L3 - L16 Gruppo di riduzione e bollitore ACS ubicati al L3
2. L17 - L28 Gruppo di riduzione e bollitore ACS ubicati al L17
3. L28 - L43 Gruppo di riduzione e bollitore ACS ubicati a L29



18) Bollitore da 800 l ubicato al PT
Fotografia scattata il 14-10-2020

L'acqua calda sanitaria è quindi prodotta all'interno di bollitori situati nelle sottocentrali di piano, ubicate ai livelli 0 (alimentato in pressione di acquedotto), 3, 17 e 29.

Dai bollitori nelle sottocentrali di piano l'ACS viene quindi inviata in pressione ai piani superiori (tranne che per il bollitore del piano terra che alimenta anche gli interrati).

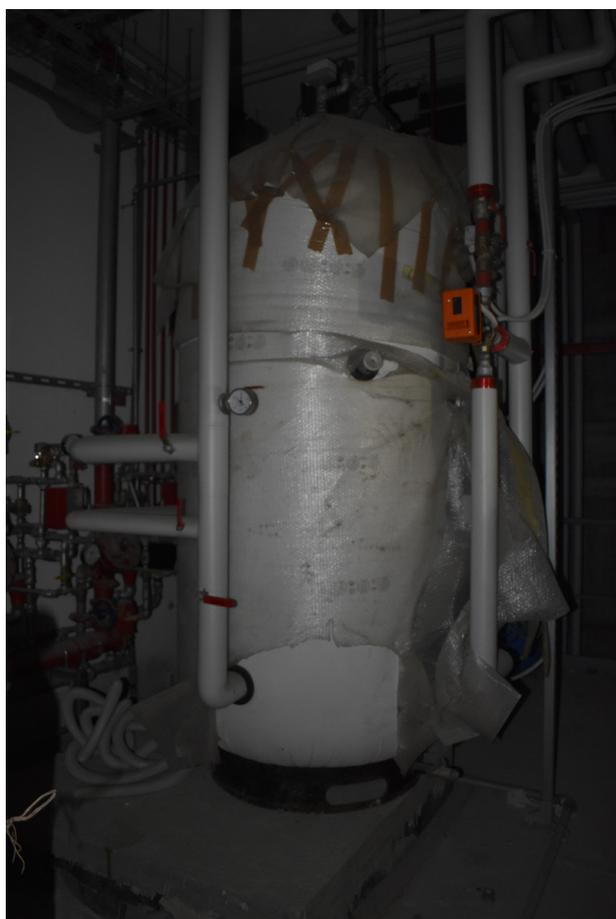
L'acqua calda sanitaria viene utilizzata solamente per i lavabi, che vengono però alimentati da un solo collettore di distribuzione alimentato con acqua calda sanitaria pre-miscelata ad una temperatura standard solo di inverno, mentre d'estate sono alimentati con acqua fredda. I bollitori scaldano

l'acqua proveniente dalle colonne montanti principali tramite scambio termico con l'acqua calda proveniente dalle colonne montanti dell'impianto di climatizzazione. Ciò avviene per garantire minor spreco di energia termica possibile in in inverno, mentre in estate l'impianto lavora solamente con acqua fredda a temperatura di acquedotto.

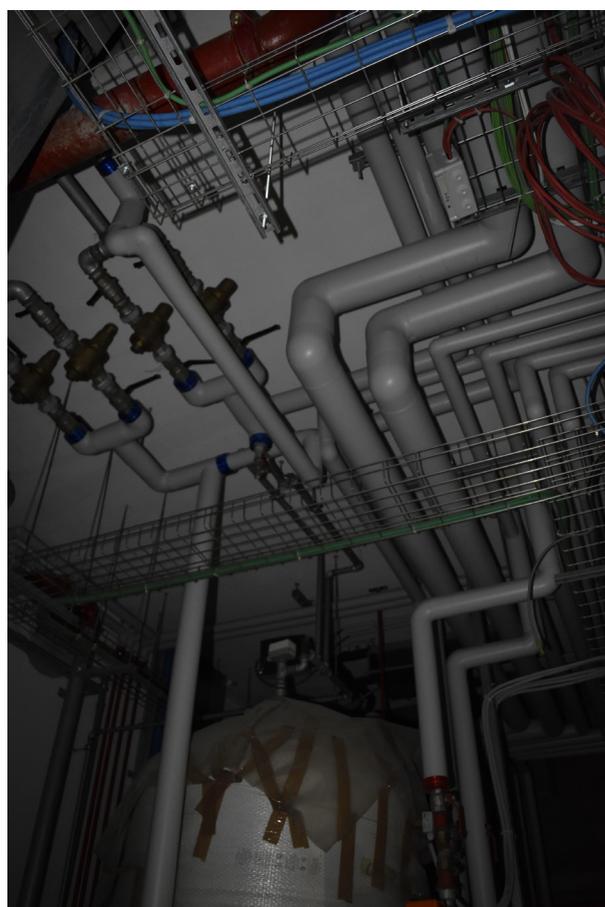
Per l'alimentazione dei gruppi di riempimento automatici dell'impianto di climatizzazione e delle aree caffè è quindi prevista una colonna di alimentazione dedicata.

I sopralluoghi effettuati hanno evidenziato lo stato di avanzamento lavori del sistema, il quale è stato ultimato senza però essere collaudato.

I passaggi delle tubazioni nei controsoffitti e nei cavedi sono risultati molto complessi da verificare, in quanto intersecanti con gli altri sistemi (in particolare il sistema di climatizzazione e quello antincendio). Si renderà pertanto necessario effettuare azioni di clash detection con le altre discipline per verificare la correttezza di modellazione.



19) Bollitore da 1500 l ubicato al P3 Fotografia scattata il 14-10-2020



20) Riduttori di pressione e intersezione tubazioni a soffitto, P3. Fotografia scattata il 14-10-2020

3.3.3 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI ADDUZIONE DI ACQUA DUALE

Le cassette di cacciata dei WC e il sistema di irrigazione sono alimentati con una rete dedicata, chiamata acqua duale. Essa è così nominata in quanto utilizza sia acqua piovana che acqua di acquedotto.

La vasca di raccolta di acque piovane è ubicata al piano interrato -2 nella parte nord degli interrati torre. L'acqua in essa contenuta è fornita da un complesso sistema di raccolta, non oggetto di questa tesi, che convoglia sia l'acqua dalla copertura e dalle facciate della torre che dalla zona circostante. All'interno della vasca di raccolta è installata una pompa sommersa, che viene utilizzata per mantenere il livello del serbatoio da 5000 litri contenuto nella centrale idrica ad un valore definito.

Inoltre è stato progettato un sistema di bypass che permette attraverso un sistema a livelli e una valvola servocomandata a due vie di alimentare il serbatoio con acqua dell'acquedotto qualora non fosse disponibile acqua piovana a causa di periodi di siccità. Ciò avviene perché l'acqua contenuta nel serbatoio è utilizzata sia per alimentare le cassette dei WC che per l'irrigazione dei giardini esterni e dei giardini d'inverno, ed è quindi talvolta necessario usare acqua potabile.

Anche per questo sistema si è dovuta adottare una suddivisione in tronchi a blocchi di piani, per evitare un'eccessiva pressione idrostatica sui riduttori di pressione. La rete è stata suddivisa sempre secondo il criterio della rete di acqua potabile:

1. L3 - L16 Gruppo di riduzione ubicato al L3
2. L17 - L28 Gruppo di riduzione ubicato al L17
3. L28 - L43 Gruppo di riduzione ubicato al L29

3.3.4 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO SCARICO DELLE ACQUE NERE

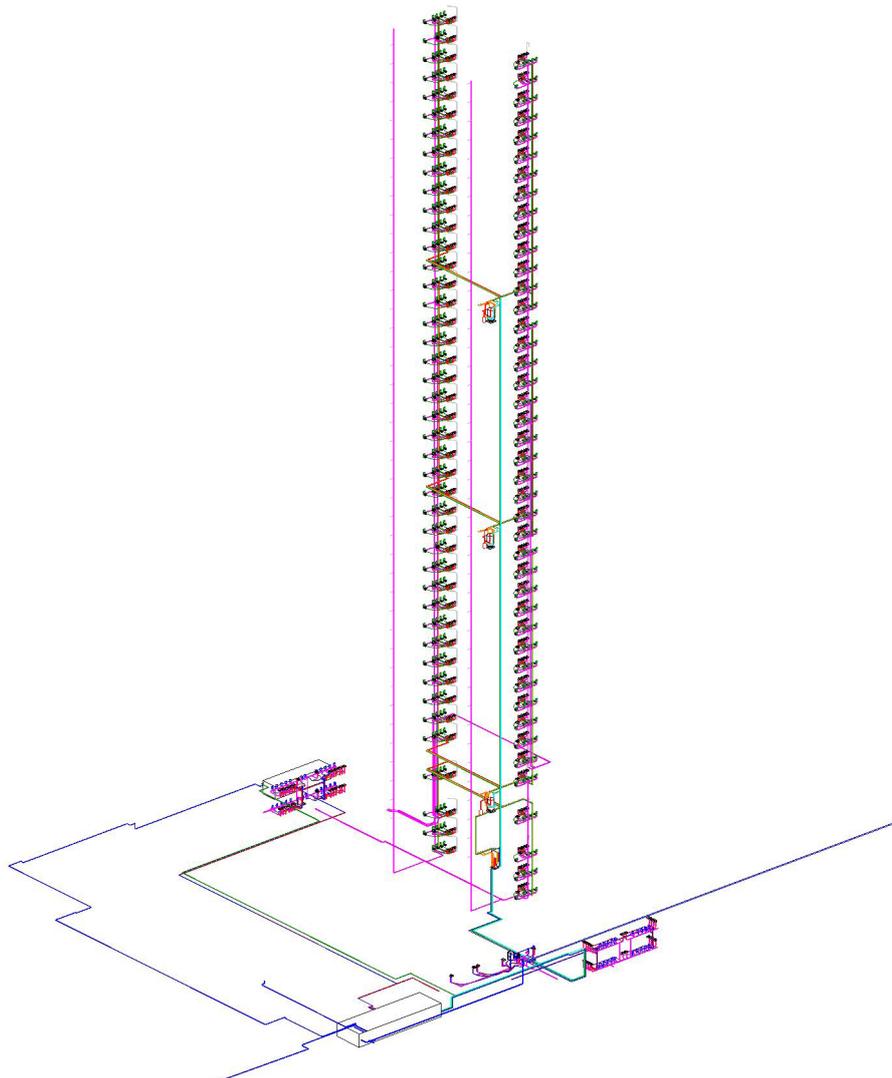
Lo scarico di tutte le acque, sia grigie che nere, è effettuato tramite un unico impianto.

Nella torre lo scarico avviene per gravità. Per ovviare ai problemi di uno scarico tradizionale, che prevedeva dimensioni importanti delle colonne, oltre che la presenza di colonne di ventilazione, i progettisti hanno optato per uno scarico innovativo che utilizza un particolare tipo di braga miscelatrice.

Tale braga, posta ad ogni piano, è detta di tipo Sovent e consente l'eliminazione della ventilazione parallela, oltre che la riduzione in diametro delle colonne montanti.

CAPITOLO 4

SVILUPPO DEL MODELLO INFORMATIVO



4.1 Workflow metodologico

Il primo step di una qualsiasi commessa BIM è la definizione degli obiettivi di modello (BIM Goal), che definiscono a loro volta i BIM Uses. Questi sono solitamente riportati all'interno del BIM Execution Plan, che rappresenta il piano preparato dal team di progettazione e dall'appaltatore per dimostrare il workflow metodologico utilizzato al fine di raggiungere gli obiettivi e i requisiti definiti dal committente nell'EIR [8].

I BIM Uses vengono definiti in base alle fasi del modello, ovvero pianificazione, design, costruzione e fase operativa (plan/build/construct/operate) . Nel caso del modello federato della Torre Regione Piemonte, essendo l'edificio già costruito, tutti i BIM Uses sono definiti nella fase operativa. Ovviamente, il modello per rispettare gli usi della fase operativa deve rispettare alcuni usi di fasi precedenti, come indicato nel grafico del paragrafo 1.2. I BIM Uses dei modelli informativi idricosanitari sono:

- Coordinamento multidisciplinare 2D/3D
- Quantity take off degli elementi componenti l'impianto idricosanitario
- Interoperabilità per Facility Management

Il raggiungimento degli obiettivi di una commessa è legato al flusso di lavoro, il quale è sottoposto a controllo periodico da parte del BIM Manager e del BIM Coordinator, come indicato nella UNI 11337/5.

I dati di input rappresentano un tassello fondamentale nella composizione del modello informativo, in quanto dalla loro qualità dipende fortemente il risultato finale. Nel caso della restituzione di un impianto esistente sono necessari tutti i documenti esecutivi, tutte le relazioni di calcolo e le schede tecniche dei singoli componenti.

La tabella mostrata nella pagina successiva riassume la qualità dei dati consegnati, e verrà compilata a fine modellazione per verificare il raggiungimento del BIM Uses. Essa è sviluppata sul modello di un Information Exchange Worksheet, scheda contenuta all'interno del BEP al cui interno vengono comparati i contenuti input (requested) e output (authored), con alcune piccole differenze; il model element breakdown è stato organizzato per categorie, elencate per ognuno dei sistemi presenti nella gara d'appalto. L'analisi completa della tabella avverrà nel capitolo "Conclusioni", sviluppato a valle del processo metodologico.

Sistemi (gara d'appalto)	Model element breakdown	Dati input			Dati output		
		DWG	Relazioni calcolo	Schede tecniche	2D/3D coordination	Quantity take off	F.M
Adduzione acqua potabile	Apparecchi idraulici	B	B	ND			
	Accessori per tubazioni	B	B	ND			
	Isolamento tubazioni		ND	ND			
	Raccordi tubazioni	C		ND			
	Tubazioni	A	B	ND			
Adduzione acqua duale	Tubazioni flessibili	B	B	ND			
	Apparecchi idraulici	B	ND	ND			
	Accessori per tubazioni	B	ND	ND			
	Raccordi tubazioni	C		ND			
	Tubazioni	A	ND	ND			
Scarico acque nere	Tubazioni flessibili	C	ND	ND			
	Accessori per tubazioni	B	B	ND			
	Raccordi tubazioni	B	B	ND			
	Tubazioni	A	C	ND			

LEGENDA

	INFORMAZIONI
A	Dati accurati, posizione e forma corretti, inclusi materiali e proprietà.
B	Dati generali riguardo posizione e forma. Non sono presenti informazioni su materiali e proprietà.
C	Dati schematici, posizione e forma approssimative. Non sono presenti informazioni su materiali e proprietà.



Input inadeguato



Output inadeguato

21) Tabella BIM Uses in relazione ai dati di input ed output

4.2 Applicazione delle linee guida

Il modello informativo, come precedentemente citato, è suddiviso in varie discipline, di cui, quella che in ambito A.E.C è chiamata MEP, è composta dalla sottodisciplina elettrico, meccanico e tubazioni (in generale plumbing, quindi anche antincendio). L'intero modello informativo, con le discipline in esso contenuto, è quindi strutturato dalle linee guida, sviluppate a monte dell'intero progetto con l'utilità di una gestione completa del contenuto informativo. Le linee guida sono fondamentali in una commessa BIM, in quanto definendo la struttura del modello informativo regolano l'intero lavoro del team di progetto.

Lo studio delle linee guida, sviluppate dal laboratorio Drawing to the Future, è stato pertanto il primo passo verso un approccio metodologico per la creazione del modello informativo.

Le linee guida sono strutturate secondo quattro capitoli:

1. PREMESSA
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO
3. SEZIONE TECNICA
4. SEZIONE GESTIONALE

I capitoli 1 e 2, contengono le informazioni generali del progetto già citate, un breve glossario ed un elenco delle normative di riferimento (in questo caso la UNI 11337, la UNI 8290, l'UK BIM Protocol e lo standard Masterformat).

La sezione tecnica tratta dell'infrastruttura informatica utilizzata per la creazione e la gestione del contenuto informativo. L'hardware utilizzato è diverso a seconda dei singoli operatori che hanno modellato le discipline.

Il capitolo tratta anche la documentazione as-built fornita dal soggetto affidatario.

Gli elaborati forniti dalla regione Piemonte verranno analizzati in maniera approfondita successivamente nel paragrafo 4.3 "*dati di imput*".

Infine il capitolo tratta del formato dei dati da fornire alla regione, i quali vengono forniti nei soli formati proprietari .rvt e .rte.

La sezione gestionale è il capitolo più importante delle linee guida, in quanto specifica l'organizzazione del modello nella sua interezza. Essa, oltre che i BIM uses e l'organizzazione del modello informativo, definisce in modo specifico i seguenti punti:

- definizione del livello di sviluppo (LOD)
- software BIM authoring utilizzato
- denominazione dei file
- denominazione delle famiglie e dei tipi
- organizzazione dei parametri condivisi
- denominazione delle viste

4.2.1 DEFINIZIONE DEL LIVELLO DI SVILUPPO

Il livello di sviluppo, qui inteso come il LOD definito dalla norma 11337, è stato definito in base alle esigenze dell'utenza finale del modello, ovvero la regione Piemonte.

L'uso complessivo del modello da parte della regione è incentrato sulle operazioni di facility management, per cui è richiesto, secondo normativa, un LOD pari a F. Secondo la UNI 11337/4 si definisce LOD F un *“oggetto eseguito, ovvero un elemento modellato e verificato sul luogo le cui caratteristiche fanno riferimento al singolo sistema produttivo del prodotto, posato ed installato.”*

Per quanto concerne lo sviluppo del modello idricosanitario, il raggiungimento di tale livello è stato impossibile, a causa della mancanza di dati forniti dalla Regione.

Per sviluppare un modello in LOD F è difatti necessario possedere tutta la documentazione dell'impianto as-built, comprendente le schede tecniche degli apparecchi, i computi metrici estimativi, le perizie e i dati dei test di collaudo.

Si è pertanto arrivati ad un LOD C, il quale è definito dalla norma come oggetto definito, ovvero: *“Elemento modellato con forma e dimensioni. Eventuali informazioni non geometriche sono aggiunte all'oggetto”*.

4.2.2 SOFTWARE BIM AUTHORIZING UTILIZZATO

Il software BIM authoring utilizzato inizialmente è Autodesk Revit, il software BIM authoring più utilizzato al mondo. Inizialmente utilizzato nella sua versione 2018, successivamente si è deciso di aggiornare i modelli alla versione più recente, effettuando progressivamente l'aggiornamento da Revit 2018 a Revit 2021. Il modello idricosanitario è stato quindi inizialmente sviluppato in Revit 2018, per poi essere aggiornato alla versione Revit 2019. All'interno di Autodesk Revit è presente inoltre un applicativo molto utile per la modellazione informativa, ovvero Dynamo. Dynamo è un'interfaccia di programmazione grafica che consente di personalizzare il flusso di lavoro relativo alle informazioni edilizie. È stato sviluppato come una piattaforma di programmazione visiva open source per progettisti. Viene installato nell'ambito di Revit, accedendovi dalla barra multifunzione (Gestisci - Dynamo).

4.2.3 DENOMINAZIONE DEI FILE

I file e sono denominati secondo una precisa codifica gerarchica, come mostrato nella seguente tabella:

Livello gerarchia	Campo	Contenuto	Alternative	Codice
Livello 1	Progetto	3 lettere alfabetiche maiuscole	Torre Regione Piemonte	TRP
Livello 2	Edificio	2 lettere alfabetiche maiuscole	Torre	TO
			Centro Servizi	CS
			Interrati Torre	IT
			Interrati Parcheggio	IP
			Promenade	PR
			Coordinamento totale siti	CT
			Coordinamento multi-siti	CX
Livello 3	Disciplina	3 lettere alfabetiche maiuscole	Generico	GN
			Architettonico	ARC
			Strutturale	STR
			Meccanica	MEC
			Elettrica	ELE
			Idricosanitario	IDR
			Antincendio	ANT
			Arredo	ARD
			Coordinamento globale discipline	COG
			Coordinamento interdisciplinare	XXX
Livello 4	Tipologia	3 lettere alfabetiche maiuscole	Condiviso	CON
			Coordinamento disciplinare	COD
			Centrale	CEN
			Onnicomprensivo	ONN
			File cad	CAD
Livello 5	Livello iniziale	3 lettere alfanumeriche	Nuvola di punti	NDP
			File di testo	TXT
Livello 6	Livello finale	3 lettere alfanumeriche	Da -03 a 47	LXX

22) Tabella nomenclatura file Fonte: Linee guida - BIM per il facility management

4.2.4 DENOMINAZIONE DELLE FAMIGLIE E DEI TIPI

La nomenclatura delle famiglie e dei tipi presenti all'interno del modello idricosanitario rispettano una gerarchia, esattamente al pari dei file.

La denominazione della Famiglia è composta da quattro campi alfabetici maiuscoli, separati dal carattere “_”, secondo la seguente codifica:

- Codice Progetto, formato da 3 lettere;
- Codice Edificio, formato da 2 lettere;
- Codice Disciplina, formato da 3 lettere;
- Codice Famiglia, formato da 2 lettere;

La denominazione del tipo invece è composta da due campi alfanumerici:

- Codice funzione, formato da due lettere
- Codice caratteristica

Disciplina	Codice Disciplina	Progetto	Codice Progetto	Edificio	Codice Edificio	Tipologia di famiglia	Categoria	Codice categoria	Famiglia	Codice Famiglia	Nomenclatura Famiglia
Architettonico	ARC	Torre Regione Piemonte	TRP	Torre	TO	Caricabile	Muri	MU	Muro di base	-	Muro di base
		Torre Regione Piemonte	TRP	Centro Servizi	CS	Sistema	Pavimenti	PV	Pavimento	-	Pavimento
Strutturale	STR	Torre Regione Piemonte	TRP	Torre	TO	Sistema	Pilastrì	PL	Pilastro in calcestruzzo - rettangolare	-	Pilastro in calcestruzzo - rettangolare
		Torre Regione Piemonte	TRP	Centro Servizi	TO	Sistema	Pilastrì	PL	Pilastro in acciaio	PA	TRP_TO_STR_PA
Meccanica	MEC	Torre Regione Piemonte	TRP	Torre	TO	Caricabile	Accessori Per tubazioni	AT	Collettore pannelli radianti soffitto	CH	TRP_TO_MEC_CH
		Torre Regione Piemonte	TRP	Centro Servizi	IT	Sistema	Tubazione flessibile	TF	Tubazione flessibile circolare	-	Tubazione flessibile circolare
Idrico sanitario	IDR	Torre Regione Piemonte	TRP	Torre	TO	Caricabile	Raccordi tubazione	RT	Raccordo a T	RQ	TRP_TO_IDR_RQ
		Torre Regione Piemonte	TRP	Centro Servizi	TO	Sistema	Tubazione flessibile	TF	Tubazione flessibile circolare	-	Tubazione flessibile circolare
Elettrica	ELE	Torre Regione Piemonte	TRP	Torre	TO	Caricabile	Attrezzatura elettrica	AF	Quadro di servizio	QS	TRP_TO_ELE_QS
		Torre Regione Piemonte	TRP	Centro Servizi	TO	Sistema	Dispositivi illuminazione	DI	M_Interruttore illuminazione	IN	TRP_TO_ELE_IN
Antincendio	ANT	Torre Regione Piemonte	TRP	Torre	TO	Caricabile	Attrezzatura meccanica	AM	Naspo con manichetta a bobina	NP	TRP_TO_ANT_NP
		Torre Regione Piemonte	TRP	Centro Servizi	CS	Sistema	Tubazione	TF	Tubazione	-	Tubazione
Arredo	ARD	Torre Regione Piemonte	TRP	Torre	TO	Caricabile	Sedia	/	/	/	/

23) Tabella nomenclatura famiglie, Fonte: Linee guida - BIM per il facility management

Categoria	Codice categoria	Tipologia di famiglia	FAMIGLIA										TIPO						
			Codice Progetto	Edificio	Codice Edificio	Disciplina	Codice Disciplina	Famiglia	Codice Famiglia	Nomenclatura Famiglia	Funzione	Codice Funzione	Caratteristica	Codice Caratteristica	Nomenclatura Tipo				
Accessori per tubazioni	AT	Caricabile	Torre Regione Piemonte	TRP	Torre	TO	Idraulica	IDR	Valvola di intercettazione	VA	TRP_TO_IDR_VA	Accessorio	AC	Diametro nominale	15	AC_15			
										VC	TRP_TO_IDR_VC				20	AC_20			
										VN	TRP_TO_IDR_VN				25	AC_25			
										AA	TRP_TO_IDR_AA				32	AC_32			
										AT	TRP_TO_IDR_AT				40	AC_40			
										AN	TRP_TO_IDR_AN				40	AC_40			
										ST	TRP_TO_IDR_ST				32	AC_32			
										TM	TRP_TO_IDR_TM				32	AC_32			
										MM	TRP_TO_IDR_MM				32	AC_32			
										VD	TRP_TO_IDR_VD				20	AC_20			
										EP	TRP_TO_IDR_EP				180	AC_180			
										CA	TRP_TO_IDR_CA				6	SO_6			
										CD	TRP_TO_IDR_CD				5	SO_5			
										LA	TRP_TO_IDR_LA				500	TE_500			
Apparecchi idraulici	AI	Caricabile	Torre Regione Piemonte	TRP	Torre	TO	Idraulica	IDR	Valvola a tre vie (sistema di ricircolo ACS)	VC	TRP_TO_IDR_VC	Terminale	TE	Diametro nominale	40	AC_40			
									Valvola di non ritorno	VN	TRP_TO_IDR_VN				32	AC_32			
									Vaso d'espansione	AA	TRP_TO_IDR_AA				150	AC_150			
									Ammortizzatore del colpo d'ariete	AT	TRP_TO_IDR_AT				300	AC_300			
									Anodo di magnesio	AN	TRP_TO_IDR_AN				32	AC_32			
									Sonda di temperatura	ST	TRP_TO_IDR_ST				32	AC_32			
									Termometro	TM	TRP_TO_IDR_TM				32	AC_32			
									Manometro	MM	TRP_TO_IDR_MM				32	AC_32			
									Riduttore di pressione	VD	TRP_TO_IDR_VD				32	AC_32			
									Elettropompa in esecuzione singola con variazione elettronica della portata	EP	TRP_TO_IDR_EP				Accessorio	AC	Potenza assorbita	180	AC_180
									Collettore di distribuzione ACS	CA	TRP_TO_IDR_CA				Sorgente	SO	Uscite	6	SO_6
									Collettore di distribuzione AFD	CD	TRP_TO_IDR_CD				Sorgente	SO	Uscite	5	SO_5
									Lavello 650 x 500 mm	LA	TRP_TO_IDR_LA				Terminale	TE	Profondità	500	TE_500
									Vaschetta WC	TA	TRP_TO_IDR_TA				Terminale	TE	Capacità	550	TE_550
Piletta sifonata a pavimento WC disabili	PD	TRP_TO_IDR_PD	Accessorio	AC	N° uscite	9	TE_9												
Piletta sifonata a pavimento	PL	TRP_TO_IDR_PL	Accessorio	AC	N° uscite	2	AC_2												
Vaschetta WC disabili	TH	TRP_TO_IDR_TH	Terminale	TE	Capacità	3	AC_3												
WC	WA	TRP_TO_IDR_WA	Terminale	TE	Collocazione	9	TE_9												
WC disabili	WH	TRP_TO_IDR_WH	Terminale	TE	Collocazione	Standard	TE Standard												
Bollitore BF-1 1500	BA	TRP_TO_IDR_BA	Sorgente	SO	Capacità	Disabili	TE_Disabili												
Bollitore BG-800	BB	TRP_TO_IDR_BB	Sorgente	SO	Capacità	1500	SO_1500												
Sottocentrale idrica	CI	TRP_TO_IDR_CI	Sorgente	SO	Capacità	800	SO_800												
Vasca Duale	DT	TRP_TO_IDR_DT	Sorgente	SO	Massa	0	SO_0												

24) Estratto da file excel: nomenclatura famiglie e tipi (accessori per tubazioni ed apparecchi idraulici)

Isolamento tubazioni	IS	Sistema	Torre Regione Piemonte	TRP	Torre	TO	Idraulica	IDR	Isolamento Tubazione	IT	Isolamento tubazione	Accessorio	AC	Materiale	PVC	AC_PVC	
Raccordi tubazione	RT	Caricabile/Sistema	Torre Regione Piemonte	TRP	Torre			IDR	Calotta saldata generica	CG	TRP_TO_IDR_CG	Raccordo	RA	Tipologia	Standard	RA_Standard	
									Croce saldata generica	CX	TRP_TO_IDR_CX	Raccordo	RA	Tipologia	Standard	RA_Standard	
									Gomito saldato generico	GS	TRP_TO_IDR_GS	Raccordo	RA	Tipologia	Standard	RA_Standard	
									Innesto generico	IG	TRP_TO_IDR_IG	Raccordo	RA	Tipologia	Standard	RA_Standard	
									Raccordo a T saldato generico	RS	TRP_TO_IDR_RS	Raccordo	RA	Tipologia	Standard	RA_Standard	
									Transizione saldata generica	TS	TRP_TO_IDR_TS	Raccordo	RA	Tipologia	Standard	RA_Standard	
									Curvatura PVC	CP	TRP_TO_IDR_CP	Raccordo	RA	Tipologia	Standard	RA_Standard	
									Innesto PVC	IP	TRP_TO_IDR_IP	Raccordo	RA	Tipologia	Standard	RA_Standard	
									Maschio PVC	MP	TRP_TO_IDR_MP	Raccordo	RA	Tipologia	Standard	RA_Standard	
									Raccordo a T PVC	RT	TRP_TO_IDR_RT	Raccordo	RA	Tipologia	Standard	RA_Standard	
									Raccordo a T per acque reflue	RR	TRP_TO_IDR_RR	Raccordo	RA	Tipologia	Standard	RA_Standard	
									Riduttore PVC	RP	TRP_TO_IDR_RP	Raccordo	RA	Tipologia	Standard	RA_Standard	
									Braga miscelatrice tipo Solvent	BR	TRP_TO_IDR_BR	Raccordo	RA	Diametro ingresso/uscita	110	Standard	RA_110
Tubazione	TU	Sistema	Torre Regione Piemonte	TRP	Torre	TO	Idraulica	IDR	Tubazione	PP	Tubazione	Tubazione	TB	Materiale	Standard	TB_Standard	
Tubazione flessibile	TF	Sistema	Torre Regione Piemonte	TRP	Torre	TO	Idraulica	IDR	Tubazione flessibile circolare	FP	Tubazione flessibile circolare	Tubazione	FX	giunzione	PVC	TB_PVC	
															T		FX_T

25) Estratto da file excel: nomenclatura famiglie e tipi (isolamento tubazioni, raccordi tubazioni, tubazione, tubazione flessibile)

4.2.5 ORGANIZZAZIONE DEI PARAMETRI CONDIVISI

I parametri condivisi (shared parameters) in ambiente Revit sono dei parametri di istanza o di tipo che possono essere condivisi tra famiglie/progetti appartenenti a diversi. Questi parametri sono molto utili in quanto permettono la condivisione di dati tra file diversi, velocizzando notevolmente il flusso di lavoro. Il loro funzionamento diviene indispensabile nella disciplina del data management, in particolare nell'assegnazione di sistemi di classificazione. La loro definizione e assegnazione verrà approfondita successivamente nel paragrafo 4.6. Di seguito è riportata la lista di 14 parametri comuni a tutte le discipline:

Parametro	Tipo di parametro	Tipo/Istanza	Gruppo	Applicato a	Descrizione parametro	Esempio
Progetto	Testo	Istanza	Generale	Tutte le categorie di modello	Codice di 3 lettere (A-Z) rappresentativo del progetto in oggetto	TRP
Edificio	Testo	Istanza			Codice di 2 lettere (A-Z) rappresentativo della porzione di progetto in oggetto	TO
Classi di Unità Tecnologiche	Testo	Tipo			Classe di elementi funzionali omogenei, raggruppati per funzione prevalente, per continuità fisica e funzionale (UNI 8290)	5
Unità Tecnologiche	Testo	Tipo		Insieme di elementi tecnici che rappresentano funzioni finalizzate al soddisfacimento di esigenze dell'utenza (UNI 8290)	5.1	
Classi di Elementi Tecnici	Testo	Tipo		Classe di prodotti che assolvono a funzioni proprie di una o più classi tecnologiche (UNI 8290)	5.1.3	
Codice MasterFormat	Testo	Tipo		Codifica numerica per elementi funzionali definita da CSI CODE	23 82 19	
Titolo MasterFormat	Testo	Tipo		Codifica testuale associata a codice MasterFormat per elementi funzionali definita da CSI CODE	Fan coil units	
Codice Categoria	Testo	Tipo		Codice di 2 lettere maiuscole utilizzato per identificare la Categoria di un'istanza	AM	
Identificativo	Testo	Istanza		Tutte le categorie di modello, viste escluse	Caratterizzazione univoca di ogni singola istanza presente all'interno del modello in oggetto. Criterio compilativo: CodiceFamiglia_CodiceTipo_Live llo_Numero progressivo	TRP_TO_MEC_VN_ TE_U0_L42_00003
Codice Padre	Testo	Istanza			Caratterizzazione dell'istanza sorgente di riferimento, nella struttura gerarchica di una Disciplina ***	TRP_TO_MEC_VN_ TE_U0_L42_00003
Codice esistente	Testo	Istanza			Codice rilevato da documentazione esistente per mantenimento informazioni nel passaggio CAD/BIM*	VC2-01 LT
Affidabilità	Testo	Istanza			Classe di affidabilità di un'istanza modellata: 1: misure in sito 2: misure da DWG 3: ipotizzato	2
Codice Famiglia	Testo	Istanza			Codice di 2 lettere (A-Z) usato nella compilazione dell'Identificativo **	NA
Sottodisciplina	Testo	Istanza			Viste	Codice di 3 lettere (A-Z) rappresentativo delle discipline trattate nelle viste (ARI componenti aerulici)

26) Tabella parametri condivisi, Fonte: Linee guida - BIM per il facility management

4.2.6 DENOMINAZIONE DELLE VISTE

La definizione della nomenclatura delle viste è un passaggio fondamentale che viene effettuato a monte della modellazione, poichè, come vedremo in seguito, l'impostazione del browser di progetto è il primo passaggio chiave.

Si è scelto effettuare una nomenclatura delle viste specifica per ognuno dei cinque gruppi di viste proposte da Revit. Le viste appartenenti ai gruppi sono nominate secondo campi separati dal carattere “_” come elencato di seguito:

1) Piante dei pavimenti:

- campo 1: codice sottodisciplina, formato da 3 lettere corrispondenti al parametro condiviso
- campo 2: codice livello, formato da 4 caratteri, di cui i primi 2 sono lettere maiuscole che indicano se il piano è fuoriterra (LF) o interrato (IT) e le ultime 2 il livello del piano.
- campo 3: codice quota altimetrica, composto da 5 numeri, di cui 2 decimali, indica la quota altimetrica in metri del livello del piano

ESEMPIO: IDR_LF30_128.10

2) Piante dei controsoffitti: stessi tre campi delle piante dei pavimenti

3) Viste 3D:

- campo 1: codice sottodisciplina
- campo 2: codice costante, uguale ai caratteri “3D”

ESEMPIO: IDR_3D

4) Prospetti:

- campo 1: codice sottodisciplina
- campo 2: codice orientamento, composto da uno dei 4 punti cardinali

ESEMPIO: IDR_Est

5) Sezioni

- campo 1: codice costante, uguale alla parola “Section”
- campo 2: codice progressivo, composto dal numero progressivo di sezioni create.

ESEMPIO: Section_1

4.3 Analisi dei dati di imput

I dati utilizzati per la modellazione digitale parametrica sono stati forniti dalla regione Piemonte al laboratorio Drawing to the Future. La master list dei file riguardanti la torre utilizzata, aggiornata al 2016, è riportata nella pagina seguente.

Le piante e gli schemi sono stati disegnati con il software Autocad e consegnati in DWG, mentre le relazioni tecniche ed i layout delle sottocentrali sono stati consegnati in PDF.

Le criticità riscontrate riguardo alla fornitura del materiale sono tuttavia molteplici:

- Mancanza di alcuni file, in particolare il layout della centrale idrica in copertura. (oggetto di variante in corso)
- File non corrispondenti alla master list, in particolare le piante degli interrati torre, disegnati all'interno del file 180_PR_3_C_L_P_T_935_03, 181_PR_3_C_L_P_T_925_02 e 182_PR_3_C_L_P_T_915_03 invece che nei file corrispondenti degli interrati torre, per altro non consegnati.
- Non corrispondenza di alcune parti rispetto al costruito, in particolare il layout delle centrali tecnologiche di piano, non riportato nella master list poichè presente nella sezione "impianto di climatizzazione" e le piante dei piani dal L.40 al 42, che sono oggetto di varianti tutt'ora in corso.

La verifica delle planimetrie e delle sezioni tecnologiche è stata effettuata tramite tre sopralluoghi, effettuati il 27/08/2020, il 14/10/2020 e il 17/11/2020. Tali sopralluoghi hanno evidenziato le sopracitate criticità ed hanno permesso di effettuare rilevazioni dimensionali su alcune istanze, come i bollitori.

Alla luce anche dell'impossibilità di ottenere le schede tecniche dei componenti impiantistici, non è stato quindi possibile raggiungere un LOD pari a F, ma il modello è stato sviluppato comunque in modo da poter tranquillamente raggiungere tale livello di dettaglio in futuro.

Per la lettura delle planimetrie DWG si è creato un file Revit apposito, denominato TRP_TO_IDR_CAD_L-02_L47, importando ogni pianta al corrispondente livello di piano.

Tale file è stato poi collegato tramite link ai file TRP_TO_IDR_CEN_L-02_L47 e TRP_IT_IDR_CEN_L-02_L00.

ELENCO ELABORATI COSTRUTTIVO AGGIORNATO GENNAIO 2016										TRASMISSIONE		
police opera	nto	ello	ea di progetto	po di documento	imerazione	Numerazione	Versione	Descrizione	cartella file	trasmitta	protocollo	
IMPIANTO IDRICO-SANITARI TORRE												
166	PR	0	C	L	R	T	001	00	IMPIANTI IDRICO-SANITARI TORRE - RELAZIONE DI CALCOLO	IM0	TR0424-O13	1739C/E/1518/ROS/FOI
167	PR	1	C	L	R	T	002	00	IMPIANTI IDRICO-SANITARI TORRE - RELAZIONE TECNICA	IM0	TR0424-O13	1739C/E/1518/ROS/FOI
168	PR	2	C	L	E	T	003	00	IMPIANTI IDRICO-SANITARI TORRE - SPECIFICHE TECNICHE MATERIALI	IM0	TR0424-O13	1739C/E/1518/ROS/FOI
169	PR	3	C	L	Z	T	010	02	SCHEMA FUNZIONALE SOTTOCENTRALE IDRICA TORRE (ZONA INTERRATI TORRE)	IM5	TR0424-O13	1739C/E/1518/ROS/FOI
171	PR	3	C	L	Z	T	012	03	SCHEMA FUNZIONALE DORSALI E COLONNE MONTANTI ADDUZIONE ACQUA POTABILE	IM5		
172	PR	3	C	L	Z	T	013	02	SCHEMA FUNZIONALE DORSALI E COLONNE MONTANTI IMPIANTO SCARICO ACQUE NERE E ACQUE BIANCHE	IM5	TR0424-O13	1739C/E/1518/ROS/FOI
173	PR	3	C	L	P	T	030	02	LAY OUT SOTTOCENTRALE IDRICA TORRE (ZONA INTERRATI TORRE)	IM5	TR0424-O13	1739C/E/1518/ROS/FOI
174	PR	3	C	L	P	T	031	00	LAY OUT CENTRALE IDRICA TORRE IN COPERTURA	IM5		
175	PR	3	C	L	P	T	032	01	PIANTA LIVELLOTIPO - ADDUZIONE ACQUA POTABILE E SCARICO ACQUE NERE	IM8	TR0424-O13	1739C/E/1518/ROS/FOI
180	PR	3	C	L	P	T	935	03	PIANTA LIVELLO-3 - ADDUZIONE ACQUA POTABILE E SCARICO ACQUE NERE	IM5		
181	PR	3	C	L	P	T	925	02	PIANTA LIVELLO-2 - ADDUZIONE ACQUA POTABILE E SCARICO ACQUE NERE	IM8	TR0424-O13	1739C/E/1518/ROS/FOI
182	PR	3	C	L	P	T	915	03	PIANTA LIVELLO-1 - ADDUZIONE ACQUA POTABILE E SCARICO ACQUE NERE	IM5		
183	PR	3	C	L	P	T	005	02	PIANTA LIVELLO0 - ADDUZIONE ACQUA POTABILE E SCARICO ACQUE NERE	IM8	TR0424-O13	1739C/E/1518/ROS/FOI
184	PR	3	C	L	P	T	025	02	PIANTA LIVELLO2 - ADDUZIONE ACQUA POTABILE E SCARICO ACQUE NERE	IM8	TR0424-O13	1739C/E/1518/ROS/FOI
185	PR	3	C	L	P	T	035	02	PIANTA LIVELLO3 - ADDUZIONE ACQUA POTABILE E SCARICO ACQUE NERE	IM8	TR0424-O13	1739C/E/1518/ROS/FOI
186	PR	3	C	L	P	T	045	02	PIANTA LIVELLO4 - ADDUZIONE ACQUA POTABILE E SCARICO ACQUE NERE	IM8	TR0424-O13	1739C/E/1518/ROS/FOI
187	PR	3	C	L	P	T	055	02	PIANTA LIVELLO5 - ADDUZIONE ACQUA POTABILE E SCARICO ACQUE NERE DA LIVELLO 05 A LIVELLO 08	IM8	TR0424-O13	1739C/E/1518/ROS/FOI
188	PR	3	C	L	P	T	095	02	PIANTA LIVELLO9 - ADDUZIONE ACQUA POTABILE E SCARICO ACQUE NERE DA LIVELLO 09 A LIVELLO 16 E DA LIVELLO 18 A LIVELLO 22	IM8	TR0424-O13	1739C/E/1518/ROS/FOI
189	PR	3	C	L	P	T	175	02	PIANTA LIVELLO17 - ADDUZIONE ACQUA POTABILE E SCARICO ACQUE NERE	IM8	TR0424-O13	1739C/E/1518/ROS/FOI
190	PR	4	C	L	P	T	235	02	PIANTA LIVELLO23 - ADDUZIONE ACQUA POTABILE E SCARICO ACQUE NERE DA LIVELLO 23 A LIVELLO 24	IM8	TR0424-O13	1739C/E/1518/ROS/FOI
191	PR	5	C	L	P	T	255	02	PIANTA LIVELLO25 - ADDUZIONE ACQUA POTABILE E SCARICO ACQUE NERE DA LIVELLO 25 A LIVELLO 28 E DA LIVELLO 30 A LIVELLO42	IM8	TR0424-O13	1739C/E/1518/ROS/FOI
192	PR	6	C	L	P	T	295	02	PIANTA LIVELLO29 - ADDUZIONE ACQUA POTABILE E SCARICO ACQUE NERE	IM8	TR0424-O13	1739C/E/1518/ROS/FOI
IMPIANTO IDRICO-SANITARI INTERRATI TORRE												
PR	2	C	L	Z	I	I	001	00	RELAZIONE DI CALCOLO	IM0	TR0194-N12	2315C/E/1518/ROS/FOI
PR	3	C	L	Z	I	I	002	00	SCHEMA FUNZIONALE SOTTOCENTRALE IDRICA	IM6	TR0194-N12	2315C/E/1518/ROS/FOI
PR	3	C	L	Z	I	I	003	00	SCHEMA COLONNE MONTANTI DISTRIBUZIONE E SCARICO IMPIANTI IDRICOSANITARI	IM6	TR0194-N12	2315C/E/1518/ROS/FOI
PR	3	C	L	P	I	I	004	04	PIANTA LIVELLO -2 - DISTRIBUZIONE IMPIANTI IDRICOSANITARI - QUADRO D'INSIEME	IM6		
PR	3	C	L	P	I	I	005	04	PIANTA LIVELLO -1 - DISTRIBUZIONE IMPIANTI IDRICOSANITARI - QUADRO D'INSIEME	IM6		
PR	3	C	L	P	I	I	006	04	PIANTA LIVELLO -2 E LIVELLO -1 - DISTRIBUZIONE ACQUA CALDA, FREDDA SANITARIA E SCARICHI	IM6		

27) Elenco elaborati costruttivo, Fonte: Regione Piemonte

4.4 Impostazione del file

L'impostazione del file Revit è la prima operazione concreta da effettuare per costituire un modello informativo corretto. Essa è effettuata dopo uno studio accurato del progetto da restituire con la metodologia BIM, secondo i seguenti passaggi:

- Definizione del file template
- Impostazione delle categorie di viste
- gestione dei collegamenti
- acquisizione delle coordinate condivise
- creazione dei sistemi

4.4.1 DEFINIZIONE DEL FILE TEMPLATE

I file template, con estensione .rte, sono file con delle pre-impostazioni specifiche per le discipline e per i bim uses. Questi file sono forniti dalla Autodesk assieme al software, e sono contenuti nella cartella: C:/ProgramData/autodesk_RVT2018/templates.

Nella versione italiana, i file sono contenuti in due cartelle, denominate rispettivamente Generic e Italy.

All'interno della cartella Generic vi sono contenuti tutti i template con delle pre-impostazioni generiche per alcuni stati, tra cui il Regno Unito (Default_M_ENG.rte), la Russia (Default_M_RUS.rte) ed il Giappone (Default_M_JPN.rte). Questi file contengono solo delle impostazioni generali che riguardano il cambio della lingua per le impostazioni del browser di progetto e le unità di misura.

All'interno della cartella Italy sono invece contenuti i file specifici per l'Italia, diversificati a seconda delle discipline e degli usi del modello. E' altresì possibile importare le cartelle contenenti i template di altri stati, come creare dei propri template in base a esigenze specifiche.

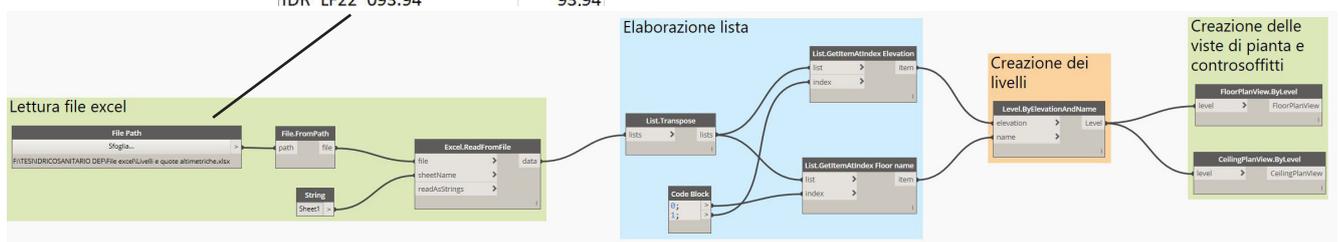
Nel progetto del modello idricosanitario è stato utilizzato il template Plumbing-DefaultITALIA.rte. Il file presenta una configurazione ottimale per la modellazione di impianti idraulici, in particolare:

- l'organizzazione della sottodisciplina Idraulica nel browser di progetto
- La presenza di famiglie idrauliche di default nelle categorie: apparecchi idraulici, estintori, raccordi tubazione e rivestimenti condotti.
- la definizione corretta delle unità di misura
- la pre-impostazione di metodi di instradamento automatici

4.4.2 IMPOSTAZIONE DELLE CATEGORIE DI VISTE

Le categorie di viste, precedentemente illustrate nel paragrafo 4.2.6, sono state organizzate tramite la definizione di un algoritmo con il software Dynamo, presente all'interno di Revit. È stato utilizzato un procedimento algoritmico per velocizzare il processo, in particolare per la generazione e la nomenclatura delle innumerevoli piante dei pavimenti e dei controsoffitti. Per prima cosa è stato creato un file excel con un elenco dei livelli e delle loro quote altimetriche. La nomenclatura dei livelli ha seguito le linee guida precedentemente citate. Successivamente si è utilizzato il software Dynamo per sviluppare l'algoritmo. La creazione e la nomenclatura delle viste 3D, dei prospetti e delle sezioni è invece stata fatta manualmente. Nel file interrati torre tutte le categorie di viste sono state impostate manualmente. Il seguente algoritmo genera viste di pianta di default, ovvero in scala 1:100 con livello di dettaglio medio e stile di visualizzazione linee nascoste, lasciando di default anche le sostituzioni di visibilità grafica. Tutti i livelli e le griglie create sono automaticamente spostate all'interno del workset "Griglie e livelli condivisi" appena selezionata l'opzione collabora dall'omonimo pannello. Questo è l'unico workset utilizzato per ragioni di model checking (oltre a quello di default workset 1), poichè l'impianto è un unicum sviluppato da un unico modellatore.

IDR_LI03_-010.24	-10,24	IDR_LF23_098.21	98,21
IDR_LI02_-008.54	-8,54	IDR_LF24_102.48	102,48
IDR_LI01_-004.27	-4,27	IDR_LF25_106.75	106,75
IDR_LF00_000.00	0	IDR_LF26_111.02	111,02
IDR_LF01_004.27	4,27	IDR_LF27_115.29	115,29
IDR_LF02_008.54	8,54	IDR_LF28_119.56	119,56
IDR_LF03_012.81	12,81	IDR_LF29_123.83	123,83
IDR_LF04_017.08	17,08	IDR_LF30_128.10	128,1
IDR_LF05_021.35	21,35	IDR_LF31_132.37	132,37
IDR_LF06_025.62	25,62	IDR_LF32_136.64	136,64
IDR_LF07_029.89	29,89	IDR_LF33_140.91	140,91
IDR_LF08_034.16	34,16	IDR_LF34_145.18	145,18
IDR_LF09_038.43	38,43	IDR_LF35_149.45	149,45
IDR_LF10_042.70	42,7	IDR_LF36_153.72	153,72
IDR_LF11_046.97	46,97	IDR_LF37_157.99	157,99
IDR_LF12_051.24	51,24	IDR_LF38_162.26	162,26
IDR_LF13_055.51	55,51	IDR_LF39_166.53	166,53
IDR_LF14_059.78	59,78	IDR_LF40_170.80	170,8
IDR_LF15_064.05	64,05	IDR_LF41_175.07	175,07
IDR_LF16_068.32	68,32	IDR_LF42_179.34	179,34
IDR_LF17_072.59	72,59	IDR_LF43_183.61	183,61
IDR_LF18_076.86	76,86	IDR_LF44_187.88	187,88
IDR_LF19_081.13	81,13	IDR_LF45_191.05	191,05
IDR_LF20_085.40	85,4	IDR_LF46_196.11	196,11
IDR_LF21_089.67	89,67	IDR_LF47_200.45	200,45
IDR_LF22_093.94	93,94		



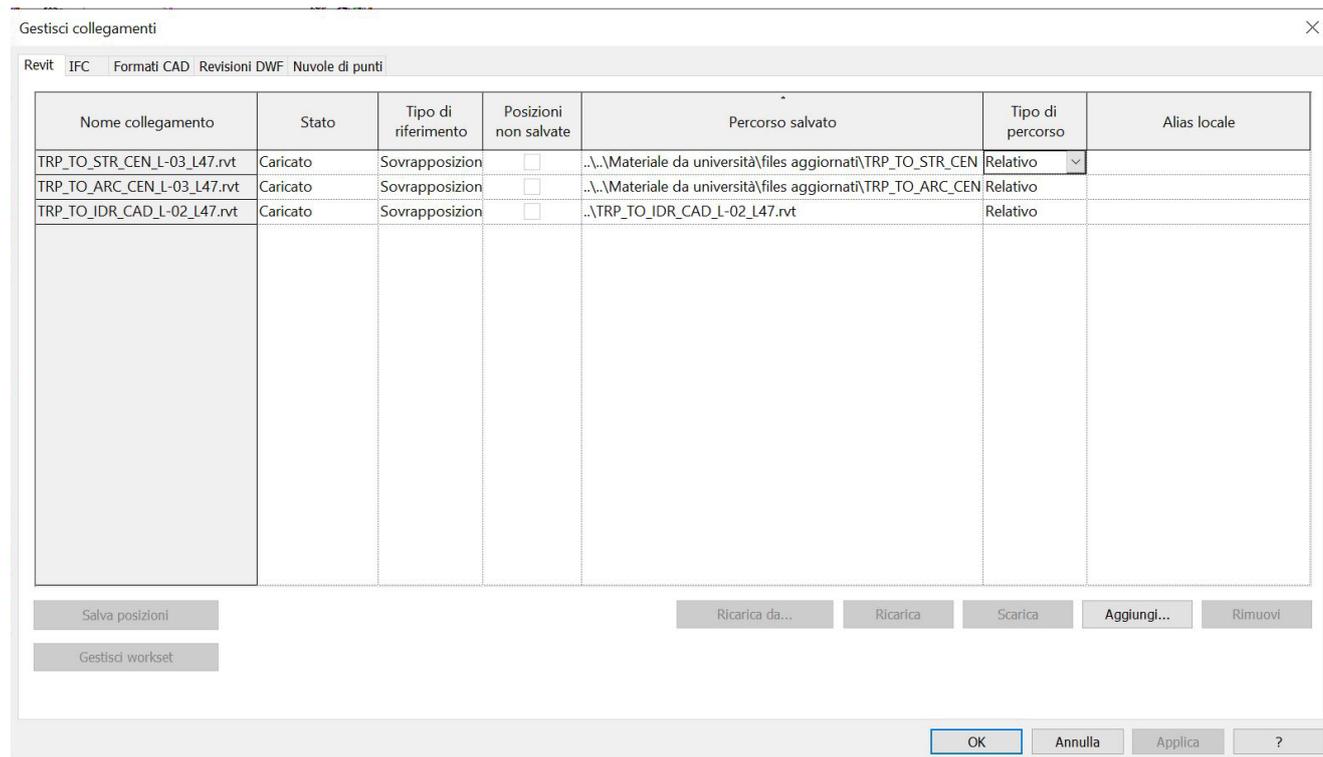
28) Algoritmo di creazione e compilazione della nomenclatura delle piante dei pavimenti e dei controsoffitti.

4.4.3 GESTIONE DEI COLLEGAMENTI

All'interno dei file del modello idricosanitario della torre e degli interrati torre è stato necessario collegare i rispettivi file delle discipline architettonico, strutturale e link CAD.

Ciò per garantire un corretto svolgimento della modellazione, oltre che per sviluppare una serie di elaborati quali piante, prospetti e sezioni.

I collegamenti nell'ambiente di lavoro revit sono gestiti attraverso la barra multifunzione gestisci/gestisci collegamenti.



29) Schermata di gestione dei collegamenti, Autodesk Revit 2018.

Il tipo di percorso del collegamento può essere impostato su relativo o assoluto.

Un collegamento relativo verrà impostato come secondario all'interno di un file nidificato, mentre assoluto verrà mantenuto come fosse all'interno del file.

Si è quindi scelto di impostare il tipo di percorso in relativo, ciò significa che i file dell'impianto idricosanitario quando verranno utilizzati all'interno di un file di coordinamento non manterranno i link delle altre discipline.

4.4.4 ACQUISIZIONE DELLE COORDINATE CONDIVISE

Una volta collegati i file delle varie discipline tramite percorso relativo, si è potuto importare il sistema di coordinate da tali file. Si è quindi scelto di acquisire le coordinate del modello architettonico centrale, tramite il comando acquisisci coordinate, collocato sempre nella scheda gestisci della barra multifunzione.

Questo step è fondamentale da effettuare prima di modellare qualsiasi elemento, poichè definisce il sistema di coordinate globali di riferimento per tutte le istanze.

4.4.5 CREAZIONE DEI SISTEMI

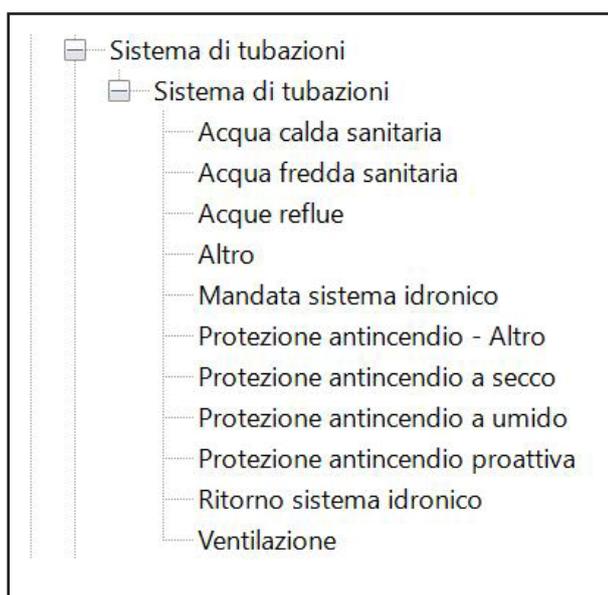
I sistemi in Revit sono molto articolati nella loro gestione e creazione. La loro definizione è fondamentale nella fase preliminare, in quanto la loro assegnazione post-modellazione risulta molto complessa se non impossibile. I sistemi sono molto utili nella visualizzazione del modello idricosanitario, nonché nella generazione di abachi, come vedremo in seguito.

All'interno dei file template, esistono 2 categorie di sistemi:

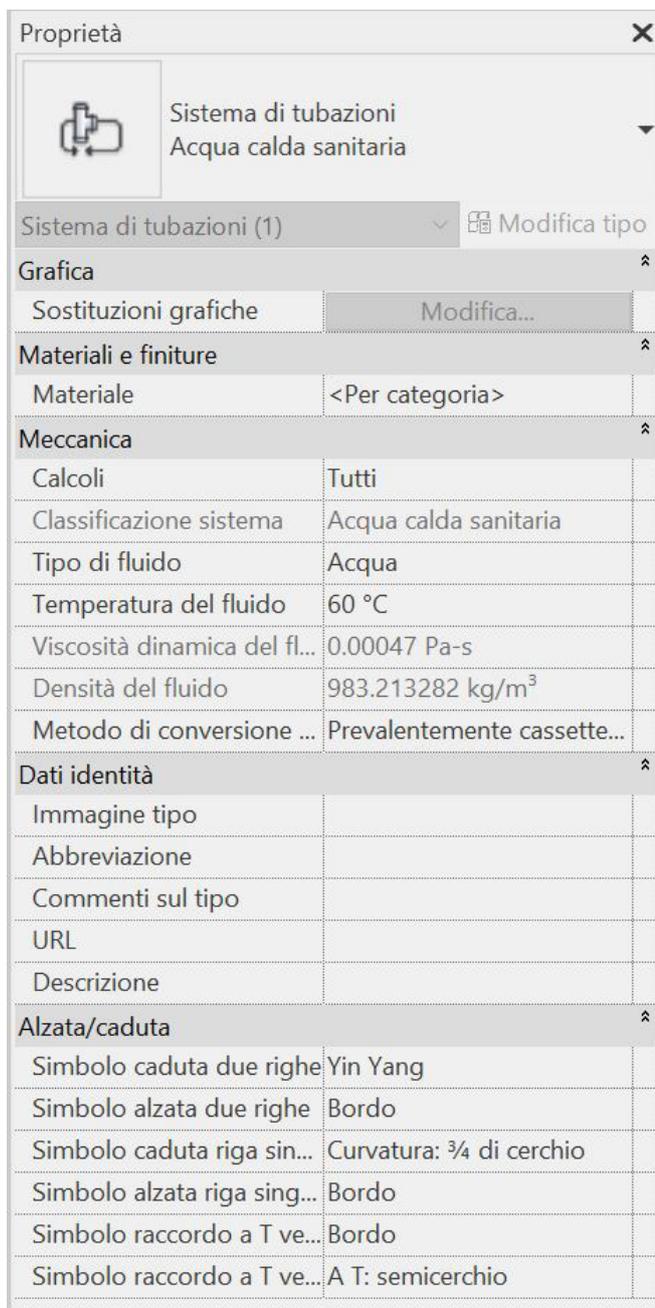
- sistema di condotti
- sistema di tubazioni

Tali sistemi, accessibili dal browser di progetto (famiglie/sistema di tubazioni), sono stati concepiti rispettivamente per le discipline meccanica ed idraulica.

I sistemi di tubazioni di default, sono 11, come raffigurato in seguito.



30) Elenco a tendina Sistema di tubazioni all'interno del Browser di progetto, Autodesk revit 2018.



31) Barra di proprietà del sistema di default Acqua calda sanitaria, Autodesk Revit 2018.

Ciascuno dei sistemi elencati possiede delle sue proprietà di tipo, che è possibile analizzare nell'apposita barra.

Le proprietà raffigurate in carattere scuro sono modificabili, mentre quelle in carattere chiaro sono non modificabili o dipendono da un altro parametro, come ad esempio la viscosità dinamica del fluido, che varia in base al fluido selezionato.

L'unica proprietà che non è possibile modificare in alcun modo è la classificazione sistema.

Per il progetto dei file idricosanitari si è scelto di adottare una nomenclatura dei sistemi diversi da quelli di default, che rispecchiassero in maniera più logica i criteri di classificazione degli esecutivi forniti dalla Regione Piemonte. Tale classificazione è così composta:

NOMENCLATURA

- AC - Acqua calda sanitaria
- AD - Acqua duale
- AF - Acqua fredda in pressione da centrale principale
- AFQ - Acqua fredda in pressione di acquedotto
- RC - Ricircolo acqua calda sanitaria
- SCO - Scarico condensa
- SC - Scarico acque nere
- STB - Scambio termico bollitori

COLORE



Per la creazione di nuovi sistemi diversi da quelli di default è necessario duplicare i sistemi esistenti, ponendo attenzione alla loro classificazione di sistema.

Questo perchè le classificazione dei sistemi sono imm modificabili, come detto precedentemente, e se un sistema viene duplicato mantiene la sua classificazione standard.

Per duplicare un sistema occorre semplicemente cliccare con il tasto destro del mouse all'interno del browser di progetto sul sistema scelto e selezionare l'opzione duplica.

Il sistema verrà duplicato con la sua nomenclatura originale più il numero progressivo di copia, nel caso sia la prima il numero 1.

Per il sistema AC, AF ed SC non è stato necessario creare nuovi sistemi, ma si sono rinominati i sistemi acqua calda sanitaria, acqua fredda sanitaria e acque reflue.

Per tutti gli altri sistemi si sono duplicati i sistemi esistenti a seconda della loro classificazione di sistema.

Il vincolo posto dal software riguardo alla creazione di nuovi sistemi ed alla loro classificazione è un forte limite allo sviluppo di sistemi complessi.

Ciò è un chiaro segno di come Revit (almeno nelle versioni 2018-2019) non voglia porsi come software all-in-one, adatto anche alla progettazione ingegneristica, ma vuole rimanere un software BIM authoring legato alla gestione informativa, più che al calcolo ingegneristico, il quale viene lasciato ad altre piattaforme.

Revit possiede la capacità di effettuare calcoli fluidodinamici complessi, analizzando i valori di flusso e pressione (tramite le equazioni di Colebrook e di Haaland) ma solo su impianti di piccole dimensioni, per appunto una serie di vincoli e di limiti software imposti dalla stessa Autodesk.

Per queste ragioni si è scelto di effettuare il modello idricosanitario solamente in funzione dei bim uses specificati nel capitolo 3.3.

4.5 Creazione della libreria di famiglie parametriche

Il passo successivo nel processo operativo di modellazione consiste nel creare una libreria di famiglie parametriche. Esse rappresentano tutti i componenti dell'impianto idricosanitario, che nel modello vengono organizzati secondo la gerarchia di Revit *categoria di famiglia/famiglia/tipo/istanza*. La creazione delle famiglie avviene all'interno dell'apposito editor all'interno di Revit. Per l'elenco completo delle famiglie e dei tipi si rimanda al paragrafo 4.1.4.

Un impianto idraulico in autodesk Revit è organizzato tramite le seguenti categorie di famiglie:

- Accessori per tubazioni
- Apparecchi idraulici
- Isolamento tubazioni
- Raccordi tubazioni
- Tubazioni
- Tubazioni flessibili

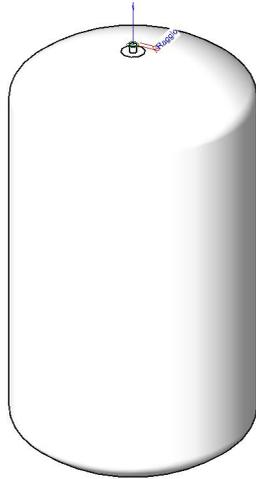
Si ricorda che la categoria sistemi di tubazioni, pur essendo una categoria di famiglia, non segue la gerarchia di tipo/istanza.

Ognuna di queste categorie contiene al suo interno delle famiglie, che possono essere di due tipologie:

- *di sistema*, ovvero famiglie pre-impostate fornite all'interno del software. Esse possono essere modificate sia nei loro attributi geometrici che informativi, rimane tuttavia impossibile rinominarle.
- *caricabili*, sono famiglie create dall'utente, completamente personalizzabili.
- *locali*, sono famiglie che possono essere modificate direttamente nel progetto, senza accedere all'editor. Si utilizzano molto raramente solo nel caso in cui vi siano istanze da modellare su misura, come ad esempio arredi particolari.

Si riporta di seguito un esempio di famiglia per ogni categoria presente nel file TRP_TO_IDR_CEN_L-02_L47, approfondendo le categorie raccordi tubazioni e tubazioni. Sono presenti solamente i parametri di tipo di famiglia, quelli condivisi verranno trattati in seguito.

Vaso d'espansione

Categoria: ACCESSORI PER TUBAZIONI		<p>Rappresentazione geometrica</p> 
Codice categoria	AT	
Tipologia famiglia	Caricabile	
Nomenclatura famiglia	TRP_TO_IDR_AA	
Funzione	Accessorio	
Codice funzione	AC	
Caratteristica	Capacità (l)	
Codice caratteristica	150 300	
Tipi di famiglia	AC_150 AC_300	
Commenti	<i>In mancanza di scheda tecnica si è provveduto ad inserire parametri di tipo di famiglia standard.</i>	

Tipi di famiglia

Nome del tipo: AC_150

Parametri di ricerca

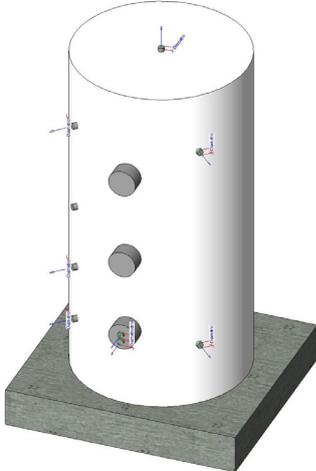
Parametro	Valore	Formula	Blocca
Grafica			
Utilizza scala di annotazione (default)	<input type="checkbox"/>	=	
Materiali e finiture			
Materiale	Default	=	
Idraulica			
Capacità	150 l	=	
Pressione massima d'esercizio	15.000000	= 15 barra	
Temperatura massima d'esercizio	100.00 °C	=	
Dimensioni			
Altezza	444.5	=	<input checked="" type="checkbox"/>
Diametro nominale	19.1	=	<input checked="" type="checkbox"/>
Diametro serbatoio	317.5	=	<input checked="" type="checkbox"/>
Meccanica			
Metodo di perdita		=	
Tabella di coefficienti K		=	
Coefficiente K		=	
Dati identità			
URL		=	
Commenti sul tipo		=	
Modello		=	
Produttore		=	
Descrizione		=	
Codice assieme		=	
Immagine tipo		=	
Nota chiave		=	
Costo		=	

Come gestire i tipi di famiglia

Gestisci tabelle di ricerca

32) Parametri di tipo di famiglia, tipo AC_150.

Bollitore 800 l

Categoria: RACCORDI TUBAZIONE		<p>Rappresentazione geometrica</p>  <p>Livello di dettaglio: alto Stile di visualizzazione: realistico</p>
Codice categoria	AT	
Tipologia famiglia	Caricabile	
Nomenclatura famiglia	TRP_TO_IDR_BB	
Funzione	Sorgente	
Codice funzione	SO	
Caratteristica	Capacità (l)	
Codice caratteristica	800	
Tipi di famiglia	SO_800	
Commenti	<i>In mancanza di scheda tecnica si è provveduto ad inserire parametri di tipo di famiglia standard.</i>	

Tipi di famiglia

Nome del tipo: SO-800

Parametri di ricerca

Parametro	Valore	Formula	Blocc
Materiale e finiture			
Materiale basamento	Calcestruzzo armato	=	
Materiale rivestimento	Verniciatura caldaia	=	
Idraulica			
Connessione di ventilazione	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Connessione di scarico	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Connessione CW	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Connessione HW	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Dimensioni			
A	545.0	=	<input type="checkbox"/>
B	635.0	=	<input type="checkbox"/>
C	845.0	=	<input type="checkbox"/>
D	900.0	=	<input type="checkbox"/>
DI	800.0	=	<input type="checkbox"/>
DN1	32.0	=	<input type="checkbox"/>
DN2	32.0	=	<input type="checkbox"/>
DN3	32.0	=RN3 * 2	<input type="checkbox"/>
DN4	32.0	=RN3 * 2	<input type="checkbox"/>
DN5	32.0	=RN3 * 2	<input type="checkbox"/>
DN6	32.0	=RN3 * 2	<input type="checkbox"/>
DN7	32.0	=RN3 * 2	<input type="checkbox"/>
DN8	32.0	=RN3 * 2	<input type="checkbox"/>
E	1055.0	=	<input type="checkbox"/>
F	1195.0	=	<input type="checkbox"/>
G	1525.0	=	<input type="checkbox"/>
H	1985.0	=	<input type="checkbox"/>
L	1385.0	=	<input type="checkbox"/>
M	1665.0	=	<input type="checkbox"/>
O	520.0	=	<input type="checkbox"/>
RN3	16.0	=	<input type="checkbox"/>
S1	100.0	=	<input type="checkbox"/>
S2	280.0	=	<input type="checkbox"/>

Gestisci tabelle di ricerca

OK Annulla Applica

33) Parametri di tipo di famiglia, tipo SO_800

Isolamento tubazioni

L'isolamento tubazioni non è una famiglia con proprietà geometriche, ma bensì una famiglia avente come host una qualsiasi tubazione. Esiste una sola famiglia, non replicabile, al cui interno vi possono essere più tipi, duplicabili e diversificati da materiali diversi.

Categoria: ISOLAMENTO TUBAZIONI	
Codice categoria	IS
Tipologia famiglia	Di sistema
Nomenclatura famiglia	Isolamento tubazione
Tipi di famiglia	Fibra di vetro con rivestimento PVC
Commenti	<i>In mancanza di scheda tecnica si è provveduto ad inserire parametri di tipo di famiglia standard.</i>

Proprietà del tipo

Famiglia: Famiglia di sistema: Isolamento tubazione

Tipo: Fibra di vetro con rivestimento PVC

Parametri tipo

Parametro	Valore
Materiali e finiture	
Materiale	Isolamento - Fibra di vetro con rives
Dati identità	
Immagine tipo	
Nota chiave	
Modello	
Produttore	
Commenti sul tipo	
URL	
Descrizione	
Descrizione assieme	
Codice assieme	
Contrassegno tipo	
Costo	

[Qual è l'azione di queste proprietà?](#)

<< Anteprima

L'applicazione dell'isolamento alle tubazioni avviene tramite l'apposito comando della barra multifunzione che appare una volta selezionata una tubazione.

E' possibile anche modificare l'isolamento tramite un apposito comando.

Essendo una famiglia di sistema non è modificabile e non è possibile aggiungere parametri personalizzati, come ad esempio i parametri condivisi.

34) Parametri di tipo di famiglia, tipo Fibra di vetro con rivestimento PVC

Raccordi tubazioni

La categoria raccordi tubazioni è una categoria speciale, in quanto le famiglie di sistema possono essere rinominate, così come i tipi, i quali non possono però essere parametrizzati. Contengono inoltre un parametro di tipo unico, ovvero le tabelle di ricerca. Si differenzia quindi l'approccio a tale categoria in funzione della tipologia di famiglia, di sistema o caricabile, riportandone quindi un esempio di entrambi i casi.

I parametri di tipo delle famiglie di sistema appartenenti alla categoria dimensioni sono organizzati tramite l'impostazione delle tabelle di ricerca. Queste ultime, assieme al parametro di tipo *preferenze di instradamento* delle famiglie di sistema tubazioni, permettono un enorme vantaggio in termini di tempo di modellazione, automatizzando il procedimento di selezione dei raccordi e del loro settaggio.

Le tabelle di ricerca sono matrici di dati strutturati che grazie alla loro impostazione permettono di associare, ad ogni possibile combinazione di dati di ingresso, una combinazione di dati in uscita (file .CSV). La loro impostazione è gestibile tramite l'apposito comando presente all'interno della finestra tipi di famiglia della famiglia di sistema.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	,ND##length##millimeters,FOD##length##millimeters,CtE##length##millimeters							
2	0,5	15,000000	21,300000	25,000000				
3	0,75	20,000000	26,700000	29,000000				
4	1,25	30,000000	33,400000	38,000000				
5	1,25	32,000000	42,200000	48,000000				
6	1,5	40,000000	48,300000	57,000000				
7	2,5	50,000000	60,300000	64,000000				
8	2,5	65,000000	73,000000	76,000000				
9	3,8	80,000000	88,900000	86,000000				
10	3,5	90,000000	101,600000	95,000000				
11	4,1	100,000000	114,300000	105,000000				
12	5,1	125,000000	141,300000	124,000000				
13	6,1	150,000000	168,300000	143,000000				
14	8,2	200,000000	219,100000	178,000000				
15	10,2	250,000000	273,000000	216,000000				
16	12,3	300,000000	323,800000	254,000000				
17	14,3	350,000000	355,600000	279,000000				
18	16,4	400,000000	406,400000	305,000000				
19	18,4	450,000000	457,000000	343,000000				
20	20,5	500,000000	508,000000	381,000000				
21	22,5	550,000000	559,000000	419,000000				
22	24,6	600,000000	610,000000	432,000000				
23	26,6	650,000000	660,000000	495,000000				
24	28,7	700,000000	711,000000	521,000000				
25	30,7	750,000000	762,000000	559,000000				
26	32,8	800,000000	813,000000	597,000000				
27	34,8	850,000000	864,000000	635,000000				
28	36,9	900,000000	914,000000	673,000000				
29	38,9	950,000000	965,000000	711,000000				
30	40,1	1000,000000	1016,000000	749,000000				
31	42,1	1050,000000	1067,000000	762,000000				
32	44,1	1100,000000	1118,000000	813,000000				
33	46,1	1150,000000	1168,000000	851,000000				
34	48,1	1200,000000	1219,000000	889,000000				
35								

Nella prima riga del file vengono riportati, colonna per colonna, tutti i parametri dimensionali definiti da Revit, che verranno richiamati nell'instradamento.

La sintassi del file è quindi la seguente:

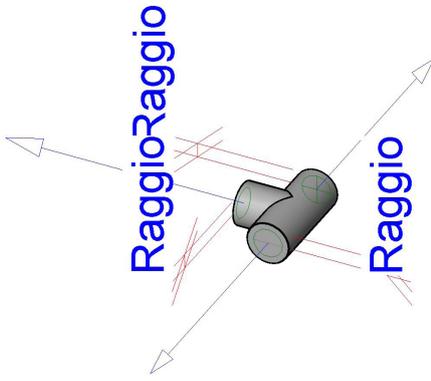
Parametername##ParameterType##Type##ParameterUnits.

I parametri vengono richiamati all'interno dei parametri di tipo dimensioni secondo la seguente formula:

size_lookup (nome tabella di ricerca, "Colonna di ricerca", Valore se non trovato, Valore di ricerca).

35) Tabella di ricerca di default M_Tee - Welded- Generic

Raccordo a T saldato generico

Categoria: RACCORDI TUBAZIONE		<p>Rappresentazione geometrica</p>  <p>Livello di dettaglio: alto Stile di visualizzazione: realistico</p>
Codice categoria	RT	
Tipologia famiglia	Di sistema	
Nomenclatura famiglia	TRP_TO_IDR_RS	
Funzione	Raccordo	
Codice funzione	RA	
Caratteristica	Tipologia	
Codice caratteristica	Standard	
Tipi di famiglia	RA_Standard	
Commenti	<p><i>In mancanza di scheda tecnica si è provveduto ad inserire parametri di tipo di famiglia standard.</i></p>	

Tipi di famiglia

Nome del tipo: RA_Standard

Parametri di ricerca

Parametro	Valore	Formula	Blocca
Grafica			
Utilizza scala di annotazione (default)	<input type="checkbox"/>	=	
Dimensioni			
Dimensione contrassegno (default)	8.5 mm	=Diametro esterno raccordo * 0	<input type="checkbox"/>
Raggio nominale (default)	7.5 mm	=	<input type="checkbox"/>
Diametro nominale (default)	15.0 mm	=Raggio nominale * 2	<input type="checkbox"/>
Diametro esterno raccordo (default)	21.3 mm	=size_lookup(Nome tabella di ri	<input type="checkbox"/>
Da centro a estremità (default)	25.0 mm	=size_lookup(Nome tabella di ri	<input type="checkbox"/>
Angolo (default)	90.00°	=	<input type="checkbox"/>
Meccanica			
Metodo di perdita	Coefficiente K da tabella	=	
Tabella di coefficienti K	Tee	=	
Coefficiente K		=	
Altro			
Nome tabella di ricerca	M_Tee - Welded - Generic	=	
Testo etichetta da centro a estremità (default)	25.0 mm	=if(Da centro a estremità * tan(<input type="checkbox"/>
Raggio esterno raccordo (default)	10.7 mm	=Diametro esterno raccordo / 2	<input type="checkbox"/>
Angolo 1 (default)	90.00°	=if(Angolo > 90°, 180° - Angol	<input type="checkbox"/>
IsCustom (default)	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Dati identità			

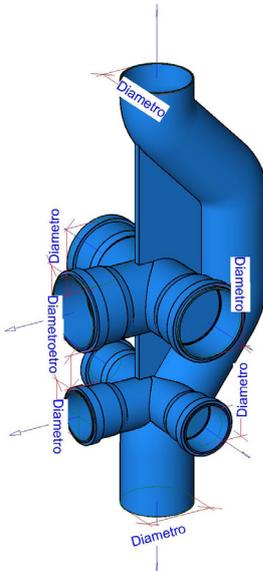
Gestisci tabelle di ricerca

OK Annulla Applica

[Come gestire i tipi di famiglia](#)

36) Parametri di tipo di famiglia, tipo RA standard

Braga miscelatrice tipo Sovent

Categoria: RACCORDI TUBAZIONE		<p>Rappresentazione geometrica</p>  <p>Livello di dettaglio: alto Stile di visualizzazione: realistico</p>
Codice categoria	RT	
Tipologia famiglia	Caricabile	
Nomenclatura famiglia	TRP_TO_IDR_BR	
Funzione	Accessorio	
Codice funzione	AC	
Caratteristica	Diametro	
Codice caratteristica	110	
Tipi di famiglia	AC_110	
Commenti	<i>In mancanza di scheda tecnica si è provveduto ad inserire parametri di tipo di famiglia standard.</i>	

Tipi di famiglia

Nome del tipo: RA_110

Parametri di ricerca

Parametro	Valore	Formula	Blocca
Grafica			
Utilizza scala di annotazione (default)	<input type="checkbox"/>	=	
Dimensioni			
diametro ingresso 1	110.0 mm	=	<input type="checkbox"/>
diametro ingresso 2	110.0 mm	=	<input type="checkbox"/>
diametro ingresso 3	110.0 mm	=	<input type="checkbox"/>
diametro ingresso 4	55.0 mm	=	<input type="checkbox"/>
diametro ingresso 5	55.0 mm	=	<input type="checkbox"/>
diametro uscita 1	110.0 mm	=	<input type="checkbox"/>
diametro uscita 2	110.0 mm	=	<input type="checkbox"/>
diametro uscita 3	75.0 mm	=	<input type="checkbox"/>
Meccanica			
Coefficiente K		=	
Metodo di perdita		=	
Tabella di coefficienti K		=	
Altro			
IsCustom (default)	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Dati identità			
Codice assieme		=	
Commenti sul tipo		=	
Costo		=	
Descrizione		=	
Immagine tipo		=	
Modello		=	
Modello		=	

Gestisci tabelle di ricerca

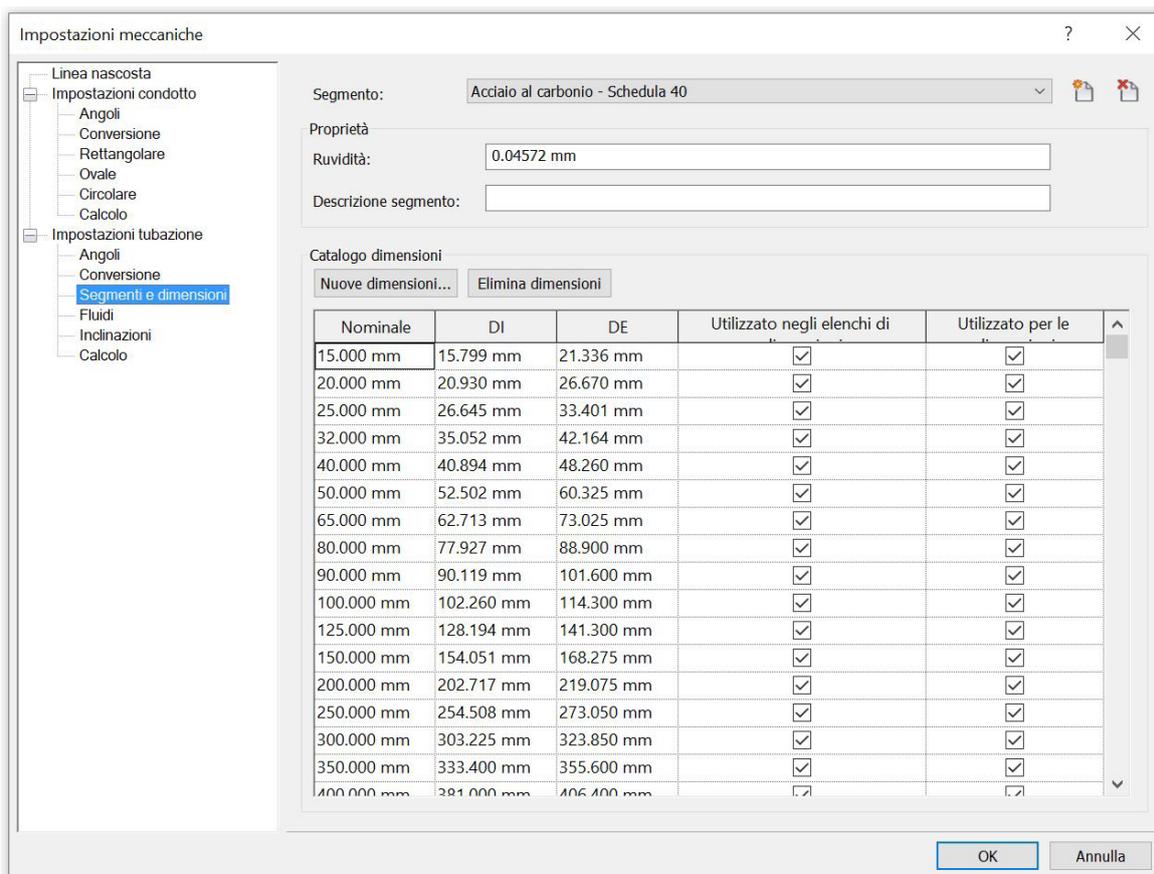
OK Annulla Applica

[Come gestire i tipi di famiglia](#)

37) Parametri di tipo di famiglia, tipo RA_110

Tubazioni

I tipi di tubazioni sono contenuti tutti all'interno della famiglia di sistema tubazioni all'interno della categoria tubazione. I tipi sono duplicabili e rinominabili, mentre la famiglia no. Revit gestisce le impostazioni delle tubazioni tramite le impostazioni meccaniche, presenti nella sezione idraulica e tubazioni nella barra multifunzione della scheda sistemi. Cliccando sull'apposito tasto in basso a destra si accederà alla schermata di impostazioni meccaniche, suddivisa in impostazioni meccaniche e impostazioni tubazioni.



38) Impostazioni meccaniche, Segmenti e dimensioni tubazione

Da qui è possibile impostare:

- Angoli di raccordo delle tubazioni
- Segmenti e dimensioni in base al materiale (selezionabile dal menù segmento)
- Fluidi, impostazioni di temperatura, viscosità dinamica e densità
- Inclinazioni
- calcolo fluidodinamico

Le impostazioni di modellazione sono definite dalle preferenze di instradamento, l'unica proprietà di tipo modificabile, che verrà di seguito analizzata.

Tubazioni flessibili

Come le tubazioni, anche le tubazioni flessibili sono famiglie di sistema. I tipi possono essere duplicati/rinominati, ma non posseggono il parametro di tipo modificabile "preferenze di instradamento". Infatti all'interno dei parametri di tipo esistono dei parametri preimpostati nella tipologia "raccordi" che fungono da preferenze di instradamento. ciò perchè la tubazione flessibile circolare ha un solo diametro immodificabile. Significa che la creazione di nuovi tipi darà origine a tubazioni flessibili circolari con lo stesso diametro ma con la possibilità di avere raccordi diversi.

La caratteristica principale è il tipo di giunzione preferita, parametro di tipo.

The screenshot shows a dialog box titled "Proprietà del tipo" (Type Properties). It contains the following elements:

- Famiglia:** Famiglia di sistema: Tubazione flessibile circolare
- Tipo:** FX_T
- Buttons: Carica..., Duplica..., Rinomina...
- Parametri tipo** section with a table:

Parametro	Valore
Raccordi	
Tipo di giunzione preferito	A T
T	TRP_TO_IDR_RS: RA_Standard
Rubinetto	Nessuno
Transizione	TRP_TO_IDR_TS: RA_Standard
Unione	TRP_TO_IDR_IG: RA_Standard
Meccanica	
Ruvidità	0.04572 mm
Dati identità	
Immagine tipo	
Nota chiave	
Modello	
Produttore	
Commenti sul tipo	
URL	
Descrizione	
Descrizione assieme	
Codice assieme	
Contrassegno tipo	
Costo	

Qual è l'azione di queste proprietà?

Buttons: << Anteprima, OK, Annulla, Applica

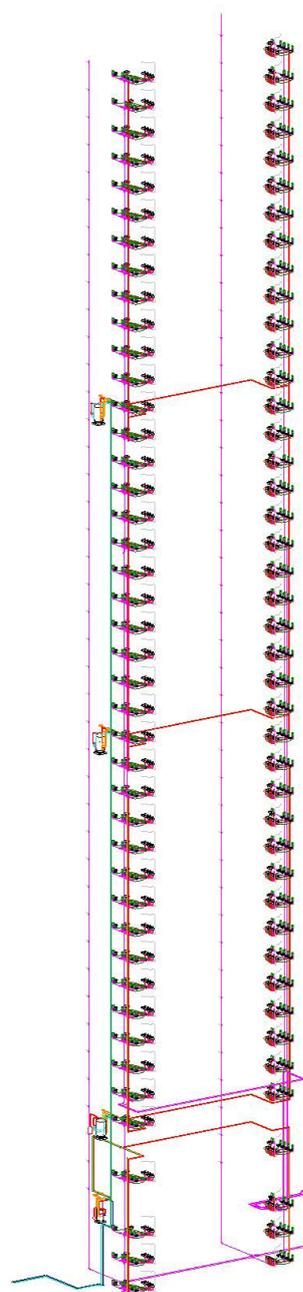
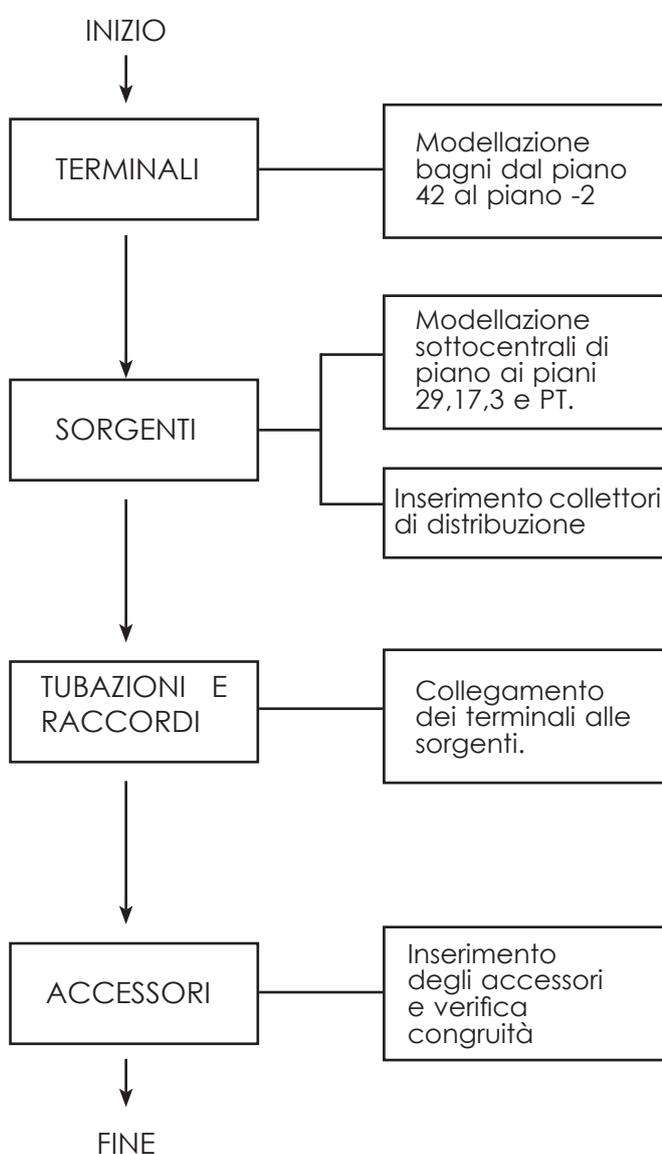
39) Parametri di tipo di famiglia, FX_T

4.6 Modellazione operativa dei contenuti informativi

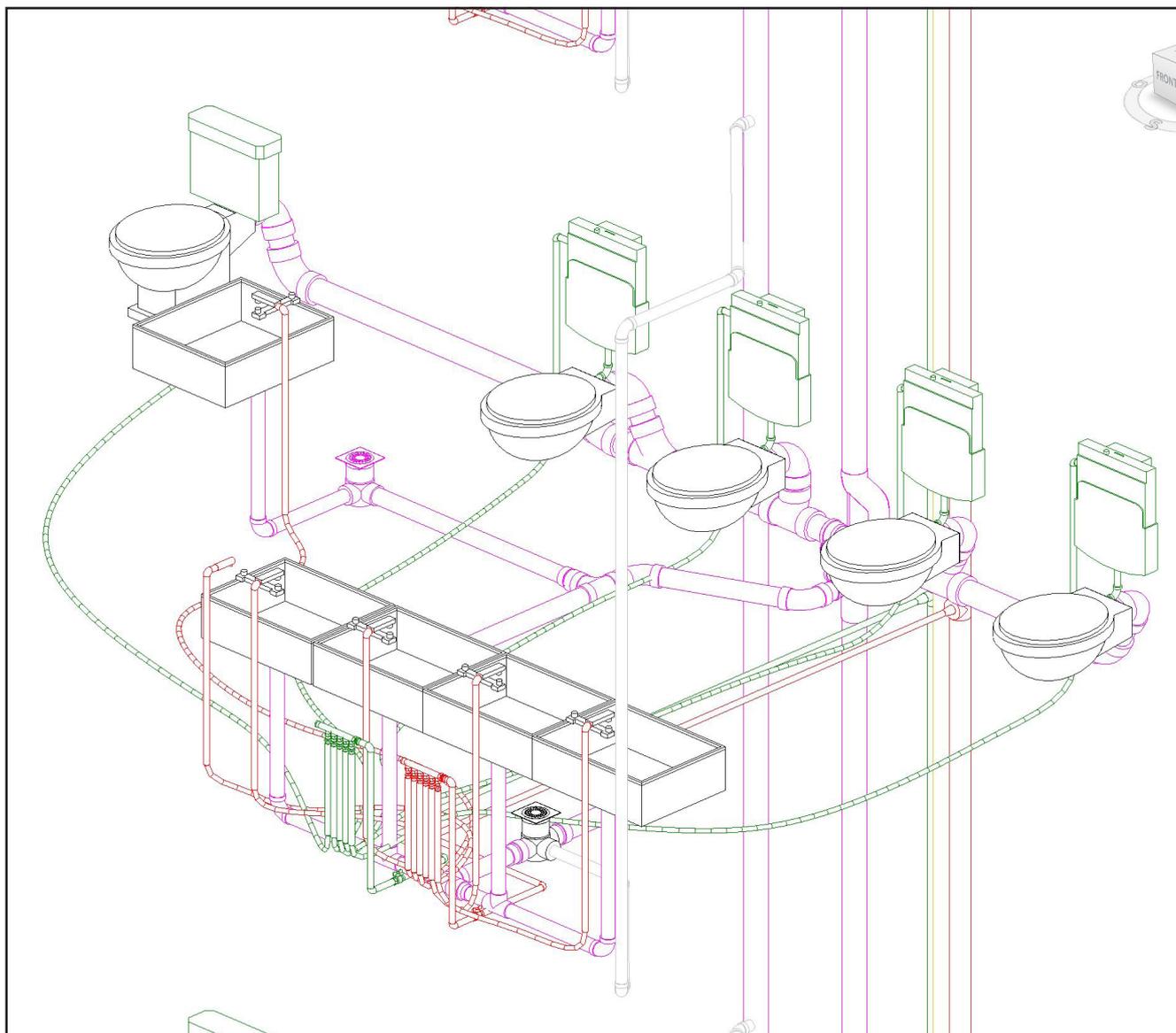
Una volta studiato l'impianto, impostato il file generata la libreria di famiglie si è proceduto con la modellazione operativa dei due file, torre ed interrati torre.

Si è deciso di modellare le istanze partendo dalla copertura per scendere al livello -2 della torre. Il file interrati è stato modellato a parte, seguendo lo stesso principio (dal p.0 al p. -2). La modellazione ha seguito la gerarchia *terminali/sorgenti/tubazioni e raccordi/accessori*, in modo da verificare ogni step prima di passare al successivo.

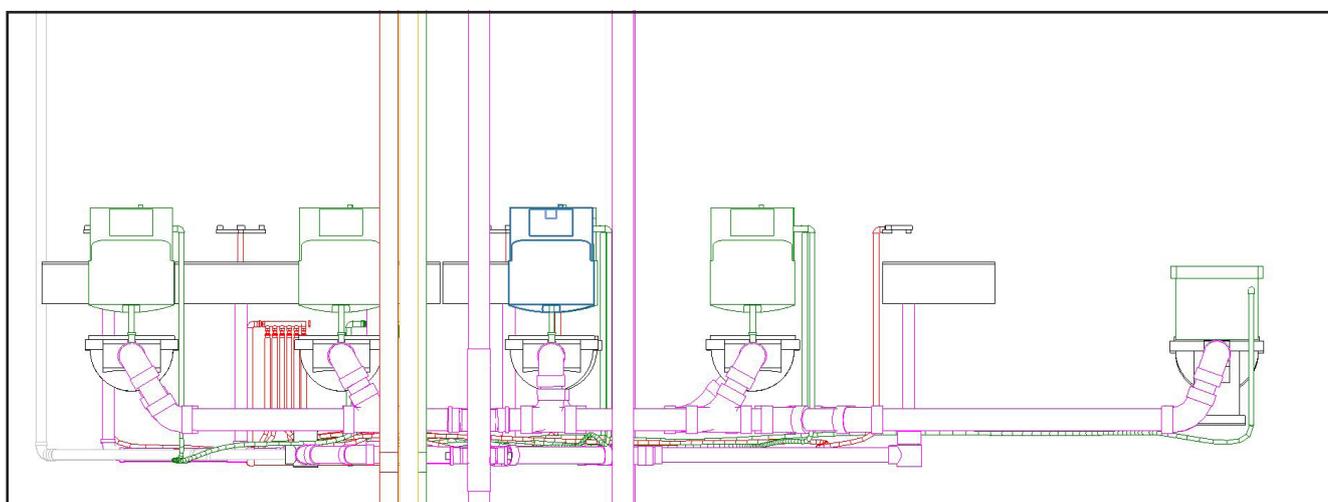
Le maggiori criticità si sono riscontrate nella modellazione delle sottocentrali di piano, poichè i dati forniti dalla Regione presentavano irregolarità rispetto al costruito.



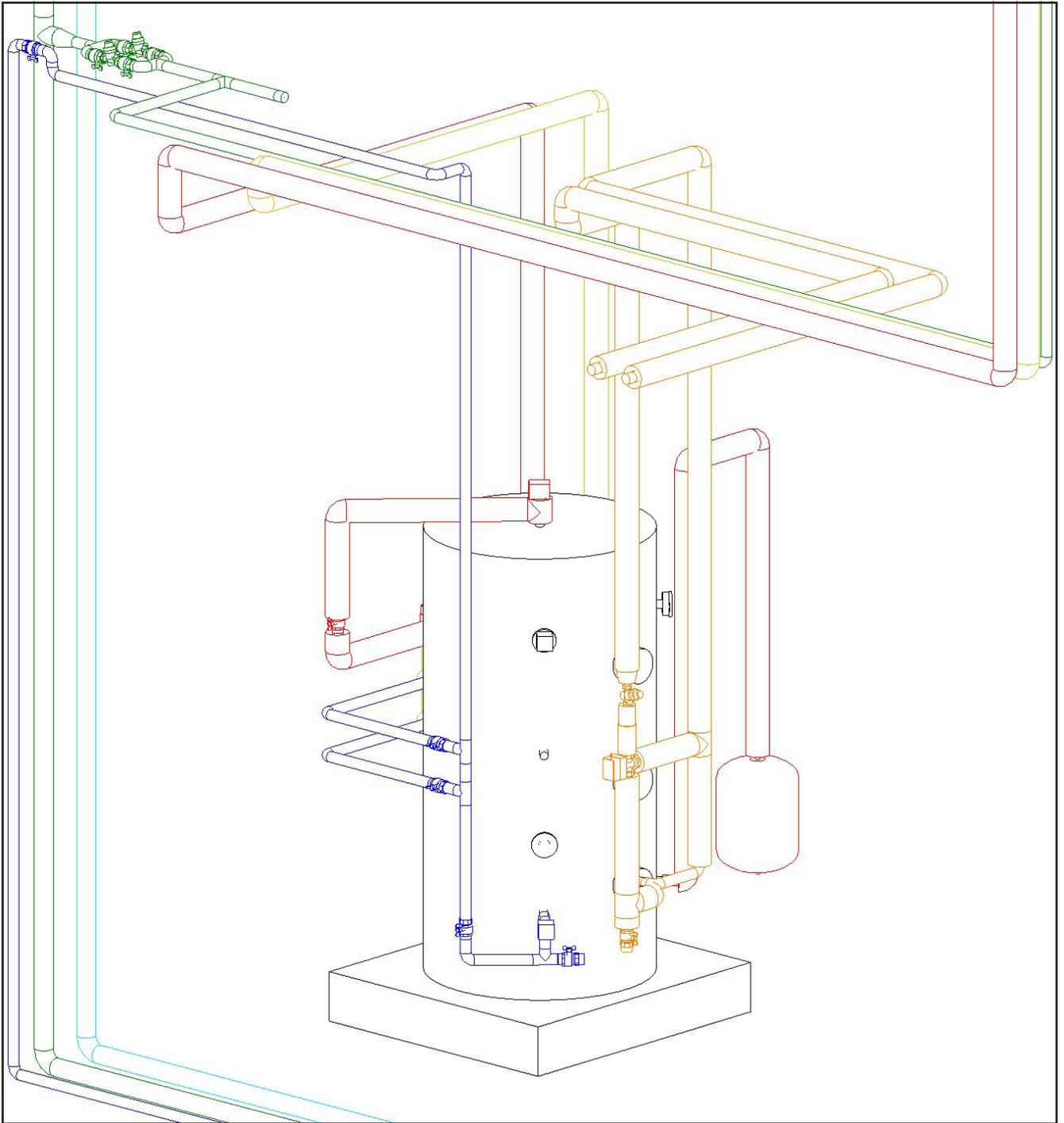
40) Vista 3D dell'impianto idricosanitario del file torre (TRP_TO_IDR_CEN_L-2_L47).



41) Ingrandimento di un bagno tipo.



42) Prospetto bagno tipo, immagine fuorisca



43) Ingrandimento bollitore sottocentrale di piano LF_0.

4.7 Assegnazione e compilazione dei parametri condivisi

Una volta modellato l'intero impianto e verificata la correttezza di tutti i sistemi, si è proceduto con l'arricchimento degli attributi informativi del modello, in primis l'assegnazione e la compilazione dei parametri condivisi.

Come spiegato nel paragrafo 4.1.5, i parametri condivisi sono parametri comuni a più famiglie. Nel progetto del modello federato vi sono 14 parametri condivisi comuni a tutte le discipline, più altri parametri sviluppati singolarmente ad hoc per essere condivisi tra famiglie di una sola disciplina.

Ai 14 parametri condivisi dalle discipline si aggiungono altri 18 parametri condivisi tra le famiglie dei file idricosanitari, per un totale di 32 parametri condivisi.

	A	B	C	D	E
1	Parametro	Tipo di parametro	Categoria dato	Tipo/Istanza	Gruppo
2	Affidabilità	Testo	Codifica	I	General
3	Classe di elementi tecnici	Testo	Classificazione	T	
4	Classi di unità tecnologiche	Testo	Classificazione	T	
5	Codice categoria	Testo	Codifica	T	
6	Codice componente	Testo	Classificazione	T	
7	Codice famiglia	Testo	Codifica	I	
8	Codice padre elettrico	Testo	Codifica	I	
9	Codice padre idraulico	Testo	Codifica	I	
10	Codice padre meccanico	Testo	Codifica	I	
11	Codice subcomponente	Testo	Classificazione	I	
12	Componente	Testo	Classificazione	T	
13	Edificio	Testo	Localizzazione	I	
14	Identificativo	Testo	Codifica	I	
15	Progetto	Testo	Localizzazione	I	
16	Sottodisciplina	Testo	Codifica	I	Data
17	Subcomponente	Testo	Classificazione	T	
18	Unità tecnologiche	Testo	Classificazione	T	
19	C	Testo	Manutenzione	T	
20	COD	Testo	Manutenzione	T	
21	Descrizione tipologia	Testo	Manutenzione	T	
22	Esposizione	Testo	Localizzazione	I	
23	Etichetta locale	Testo	Manutenzione	T	
24	F	Testo	Manutenzione	T	
25	M	Testo	Manutenzione	T	
26	R	Testo	Manutenzione	T	
27	S	Testo	Manutenzione	T	
28	Scheda	Testo	Manutenzione	T	
29	T	Testo	Manutenzione	T	
30	Fornitore	Testo	Prodotto	T	
31	Installatore	Testo	Prodotto	T	
32	Modello	Testo	Prodotto	T	
33	Numero di serie	Testo	Prodotto	T	

4.6.1 ASSEGNAZIONE

Sia l'assegnazione dei parametri condivisi alle famiglie si è utilizzato un apposito script creato con Dynamo. una volta creati i parametri condivisi tramite l'apposito menù sito nella barra multifunzione della scheda gestisci, questi vengono salvati in formato .txt da Revit.

```

Parametri condivisi IDR.txt - Blocco note di Windows
File Modifica Formato Visualizza ?
# This is a Revit shared parameter file.
# Do not edit manually.
*META VERSION MINVERSION
META 2 1
*GROUP ID NAME
GROUP 1 CODIFICA
GROUP 3 MANUTENZIONE
GROUP 4 LOCALIZZAZIONE
GROUP 5 CLASSIFICAZIONE
GROUP 7 PRODOTTO
*PARAM GUID NAME DATATYPE DATACATEGORY GROUP VISIBLE DESCRIPTION USERMODIFIABLE
PARAM 32b21d08-1f52-4ceb-8210-9d4ea7aa3ef7 COD TEXT 3 1 1
PARAM 4baF2d12-5b75-4d55-aa0d-07edee2ff37b Classi di Unità Tecnologiche TEXT 5 1 1
PARAM 2e53bf19-d378-4797-a17a-4006a7d936f7 Componente TEXT 5 1 1
PARAM b16e5420-7720-429e-b876-6a4a3f7563b1 Edificio TEXT 4 1 1
PARAM 4f314328-36fc-4a6b-82fb-c2fd7e28ce7f Subcomponente TEXT 5 1 1
PARAM d2d4ba29-d23b-4be1-9cce-3224c285f9b3 Progetto TEXT 4 1 1
PARAM a3d34ba29-d445-45f2-8fbd-b52b3f23cd9c Esposizione TEXT 4 1 1
PARAM 95bf182e-b22b-44f5-afb2-5fe94e7270e7 Fornitore TEXT 7 1 1
PARAM 4677943c-ad53-4897-85fc-129d94b9cab3 Codice Componente TEXT 5 1 1
PARAM dae0ca4b-5146-4d72-ba9e-6124557faa01 Codice Padre Meccanico TEXT 1 1 1
PARAM a392a352-d03e-4643-b9b7-86b7e7a9102d Codice Padre Idraulico TEXT 1 1 1
PARAM 28812760-e440-4155-9457-fe9762d1c6ed Modello TEXT 7 1 1
PARAM 7be3926f-375e-4dc2-a52f-8694c8162e08 Scheda TEXT 3 1 1
PARAM 14cf247a-8f06-4539-af0e-79432decd011 Codice Subcomponente TEXT 5 1 1
PARAM 426ebd7b-6d73-41af-b7ce-8a81e3503352 Etichetta locale TEXT 3 1 1
PARAM d16cb982-b543-4a5f-90f2-3de9e0418535 Codice Padre Elettrico TEXT 1 1 1
PARAM bb2e2f88-b508-46ca-b12d-9fe12a920bf8 S TEXT 3 1 1
PARAM c5195e8b-afcf-4141-9d3c-924b64284e4d M TEXT 3 1 1
PARAM f87e1095-480a-44ac-865c-1eeefd1e75c0 F TEXT 3 1 1
PARAM c1f77199-17a2-493a-8021-2bd8c981ee99 Codice Famiglia TEXT 1 1 1
PARAM 340f95a3-e1d7-45db-b863-2e3b9806e8cd Identificativo TEXT 1 1 1
PARAM a349d9ba-57df-4758-b818-585fb842ead1 Numero di serie TEXT 7 1 1
PARAM 250763bc-ed84-415c-a937-86ef918cd6f0 Classi di Elementi Tecnici TEXT 5 1 1
PARAM ffe167c1-ce49-48c2-986d-8bf54c9efbf C TEXT 3 1 1
PARAM ea519dc3-14c5-4ffd-a3c5-5444a5b0b447 Unità Tecnologiche TEXT 5 1 1
PARAM 8c1098cb-ea53-4f1f-9ec7-178f12dfa70a T TEXT 3 1 1
PARAM 65b92ecd-19d4-4648-823c-e7dbee852d1f Installatore TEXT 7 1 1
PARAM 61518fd0-3224-4490-8404-12736f1b11b8 Produttore TEXT 7 1 1
PARAM 613f17d3-bfe1-4b2a-8e02-33ce568df5ae Affidabilità TEXT 1 1 1
PARAM 001ccfd4-87bc-4fd7-8400-5ebdc6a26e52 R TEXT 3 1 1
PARAM 68f39ce5-5454-4a3d-8e86-7ac97926f5d7 Codice Categoria TEXT 1 1 1
PARAM 33d3dbe7-fc2a-4fd4-9c91-d51af0a3a3c2 Descrizione tipologia TEXT 3 1 1
  
```

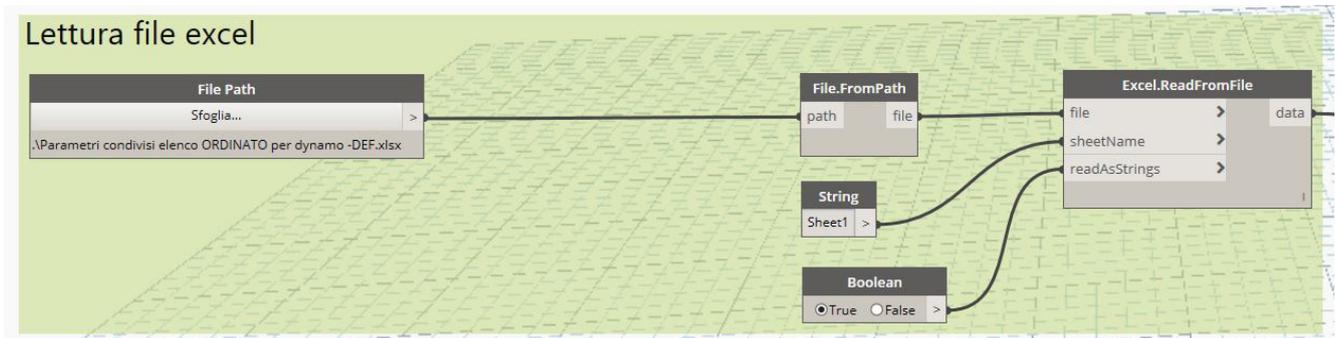
45) File .txt dei Parametri condivisi

SP Name	SP Group	Pgroup	Instance?Y/N
COD	MANUTENZIONE	PG_DATA	N
Classi di Unità Tecnologiche	CLASSIFICAZIONE	PG_DATA	N
Componente	CLASSIFICAZIONE	PG_DATA	N
Edificio	LOCALIZZAZIONE	PG_GENERAL	Y
Subcomponente	CLASSIFICAZIONE	PG_DATA	N
Progetto	LOCALIZZAZIONE	PG_GENERAL	Y
Esposizione	LOCALIZZAZIONE	PG_DATA	Y
Fornitore	PRODOTTO	PG_IDENTITY_DATA	N
Codice Componente	CLASSIFICAZIONE	PG_DATA	N
Codice Padre Meccanico	CODIFICA	PG_GENERAL	Y
Codice Padre Idraulico	CODIFICA	PG_GENERAL	Y
Modello	PRODOTTO	PG_IDENTITY_DATA	N
Scheda	MANUTENZIONE	PG_DATA	N
Codice Subcomponente	CLASSIFICAZIONE	PG_DATA	Y
Etichetta locale	MANUTENZIONE	PG_DATA	N
Codice Padre Elettrico	CODIFICA	PG_GENERAL	Y
S	MANUTENZIONE	PG_DATA	N
M	MANUTENZIONE	PG_DATA	N
F	MANUTENZIONE	PG_DATA	N
Codice Famiglia	CODIFICA	PG_GENERAL	Y
Identificativo	CODIFICA	PG_GENERAL	Y
Numero di serie	PRODOTTO	PG_IDENTITY_DATA	Y
Classi di Elementi Tecnici	CLASSIFICAZIONE	PG_DATA	N
C	MANUTENZIONE	PG_DATA	N
Unità Tecnologiche	CLASSIFICAZIONE	PG_DATA	N
T	MANUTENZIONE	PG_DATA	N
Installatore	PRODOTTO	PG_IDENTITY_DATA	N
Produttore	PRODOTTO	PG_IDENTITY_DATA	N
Affidabilità	CODIFICA	PG_GENERAL	Y
R	MANUTENZIONE	PG_DATA	N
Codice Categoria	CODIFICA	PG_DATA	N
Descrizione tipologia	MANUTENZIONE	PG_DATA	N

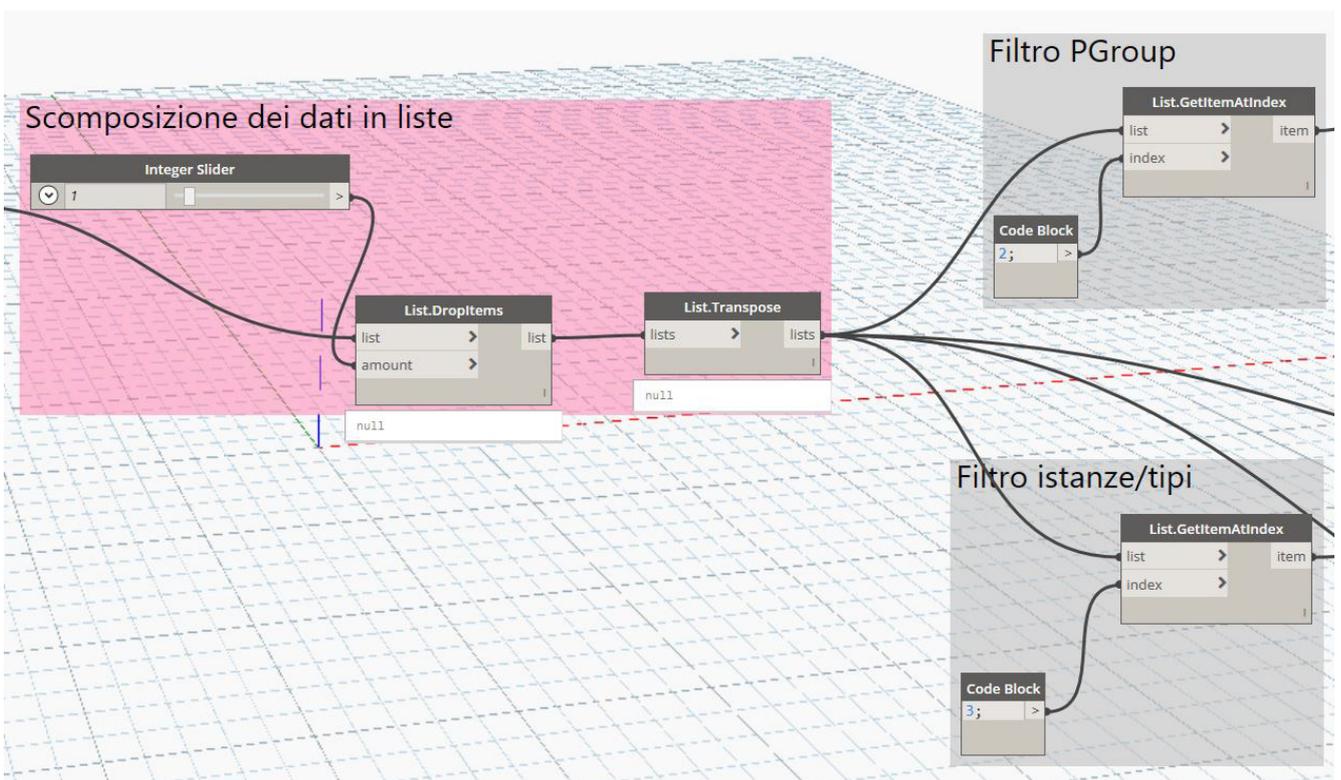
46) Tabella excel parametri condivisi ordinati secondo il file .txt

Il file è quindi importato su excel e ordinato. L'ordine deve rispettare quello del file .txt originale. Successivamente il file excel viene letto all'interno di Dynamo per l'organizzazione dei dati e la loro assegnazione. Lo script è stato sviluppato grazie al nodo Document.AddSharedParameterToFamily scaricato dalla libreria di Dynamo, il quale permette l'assegnazione dei parametri condivisi alle famiglie. Lo script è richiamato nell'editor di ogni famiglia tramite il Lettore Dynamo.

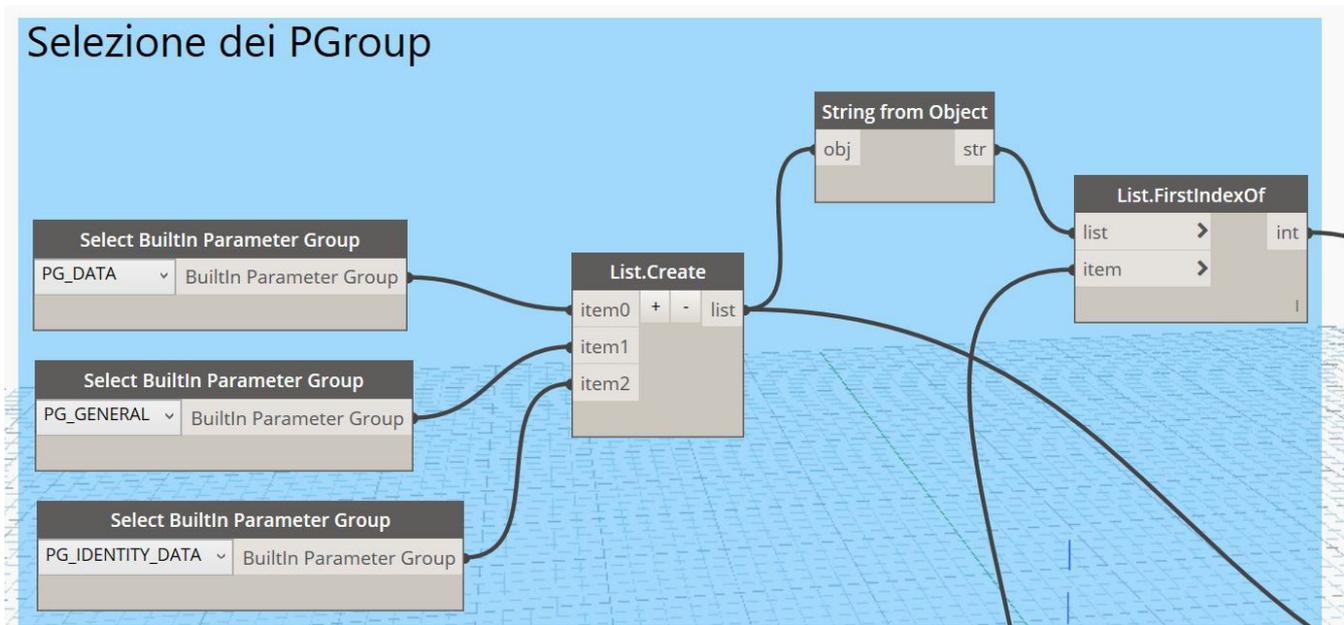
la prima parte dello script si occupa di selezionare il percorso del file excel per poi leggerne i contenuti.



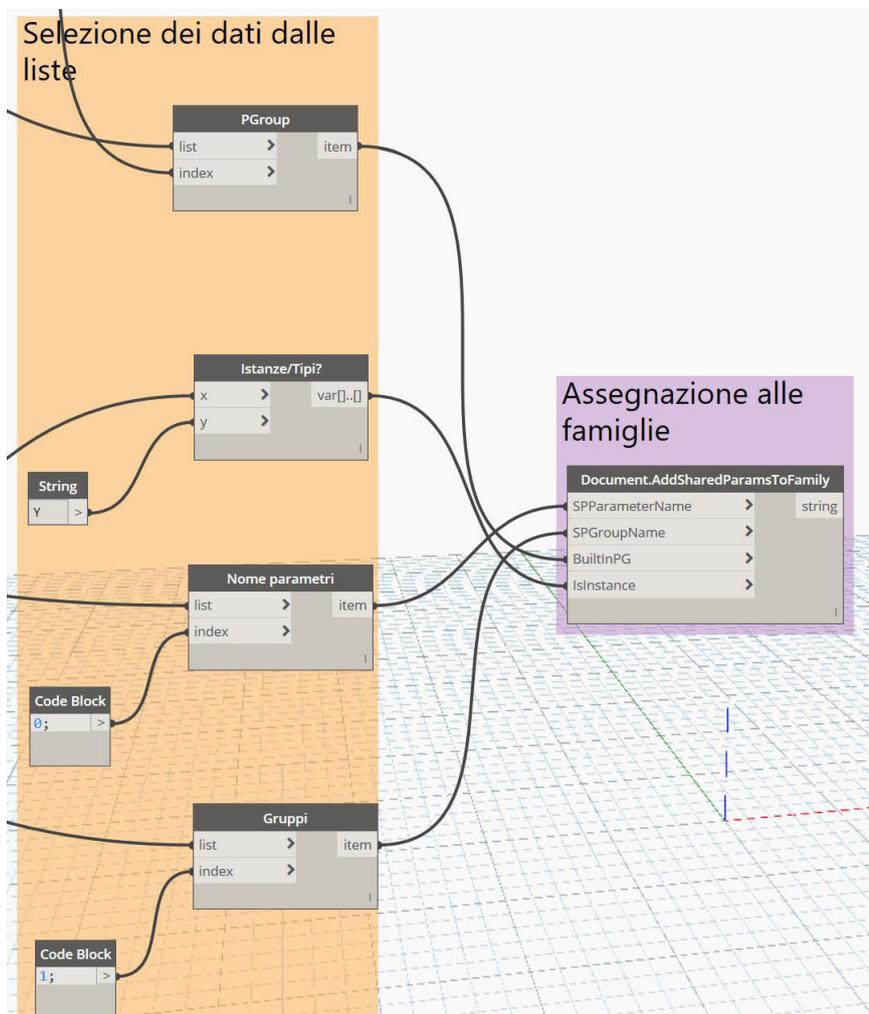
La seconda parte è formata da un blocco (in rosa) che si occupa di scomporre il file excel in sottoliste ordinate e da due filtri (in grigio) che appunto filtrano la lista suddividendola in due sottoliste rappresentatnti le colonne Pgroup e Instance?Y/N del file excel precedentemente citato.



La terza parte dell' algoritmo scompone la lista dei pgroup in funzione della loro tipologia (Data, General, Identity Data).



Infine l'ultima parte è composta da un blocco di selezione degli input (arancio) del nodo Document.SddsharedParametersToFamily (viola), il quale assegna alla famiglia in cui viene lanciato l'algoritmo i parametri condivisi.



4.6.2 COMPILAZIONE

La metodologia di compilazione dei parametri condivisi è propria di ciascun parametro, seppur le migliori prassi siano l'uso di plugin dedicati, come dynamo o import/export excel, plugin sviluppato da BIMOne e scaricabile gratuitamente.

I parametri compilati sono stati i seguenti:

- *Affidabilità*, compilato manualmente per le singole istanze che presentavano criticità rispetto agli elaborati forniti.
- *Edificio e Progetto*, compilati manualmente tramite l'utilizzo di parametri globali.
- *Identificativo*, compilato tramite il plugin Import/Export Excel.
- *Codice padre Idraulico*, compilato tramite script Dynamo.
- *Codici manutenzione (C, COD, F, M, R, S, Scheda, T)* compilati tramite script Dynamo e trattati nell'ultimo capitolo.

I parametri condivisi *Edificio e Progetto*, sono parametri di default che Revit assegna tramite i parametri globali, configurabili nell'apposita schermata selezionabile dalla scheda gestisci della barra multifunzione. Una volta assegnati alle famiglie tramite lo script dei parametri condivisi, occorre associarli ad un parametro globale. Tale procedura si può effettuare tramite un altro script, oppure manualmente (seleziona istanza/seleziona tutte le istanze nell'intero progetto/assegna parametro globale), come è stato scelto di fare.

Il parametro "*identificativo*" è presente in ogni istanza che abbia come host un livello. Ciò è dovuto alla prassi di compilazione, in quanto se l'oggetto non è vincolato ad un piano non è possibile estrapolare il codice del piano tramite script o funzioni, rendendo necessaria la compilazione manuale del parametro.

La sua assegnazione pertanto non verrà applicata alle tubazioni ed ai raccordi, che non sono vincolati ad un piano ma ad un sistema. Tale parametro è stato compilato con l'ausilio del plugin Import/Export excel, sviluppato dalla softwarehouse BIMOne e scaricabile gratuitamente. Tale plugin, permette l'esportazione in formato.xlsx di abachi direttamente da Revit, per poi poterli re-importare applicando tutte le modifiche fatte direttamente al file. Ciò significa che se un parametro viene compilato su excel e re-importato questo cambierà in tutte le istanze del file.

Ricordiamo che il campo identificativo è composto dal seguente criterio:

CodiceFamiglia_CodiceTipo_Livello_NumeroProgressivo

Si è quindi sfruttata la codifica presente nei campi *famiglia* e *tipo* e *livello* per creare una funzione excel che compilasse automaticamente il campo identificativo per tutti gli elementi:

```
CONCATENATE(MID(C712;1;13)&"_"CONCATENATE(MID(C712;15;10);MID/  
D712;4;5)))&"_"&TEXT(Sheet!A1;"0000")
```

Tale formula consente di selezionare determinati caratteri di testo delle caselle adiacenti per concatenarli (funzione CONCATENATE) intervallandoli con i corretti underscore (&"_"&) per concludere con un richiamo testuale di valori progressivi creati in un'altra scheda (TEXT(Sheet!A1;"0000")).

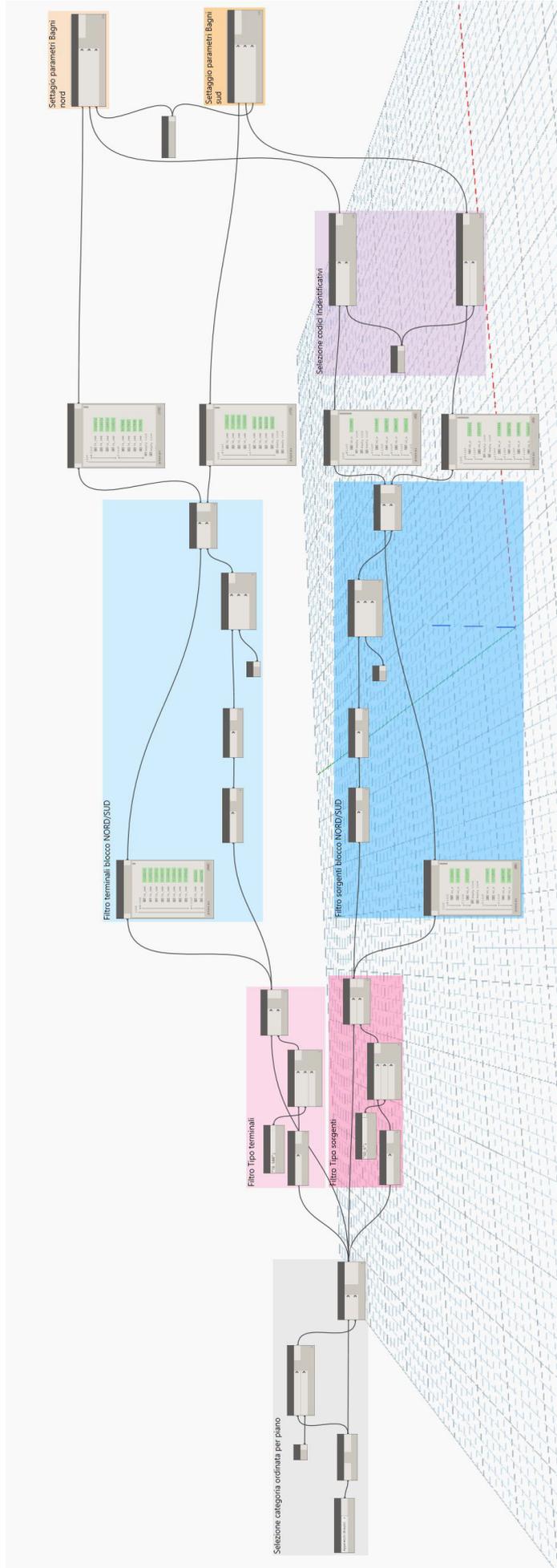
Trascinando la funzione per tutte le caselle, facendo attenzione a interrompere i progressivi alla fine di ogni tipo, in breve tempo di sono compilati tutti i parametri identificativi.

Successivamente è bastato re-importare il file excel per compilare automaticamente l'abaco multicategoria, e quindi di conseguenza tutti i parametri di tutte le istanze.

Il parametro codice padre idraulico è proprio di ciascuna istanza, e rappresenta la caratterizzazione dell'istanza sorgente di riferimento, secondo la gerarchia di una disciplina (terminali - sorgenti). Quest'ultimo è stato compilato tramite due script di dynamo:

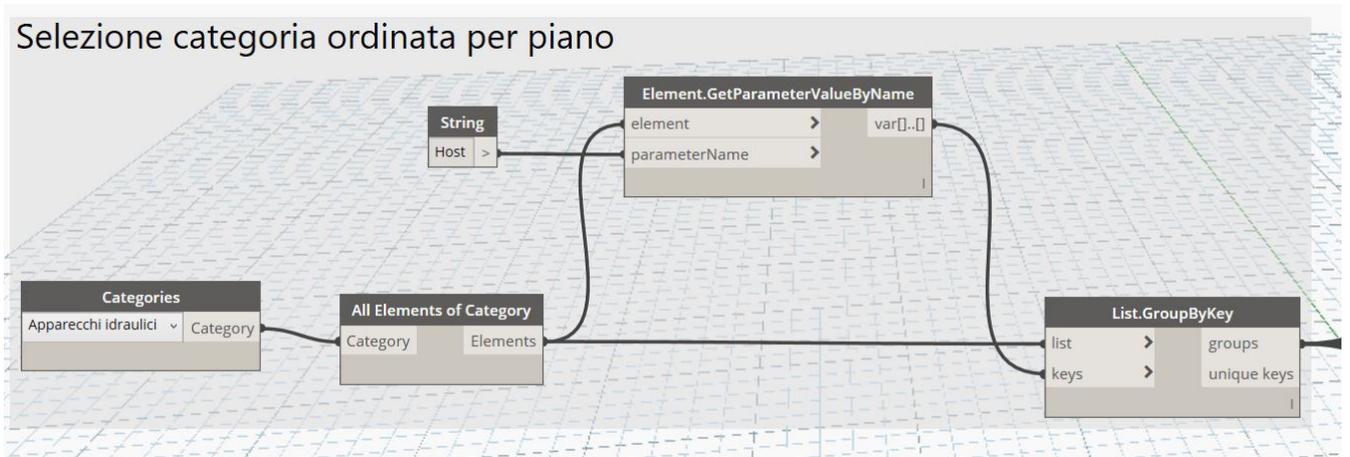
- Script 1: gerarchizzazione terminali-sorgenti bagni, questo script assegna i collettori dei sistemi ACS e AD ai rispettivi terminali, ovvero i lavabi, le vaschette di cacciata dei WC e i WC.
- Script 2: gerarchizzazione terminali - sorgenti sottoreti, lo script assegna il codice padre a ogni collettore, fornito dalla rispettiva centrale di piano / centrale principale.

La compilazione di tali parametri tramite algoritmi è riportata nelle pagine seguenti. Essendo lo script molto complesso si riporta lo schema completo seguito dagli ingrandimenti delle sezioni che lo compongono.

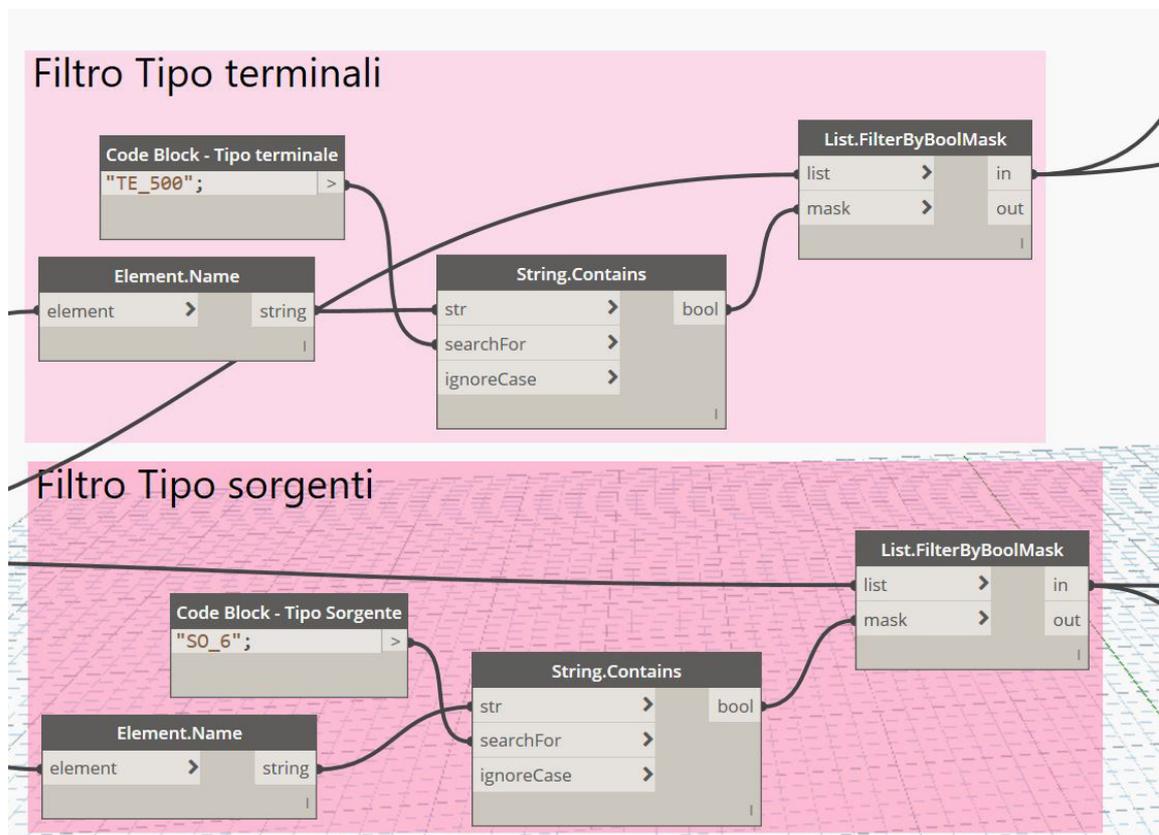


52) Script completo compilazione codice padre idraulico 1.

Il primo script si occupa di assegnare i codici padre a tutti i terminali presenti nei bagni. Esso può essere suddiviso in quattro parti. La prima parte si occupa di selezionare tutti gli apparecchi idraulici raggruppandoli in base all'host, ovvero il livello (si ricorda che un istanza può avere anche host diversi).

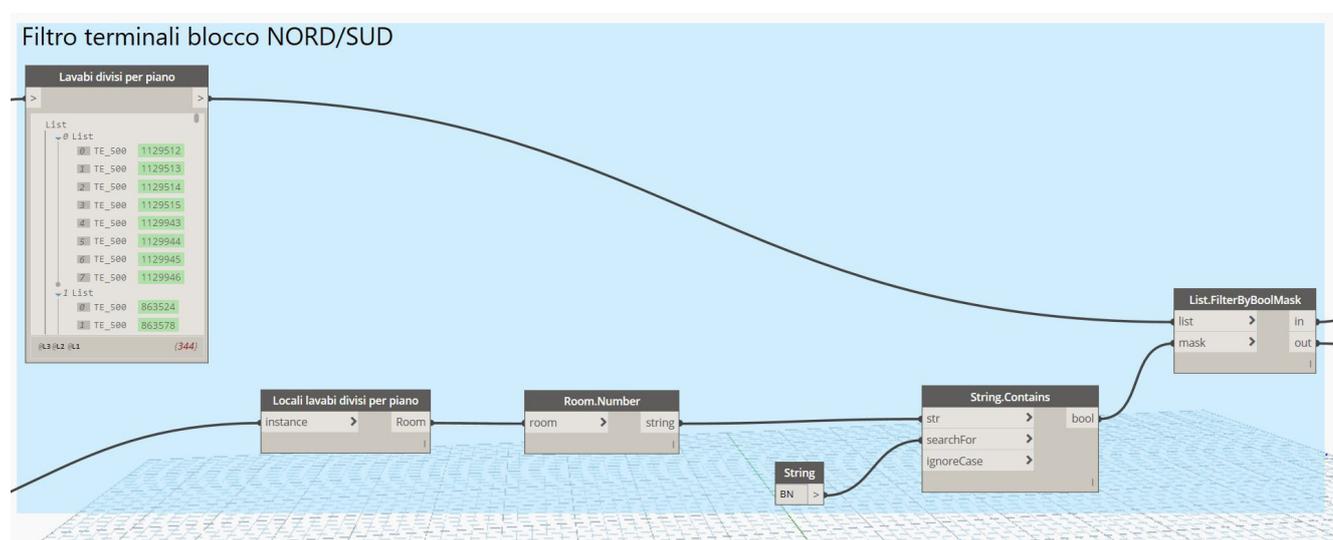


Successivamente lo script filtra gli apparecchi idraulici in funzione del tipo terminale/ sorgente. Questa parte dello script presenta una stringa in codice (*code block*) che può essere compilata con il nome del tipo (*FamilyType*) di qualsiasi terminale/sorgente presente nei blocchi bagni, per far compilare all'algorithm i rispettivi codici padre.

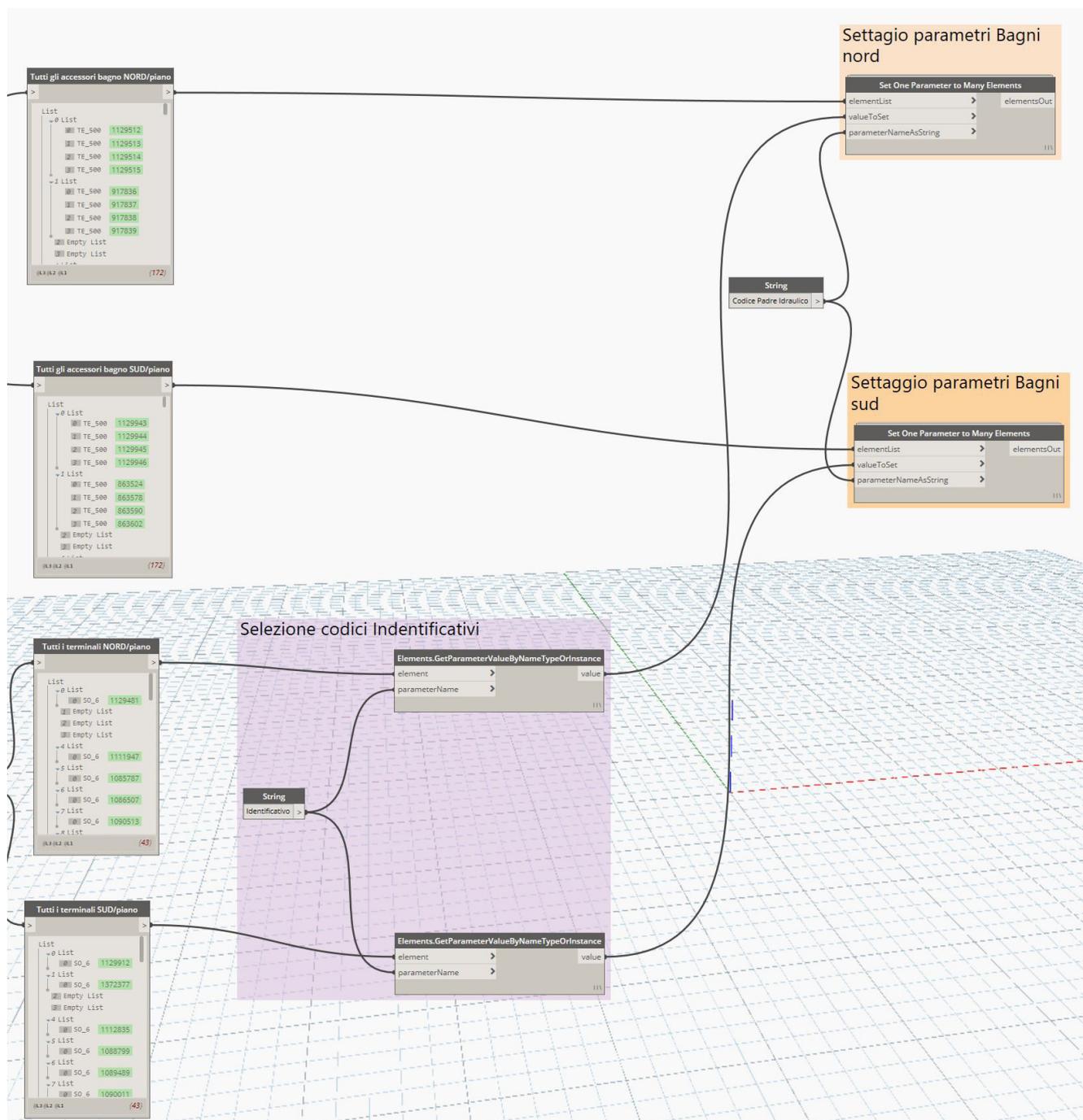


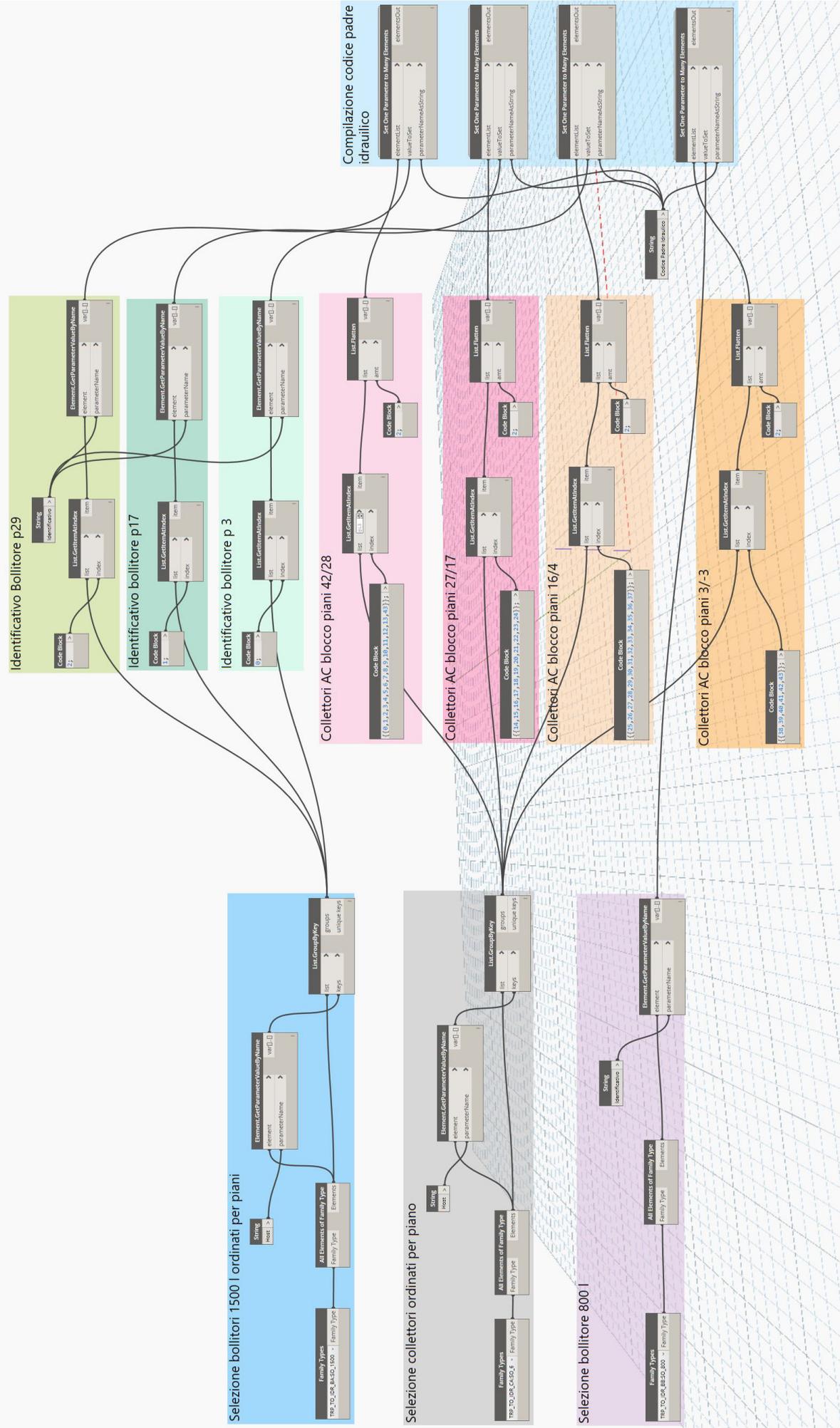
La terza parte dell'algoritmo filtra ulteriormente i terminali e le sorgenti in funzione della posizione del bagno, ovvero blocco nord o sud del core strutturale. Questa parte di script necessita la creazione dei locali all'interno della disciplina architettonica dello stesso file (*scheda architettura - locale*). Lo script avrebbe potuto essere anche impostato in modo da leggere i locali del file architettonico linkato nel modello idraulico, ma non essendo stati modellati in tale file si è optato per creare i locali all'interno del file idraulico, solamente per questione di codifica.

Tali locali infatti sono definiti solamente da delimitatori locali inseriti manualmente, poichè l'inserimento automatico funziona solamente se vi sono delle partizioni verticali modellate all'interno del file (Revit giustamente non legge le istanze dei file linkati).



L'ultima parte dello script seleziona gli identificativi da tutte le sorgenti e li applica ai terminali in base al blocco dei bagni nord/sud. Il nodo conclusivo (*SetOneparameterToManyElements*) non è presente nella versione di default di Dynamo ma fa parte del pacchetto Bakery, scaricato dal sito dynamopackages.com, il quale contiene moltissime risorse open source per semplificare le operazioni di programmazione visuale. In alternativa è possibile creare nodi personalizzati usando sia la sintassi di designscript che di python.

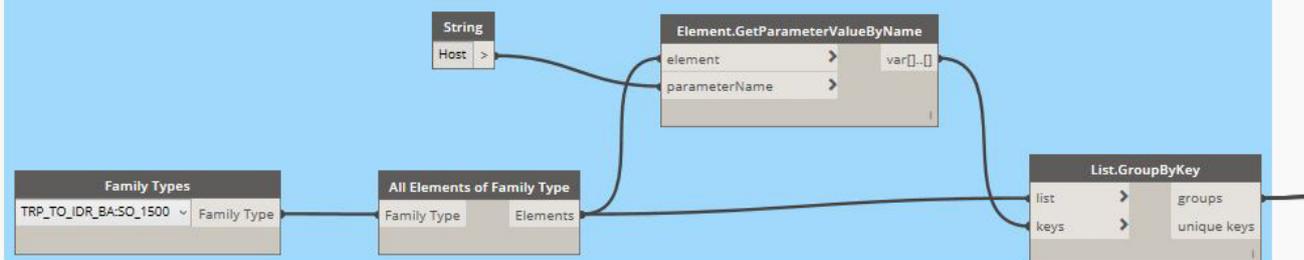




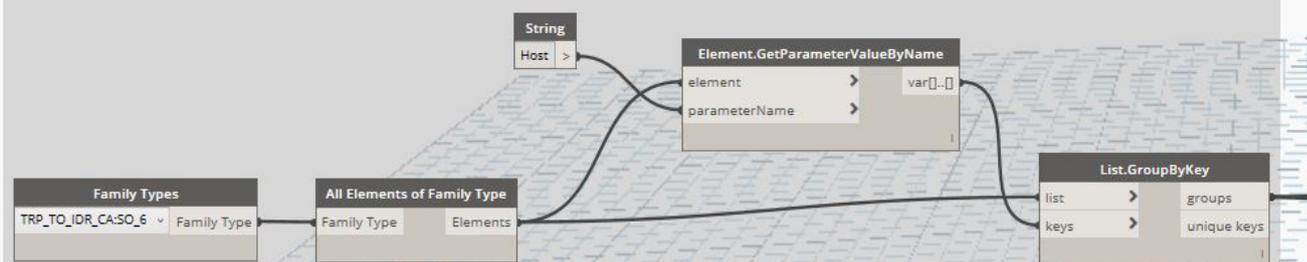
53) Script completo compilazione codice padre idraulico 2.

Il secondo script si occupa invece di assegnare ai terminali serviti dai bollitori i rispettivi codici padre. L'algoritmo può essere scomposto in quattro step. Il primo è la selezione dei terminali (collettori) e delle sorgenti (bollitori). Questi vengono raggruppati in liste in base all'host, (come avvenuto nello script 1) tranne il bollitore da 800l, a cui viene direttamente estratto il valore del parametro *codice identificativo*, che sarà usato nello blocco di compilazione.

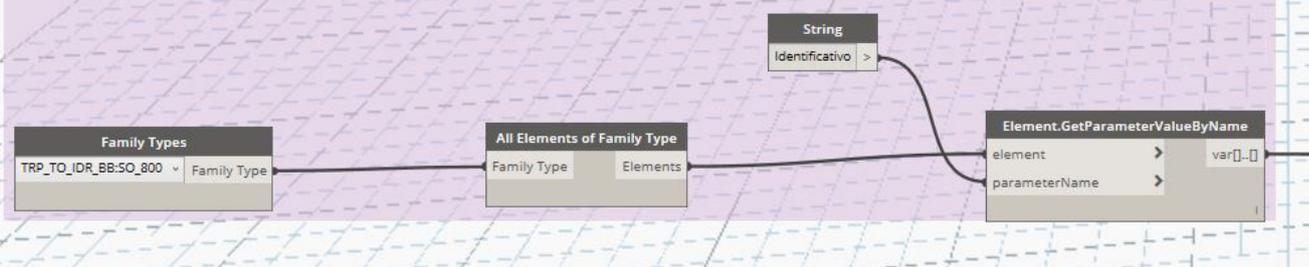
Selezione bollitori 1500 l ordinati per piani



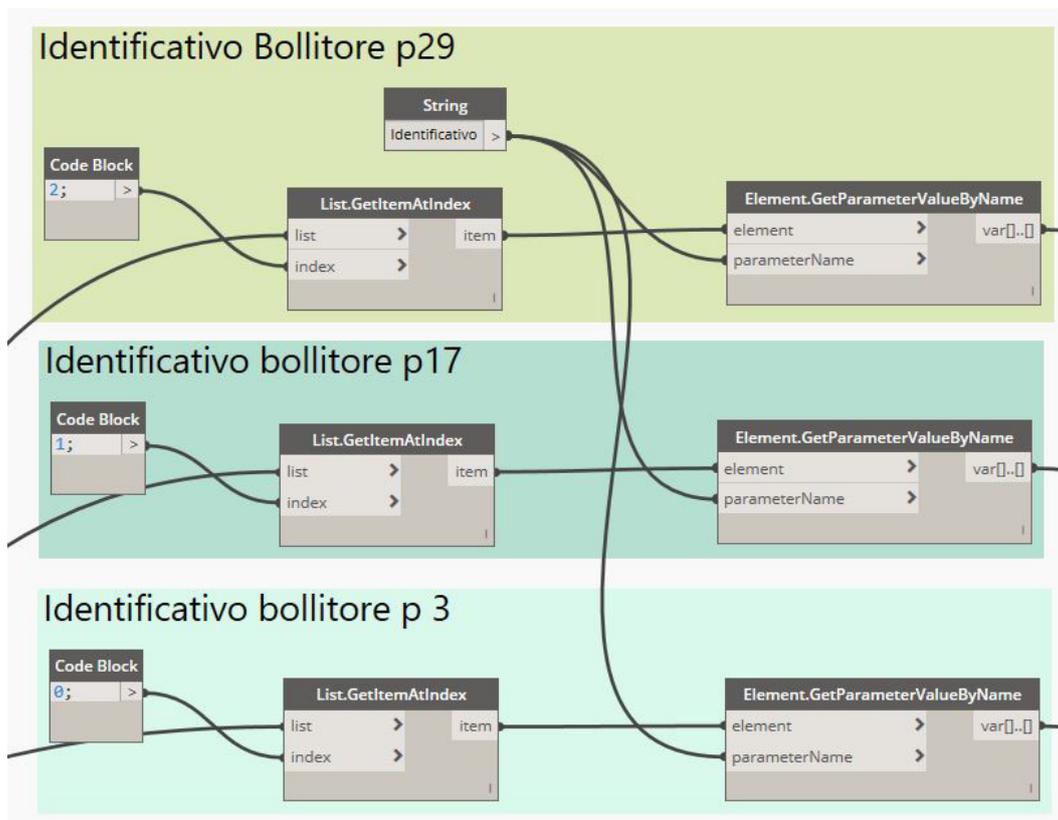
Selezione collettori ordinati per piano



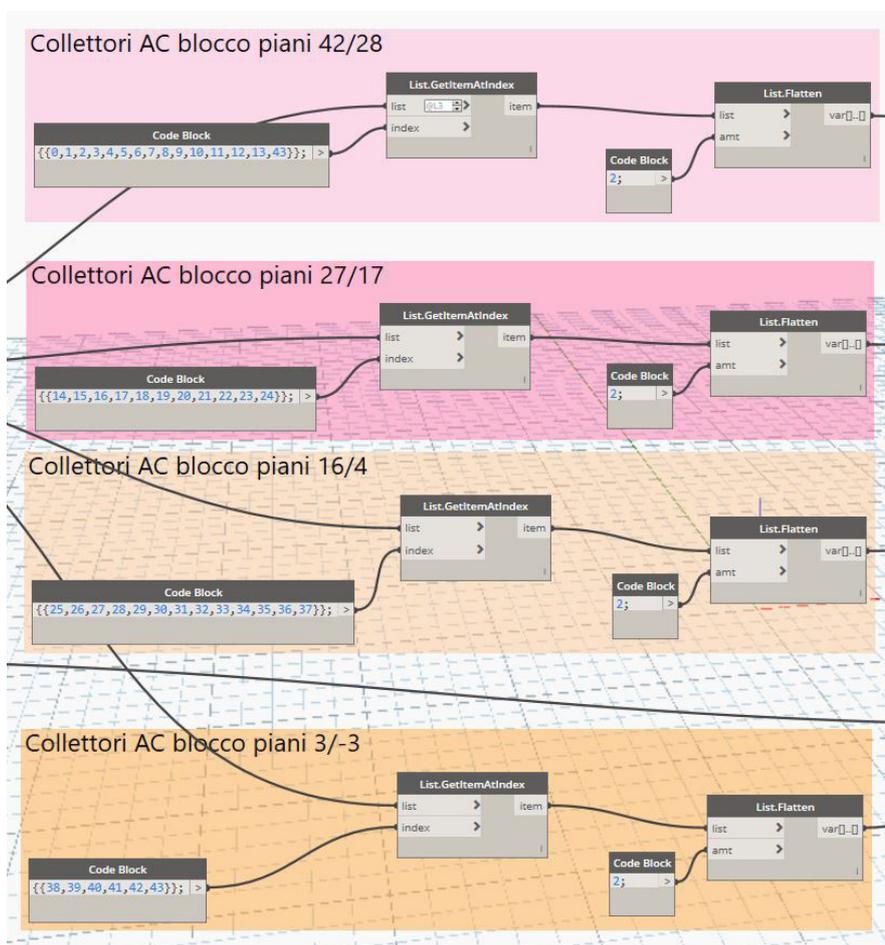
Selezione bollitore 800 l



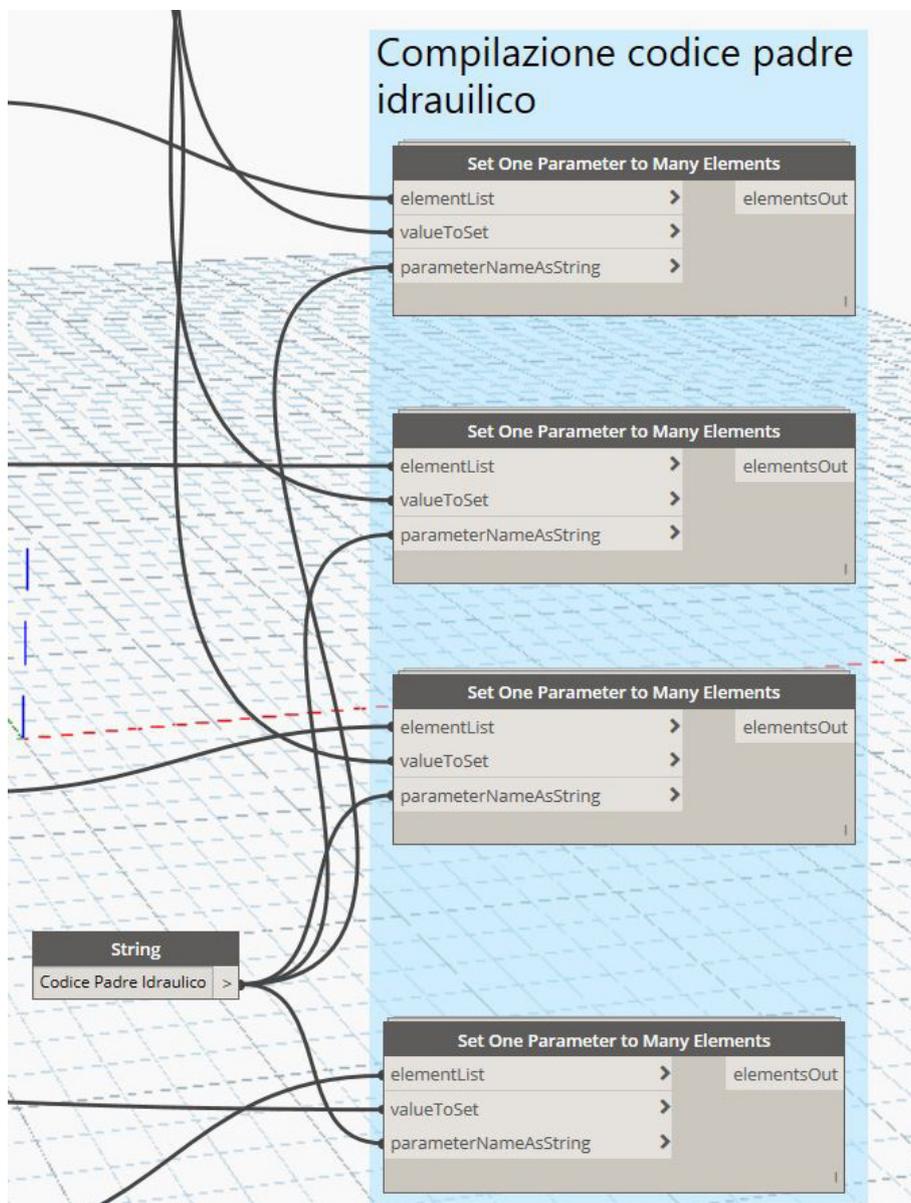
La seconda parte si occupa di estrarre i codici identificativi relativi ai tre bollitori da 1500 l.



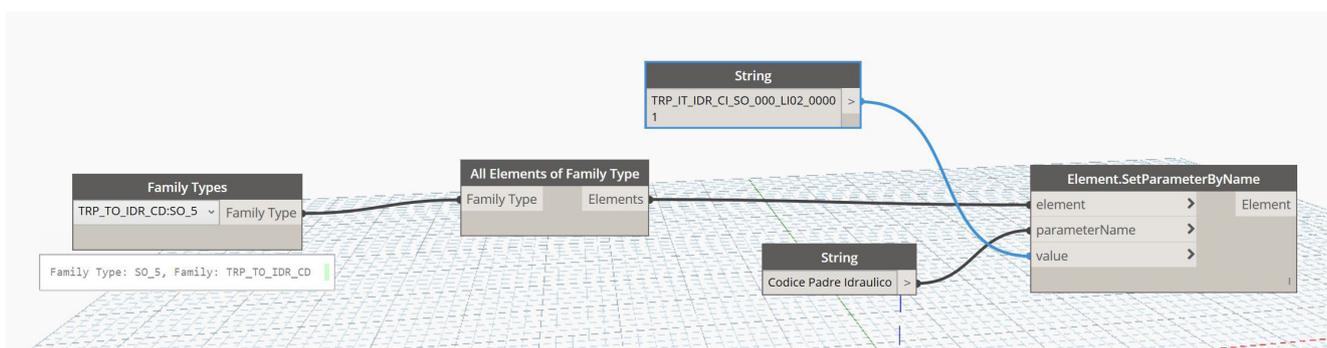
Contemporaneamente l'algoritmo suddivide i collettori in base ai blocchi di piani.



L'ultima parte dello script si occupa di selezionare i relativi identificativi dei bollitori (*ValueToSet*) ed applicarli alle liste dei terminali per blocchi di piano (*elementList*). I nodi "Set One Parameter To Many Elements" sono ordinati dall'alto verso il basso secondo la disposizione dei nodi di ordinamento dei collettori (parte 3 dell'algoritmo).



I codici padre dei collettori di acqua duale (AD) sono stati compilati con uno script a parte, poichè hanno tutti lo stesso codice padre, ovvero la centrale idrica principale.



Script codice padre collettori acqua duale (AD).

4.8 Assegnazione e compilazione dei sistemi di classificazione

I sistemi di classificazione sono definiti dalla norma ISO 12006/2015 e si inseriscono all'interno di una commessa BIM per la definizione dei LOIN.

La norma propone una serie di tabelle in cui mostra le possibili applicazioni di vari tipi di sistemi e la loro organizzazione, che può essere riassunta in due grandi categorie, ovvero la classificazione per forma o la classificazione per funzione.

Vi sono due grandi sistemi di classificazione validi a livello internazionale.

- *OmniClass*, sistema di classificazione americano, diviso in MasterFormat (per il prodotto delle lavorazioni) e UniFormat II (per gli elementi).
- *UniClass*, sistema di classificazione inglese.

Entrambi i sistemi sono organizzati attraverso una serie di tabelle che selezionano i dati a seconda della funzione del sistema.

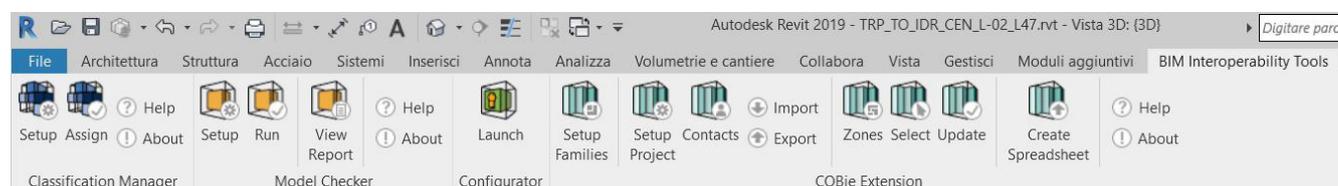
In Italia il sistema di classificazione adottato è quello della norma UNI 8290-1/1981, che nel progetto viene applicato manualmente.

Per il progetto dell'impianto idricosanitario si è scelto di adottare il sistema di classificazione americano, in quanto più completo poichè comprendente due sistemi di classificazione, e in quanto Revit possiede già una predisposizione per l'applicazione di tale sistema.

Le categorie di famiglie infatti posseggono già il numero OmniClass ed il titolo OmniClass, che definiscono il livello più alto della gerarchizzazione del sistema di classificazione.

L'assegnazione del sistema OmniClass è stato effettuato attraverso il plugin BIM Interoperability Tools, scaricabile dall'omonimo sito della Autodesk [30]. Il plugin, una volta installato, si presenta come una scheda aggiuntiva della barra multifunzione, e contiene al suo interno vari applicativi:

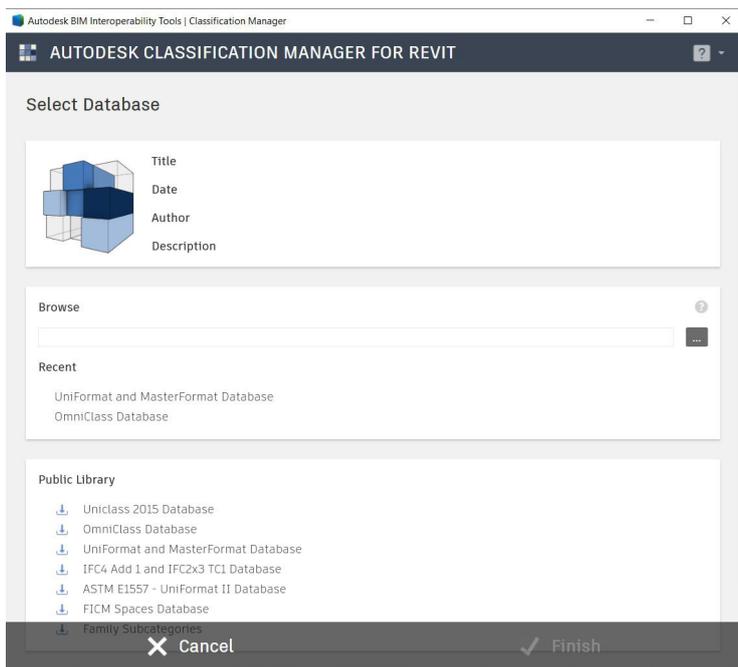
- Classification manager
- Model Checker
- COBie Extension



54) Scheda BIM Interoperability Tools all'interno dell'interfaccia di Revit

L'applicazione dei sistemi di classificazione UniFormat e MasterFormat è supportata come abbiamo detto da Revit, che inserisce all'interno dei parametri di famiglia, nel gruppo dati identità (*Identity data*), il numero ed il titolo Omniclass. Questo parametro è legato alla categoria della famiglia, e permette una lettura del codice OmiClass da parte del Classification Manager all'interno del BIM Interoperability Tool.

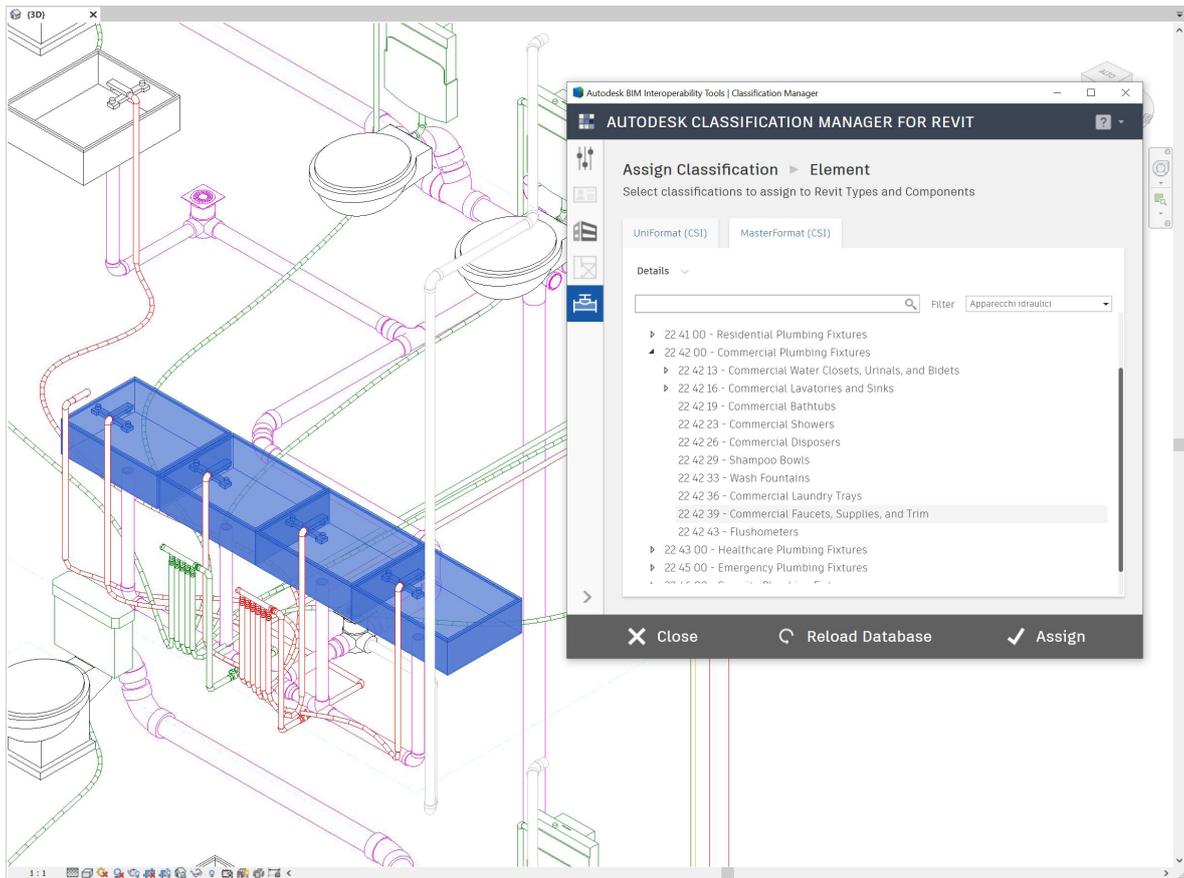
I codici di compilazione OmniClass sono parametri di istanza, i cui nomi vengono creati in base alla selezione del sistema di classificazione nella schermata "Setup" del Classification Manager. Questa al suo interno presenta una libreria pubblica da cui è possibile selezionare



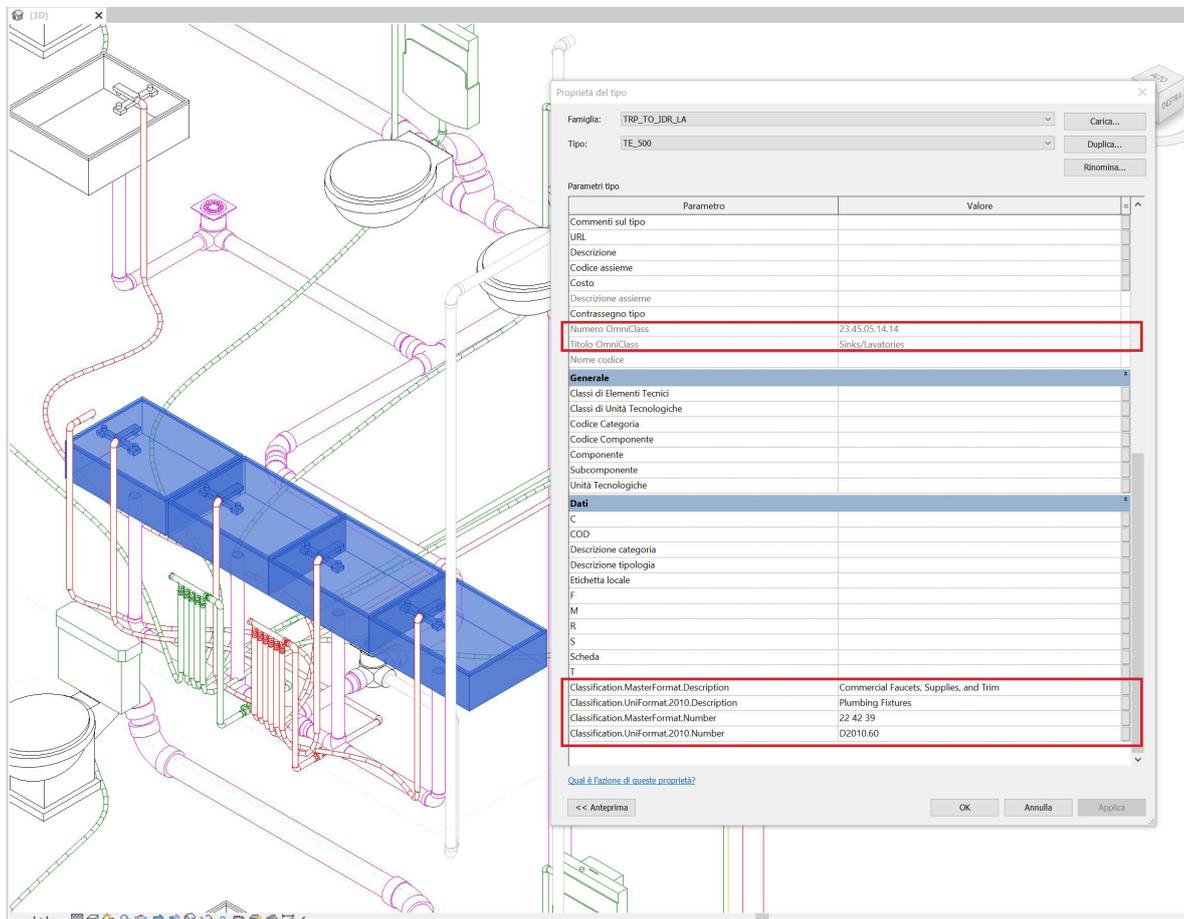
vari sistemi di classificazione, tra cui anche l' UniClass. Una volta selezionato il sistema "UniFormat and MasterFormat database" e cliccato su "Finish" il software creerà automaticamente i parametri di istanza. Questi andranno compilati attraverso la seconda schermata "Assign" del Classification Manager. Per assegnare il codice di classificazione corretto alle

55) Schermata "setup", Classification Manager for Revit

istanze occorre selezionare un'istanza e, nel menù a discesa (click destro) *seleziona tutte le istanze - nell'intero progetto*. Successivamente nella schermata assign si sceglierà il codice corretto e cliccando su "assign" il codice verrà applicato a tutti i parametri di istanza corretti. Si ricorda che nella selezione del codice corretto il software propone automaticamente le scelte legate alla categoria corretta, per esempio selezionando i lavabi, il software li identificherà come apparecchi idraulici e proporrà automaticamente il codice 22 00 00 - Plumbing, permettendo la selezione delle sue sottocategorie. Ciò significa che grazie alla lettura della categoria risulta molto difficile assegnare un codice sbagliato ad un'istanza, e se si assegna un valore errato questo risulterà comunque all'interno della categoria corretta. Nella pagina seguente viene riportato un esempio di assegnazione della classificazione ai lavabi, con la schermata di assegnazione ed i relativi valori che compaiono nelle proprietà.



56) Schermata "assign", Classification Manager for Revit



57) Proprietà del tipo "TE_500"

4.9 Analisi dei dati di output

A valle della procedura di sviluppo del modello informativo vi è l'analisi dei dati di output, ovvero l'analisi degli attributi geometrici ed informativi del modello, estratti rispettivamente tramite le categorie di viste e gli abachi in Autodesk Revit. Le categorie di viste devono essere impostate nelle fasi iniziali della modellazione poichè ciò permette un controllo sui contenuti grafici maggiore, oltre che mettere in evidenza eventuali criticità progettuali. Nel caso di un modello federato tuttavia l'output finale dipende dai modelli linkati nei file di coordinamento; ciò significa che le viste finali vanno impostate una volta conclusa la modellazione, mentre le viste usate per modellare sono adattate di volta in volta a seconda delle necessità.

Nei file idricosanitari l'impostazione delle categorie di viste (paragrafo 4.2.2) è stata effettuata per la visualizzazione all'interno del file, mentre le categorie di viste nelle tavole finali sono state impostate in un file di coordinamento che comprende i modelli architettonico e strutturale. Gli elaborati progettuali sono contenuti all'interno degli allegati (allegati 1).

L'output degli attributi informativi, estratto da Revit sottoforma di abachi, è stato organizzato in 3 tipologie:

- Abachi quantità, organizzati per categoria, ciascuno delle quali ha determinati campi in funzione appunto della categoria. Dedicato a tutti i componenti dell'impianto, terminali, sorgenti, raccordi e tubazioni, accessori.
- Abachi codifica, identificano i sistemi di codifica e classificazione utilizzati, come l'identificativo e il codice MasterFormat. Questo abaco è dedicato in particolare a tutti gli apparecchi idraulici.
- Altri abachi, come l'abaco locali e l'abaco dei sistemi, utili per lo sviluppo del modello informativo.

Si riportano di seguito tre esempi, ognuno per ciascuna categoria di abachi, estratti dal file TRP_TO_IDR_CEN_L-02_L47.

<Abaco quantità raccordi tubazioni>

A	B	C	D
Famiglia	Tipo	Conteggio	Dimensioni
TRP_TO_IDR_BR	RA_110	86	110 mmø-110 mmø
TRP_TO_IDR_CP	RA_Standard	338	20 mmø-20 mmø
TRP_TO_IDR_CP	RA_Standard	430	40 mmø-40 mmø
TRP_TO_IDR_CP	RA_Standard	257	50 mmø-50 mmø
TRP_TO_IDR_CP	RA_Standard	424	75 mmø-75 mmø
TRP_TO_IDR_CP	RA_Standard	5	90 mmø-90 mmø
TRP_TO_IDR_CP	RA_Standard	786	110 mmø-110 mmø
TRP_TO_IDR_CP	RA_Standard	15	125 mmø-125 mmø
TRP_TO_IDR_IP	RA_Standard	1	75 mmø-75 mmø
TRP_TO_IDR_MP	RA_Standard	8	40 mmø
TRP_TO_IDR_MP	RA_Standard	167	55 mmø
TRP_TO_IDR_MP	RA_Standard	1	65 mmø
TRP_TO_IDR_MP	RA_Standard	89	110 mmø
TRP_TO_IDR_RR	RA_Standard	86	65 mmø-65 mmø-6
TRP_TO_IDR_RR	RA_Standard	85	75 mmø-75 mmø-7
TRP_TO_IDR_RR	RA_Standard	84	90 mmø-90 mmø-9
TRP_TO_IDR_RR	RA_Standard	256	110 mmø-110 mmø
TRP_TO_IDR_RR	RA_Standard	5	125 mmø-125 mmø
TRP_TO_IDR_RR	RA_Standard	3	150 mmø-150 mmø
TRP_TO_IDR_RP	RA_Standard	86	40 mmø-40 mmø
TRP_TO_IDR_RP	RA_Standard	172	65 mmø-50 mmø
TRP_TO_IDR_RP	RA_Standard	257	75 mmø-65 mmø
TRP_TO_IDR_RP	RA_Standard	14	75 mmø-75 mmø
TRP_TO_IDR_RP	RA_Standard	84	90 mmø-40 mmø
TRP_TO_IDR_RP	RA_Standard	4	125 mmø-110 mmø
TRP_TO_IDR_RP	RA_Standard	2	150 mmø-90 mmø
TRP_TO_IDR_RP	RA_Standard	2	150 mmø-110 mmø
TRP_TO_IDR_GS	RA_Standard	1626	20 mmø-20 mmø
TRP_TO_IDR_GS	RA_Standard	219	32 mmø-32 mmø
TRP_TO_IDR_GS	RA_Standard	42	40 mmø-40 mmø
TRP_TO_IDR_GS	RA_Standard	12	65 mmø-65 mmø
TRP_TO_IDR_RS	RA_Standard	247	32 mmø-32 mmø-3
TRP_TO_IDR_RS	RA_Standard	3	40 mmø-40 mmø-4
TRP_TO_IDR_RS	RA_Standard	7	65 mmø-65 mmø-6
TRP_TO_IDR_TS	RA_Standard	4	15 mmø-13 mmø
TRP_TO_IDR_TS	RA_Standard	1	32 mmø-13 mmø
TRP_TO_IDR_TS	RA_Standard	4	32 mmø-15 mmø
TRP_TO_IDR_TS	RA_Standard	172	32 mmø-20 mmø
TRP_TO_IDR_TS	RA_Standard	2	32 mmø-32 mmø
TRP_TO_IDR_TS	RA_Standard	3	40 mmø-13 mmø
TRP_TO_IDR_TS	RA_Standard	6	40 mmø-32 mmø
TRP_TO_IDR_TS	RA_Standard	7	65 mmø-32 mmø
TRP_TO_IDR_CG	RA_Standard	8	20 mmø
TRP_TO_IDR_CG	RA_Standard	3	25 mmø
TRP_TO_IDR_CG	RA_Standard	29	32 mmø
TRP_TO_IDR_CG	RA_Standard	168	40 mmø
TRP_TO_IDR_CG	RA_Standard	3	65 mmø
TRP_TO_IDR_CG	RA_Standard	5	110 mmø
TRP_TO_IDR_CG	RA_Standard	3	125 mmø
TRP_TO_IDR_RT	RA_Standard	172	50 mmø-50 mmø-5
Totale generale: 6493			

58) Abaco completo Raccordi tubazioni

<Abaco codifica, identificativi/codici padre istanze Apparecchi idraulici>					
A	B	C	D	E	F
Famiglia e tipo	Livello	Identificativo	Codice Padre Idraulico	Classificazione sistema	Nome sistema
TRP_TO_IDR_CA_SO_6	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_CA_SO_6_LI02_0083	TRP_TO_IDR_BB_SO_800_LF00_0001	Acqua calda sanitaria	AC 85,AC 87,AC 8
TRP_TO_IDR_CA_SO_6	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_CA_SO_6_LI02_0084	TRP_TO_IDR_BB_SO_800_LF00_0001	Acqua calda sanitaria	AC 86,AC 87,AC 8
TRP_TO_IDR_CD_SO_5	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_CD_SO_5_LI02_0085	TRP_IT_IDR_CI_SO_000_LI02_00001	Acqua fredda sanitaria	AD 87,AD 85
TRP_TO_IDR_CD_SO_5	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_CD_SO_5_LI02_0086	TRP_IT_IDR_CI_SO_000_LI02_00001	Acqua fredda sanitaria	AD 87,AD 86
TRP_TO_IDR_LA_TE_500	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_LA_TE_500_LI02_0337	TRP_TO_IDR_CA_SO_6_LI02_0083	Acque reflue,Acqua calda sanitaria	SC 85,AC 85
TRP_TO_IDR_LA_TE_500	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_LA_TE_500_LI02_0338	TRP_TO_IDR_CA_SO_6_LI02_0083	Acque reflue,Acqua calda sanitaria	SC 85,AC 85
TRP_TO_IDR_LA_TE_500	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_LA_TE_500_LI02_0339	TRP_TO_IDR_CA_SO_6_LI02_0083	Acque reflue,Acqua calda sanitaria	SC 85,AC 85
TRP_TO_IDR_LA_TE_500	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_LA_TE_500_LI02_0340	TRP_TO_IDR_CA_SO_6_LI02_0083	Acque reflue,Acqua calda sanitaria	SC 85,AC 85
TRP_TO_IDR_LA_TE_500	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_LA_TE_500_LI02_0341	TRP_TO_IDR_CA_SO_6_LI02_0084	Acque reflue,Acqua calda sanitaria	SC 86,AC 86
TRP_TO_IDR_LA_TE_500	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_LA_TE_500_LI02_0342	TRP_TO_IDR_CA_SO_6_LI02_0084	Acque reflue,Acqua calda sanitaria	SC 86,AC 86
TRP_TO_IDR_LA_TE_500	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_LA_TE_500_LI02_0343	TRP_TO_IDR_CA_SO_6_LI02_0084	Acque reflue,Acqua calda sanitaria	SC 86,AC 86
TRP_TO_IDR_LA_TE_500	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_LA_TE_500_LI02_0344	TRP_TO_IDR_CA_SO_6_LI02_0084	Acque reflue,Acqua calda sanitaria	SC 86,AC 86
TRP_TO_IDR_RB_TE_20	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_RB_TE_20_LI02_0085	TRP_TO_IDR_CA_SO_6_LI02_0084	Acque reflue,Acqua calda sanitaria	SC 86,AC 86
TRP_TO_IDR_RB_TE_20	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_RB_TE_20_LI02_0085	TRP_TO_IDR_CA_SO_6_LI02_0083	Acqua calda sanitaria	AC 85
TRP_TO_IDR_RB_TE_20	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_RB_TE_20_LI02_0086	TRP_TO_IDR_CA_SO_6_LI02_0084	Acqua calda sanitaria	AC 86
TRP_TO_IDR_TA_TE_9	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_TA_TE_9_LI02_0331	TRP_TO_IDR_CD_SO_5_LI02_0085	Acque reflue,Acqua fredda sanitaria	AD 85
TRP_TO_IDR_TA_TE_9	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_TA_TE_9_LI02_0332	TRP_TO_IDR_CD_SO_5_LI02_0085	Acque reflue,Acqua fredda sanitaria	AD 85
TRP_TO_IDR_TA_TE_9	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_TA_TE_9_LI02_0333	TRP_TO_IDR_CD_SO_5_LI02_0085	Acque reflue,Acqua fredda sanitaria	AD 85
TRP_TO_IDR_TA_TE_9	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_TA_TE_9_LI02_0334	TRP_TO_IDR_CD_SO_5_LI02_0085	Acque reflue,Acqua fredda sanitaria	AD 85
TRP_TO_IDR_TA_TE_9	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_TA_TE_9_LI02_0335	TRP_TO_IDR_CD_SO_5_LI02_0086	Acque reflue,Acqua fredda sanitaria	AD 86
TRP_TO_IDR_TA_TE_9	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_TA_TE_9_LI02_0336	TRP_TO_IDR_CD_SO_5_LI02_0086	Acque reflue,Acqua fredda sanitaria	AD 86
TRP_TO_IDR_TA_TE_9	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_TA_TE_9_LI02_0337	TRP_TO_IDR_CD_SO_5_LI02_0086	Acque reflue,Acqua fredda sanitaria	AD 86
TRP_TO_IDR_TA_TE_9	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_TA_TE_9_LI02_0338	TRP_TO_IDR_CD_SO_5_LI02_0086	Acque reflue,Acqua fredda sanitaria	AD 86
TRP_TO_IDR_TH_TE_009	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_TH_TE_009_LI02_0085	TRP_TO_IDR_CD_SO_5_LI02_0086	Acqua fredda sanitaria,Acque reflue	AD 86
TRP_TO_IDR_WA_TE_Standard	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_WA_TE_Standard_LI02_0331	TRP_TO_IDR_CD_SO_5_LI02_0085	Acqua fredda sanitaria,Acque reflue	AD 85,SC 85
TRP_TO_IDR_WA_TE_Standard	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_WA_TE_Standard_LI02_0332	TRP_TO_IDR_CD_SO_5_LI02_0085	Acqua fredda sanitaria,Acque reflue	AD 85,SC 85
TRP_TO_IDR_WA_TE_Standard	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_WA_TE_Standard_LI02_0333	TRP_TO_IDR_CD_SO_5_LI02_0085	Acqua fredda sanitaria,Acque reflue	AD 85,SC 85
TRP_TO_IDR_WA_TE_Standard	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_WA_TE_Standard_LI02_0334	TRP_TO_IDR_CD_SO_5_LI02_0085	Acqua fredda sanitaria,Acque reflue	AD 85,SC 85
TRP_TO_IDR_WA_TE_Standard	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_WA_TE_Standard_LI02_0335	TRP_TO_IDR_CD_SO_5_LI02_0086	Acqua fredda sanitaria,Acque reflue	AD 86,SC 86
TRP_TO_IDR_WA_TE_Standard	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_WA_TE_Standard_LI02_0336	TRP_TO_IDR_CD_SO_5_LI02_0086	Acqua fredda sanitaria,Acque reflue	AD 86,SC 86
TRP_TO_IDR_WA_TE_Standard	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_WA_TE_Standard_LI02_0337	TRP_TO_IDR_CD_SO_5_LI02_0086	Acqua fredda sanitaria,Acque reflue	AD 86,SC 86
TRP_TO_IDR_WA_TE_Standard	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_WA_TE_Standard_LI02_0338	TRP_TO_IDR_CD_SO_5_LI02_0086	Acqua fredda sanitaria,Acque reflue	AD 86,SC 86
TRP_TO_IDR_WH_TE_disabili	IDR_LI02_-008.54	TRP_TO_IDR_WH_TE_disabili_LI02_0085	TRP_TO_IDR_CD_SO_5_LI02_0086	Acque reflue,Acqua fredda sanitaria	SC 86,AD 86

59) Stralcio Abaco codifica, identificativo/codice padre istanze Apparecchi idraulici

<Abaco dei locali>

A	B	C
Nome	Livello	Numero
Locale	IDR_LI02_-008.54	BN_L-2
Locale	IDR_LI02_-008.54	BS_L-2
Locale	IDR_LI01_-004.27	BN_L-1
Locale	IDR_LI01_-004.27	BS_L-1
Locale	IDR_LF00_000.00	BN_L0
Locale	IDR_LF00_000.00	BS_L0
Locale	IDR_LF00_000.00	CEN_L0
Locale	IDR_LF02_008.54	BN_L2
Locale	IDR_LF02_008.54	BS_L2
Locale	IDR_LF03_012.81	CEN_L3
Locale	IDR_LF04_017.08	BN_L4
Locale	IDR_LF04_017.08	BS_L4
Locale	IDR_LF05_021.35	BN_L5
Locale	IDR_LF05_021.35	BS_L5
Locale	IDR_LF06_025.62	BN_L6
Locale	IDR_LF06_025.62	BS_L6
Locale	IDR_LF07_029.89	BN_L7
Locale	IDR_LF07_029.89	BS_L7
Locale	IDR_LF08_034.16	BN_L8
Locale	IDR_LF08_034.16	BS_L8
Locale	IDR_LF09_038.43	BN_L9
Locale	IDR_LF09_038.43	BS_L9
Locale	IDR_LF10_042.70	BN_L10
Locale	IDR_LF10_042.70	BS_P10
Locale	IDR_LF11_046.97	BN_L11
Locale	IDR_LF11_046.97	BS_L11
Locale	IDR_LF12_051.24	BN_L12
Locale	IDR_LF12_051.24	BS_L12
Locale	IDR_LF13_055.51	BN_L13
Locale	IDR_LF13_055.51	BS_L13
Locale	IDR_LF14_059.78	BN_L14
Locale	IDR_LF14_059.78	BS_L14

CAPITOLO 5

FACILITY MANAGEMENT



5.1 Definizioni

La disciplina del facility management è associata alla sesta dimensione del BIM (a livello internazionale la settima). La sua applicazione associata al settore AEC ha inizio una volta terminata la costruzione dell'edificio e termina con la sua eventuale demolizione, con un approccio multiscalare ed olistico [8]. Tale disciplina, nata ben prima della metodologia BIM, si sposa perfettamente con essa, in un ottica di interoperabilità software.

Una delle prime definizioni è quella data dall' L'International Facility Management Association (IFMA), che definisce il F.M come *“la disciplina aziendale che coordina lo spazio fisico di lavoro con le risorse umane e l'attività propria dell'azienda. Integra i principi della gestione economica e finanziaria d'azienda, dell'architettura e delle scienze comportamentali e ingegneristiche”*[25]. Una delle definizioni immediatamente successive è quella di F.Becker, che definisce il F.M come *“ la disciplina responsabile del coordinamento di tutti gli sforzi relativi alla pianificazione, al design e al building management di sistemi, attrezzature e arredi migliorando la capacità di organizzazione per competere con successo in un mondo in rapida evoluzione”* [9].

Un'altra definizione più recente è quella data all'interno della norma EN 15221/2006, sostituita dalla EN ISO 41011/2018 tutt'ora valida. Essa definisce il F.M come *“l'integrazione di processi all'interno di un'organizzazione per mantenere e sviluppare i servizi concordati che supportano e migliorano l'efficacia delle sue attività primarie”*.

La figura professionale legata alla disciplina del F.M è il facility manager, la persona responsabile della gestione di un edificio, dei suoi spazi e dei requisiti dei suoi proprietari o occupanti. Un facility manager conduce la pianificazione di Facility Management a lungo termine e coordina le attività di manutenzione ordinaria/straordinaria dei sistemi e delle attrezzature della struttura [26]

La norma EN 15221/4 definisce tale figura come *“la persona responsabile dell'organizzazione del facility management che rappresenta il punto di contatto unico per il cliente a livello strategico; guida l'organizzazione del F.M, garantisce qualità e miglioramento continuo e conduce progetti e compiti strategici. (se è membro del cda dell'organizzazione il facility manager è anche chiamato Chief Facility management Officer (CFMO) o Chief Facility Executive (CFE).”*

Le tre definizioni precedentemente citate esplicano in modo completo il carattere di questa disciplina, la quale si sviluppa attorno al concetto di approccio integrato, ponendosi l'obiettivo di un erogazione di servizi che ruotano attorno a tre aspetti fondamentali:

- l'aspetto strategico, che concerne ogni decisione relativa alla politica di gestione e reperimento dei servizi, di distribuzione delle risorse da impiegare a supporto degli obiettivi aziendali (predisposizione e gestione del budget, ripartizione dei costi, ecc.), di scelta del fornitore, ecc
- L'aspetto analitico è relativo alla comprensione delle necessità dei Clienti Interni relative ai servizi, al controllo dei risultati della gestione e dell'efficienza nell'erogazione del servizio, all'individuazione di nuove tecniche e tecnologie che supportino il business aziendale. Si tratta quindi di un aspetto fondamentale per far sì che il Facility Management contribuisca fattivamente al conseguimento degli obiettivi dell'azienda.
- L'aspetto gestionale-operativo concerne la gestione e il coordinamento di tutti i servizi complessivamente intesi (non dei singoli servizi) e include la definizione di sistemi e procedure e l'implementazione e reingegnerizzazione dei processi di erogazione.

Il termine "facility" indica sia l'immobile dove si svolge l'attività lavorativa, sia tutte le attività di servizio ad esso connesse, tuttavia in ambito disciplinare si tende ad associare il termine principalmente ai servizi.

L'IFMA ha classificato questi servizi in tre macrocategorie (25):

- servizi all'edificio
- servizi allo spazio di lavoro
- servizi alle persone

In Italia, l'IFMA ha inoltre ricondotto l'offerta di servizi F.M a tre tipologie di operatori:

- Fornitori mono e multi-servizio
- Gestori di servizi specifici
- Società di Facility Management (detta anche Global Outsourcer o Facility Company)

5.2 Il facility management in ambito BIM

All'interno del settore dell'AEC esistono vari ambiti in cui viene applicata la disciplina del facility management [10], ed il BIM è risultato una piattaforma in grado di rispondere efficacemente ad ognuno di essi. Le potenzialità del BIM, già discusse precedentemente, si applicano in maniera completa al F.M, apportando benefici concreti all'efficientamento dei processi [11] Poichè l'applicazione del F.M va interpretata in ambito multiscalare, essa può essere applicata sia alla scala di distretto/città, ad esempio per la gestione del patrimonio immobiliare, sia alla scala di un singolo componente di un edificio, come la manutenzione di un impianto [12]. E' molto importante approcciarsi quindi tenendo conto della definizione di LOIN, definendo obiettivi specifici in conformità con le esigenze di medio-lungo periodo. Spesso si fa riferimento al concetto di DBOM, ovvero *design-build-operate-maintain*, ovvero un approccio integrato in cui chi opera la progettazione e la messa in opera garantisce anche l'operatività e la manutenzione dell'edificio. Questo tipo di approccio richiede quindi una competenza multidisciplinare all'interno degli studi di progettazione, pratica ormai sempre più diffusa anche in Italia.

Vi sono 4 usi applicativi del F.M in ambito BIM [27]:

- *Space management*, ovvero la gestione ottimizzata degli spazi in un'ottica di gestione del patrimonio immobiliare sia alla scala dell'edificio che a scala urbana [13]
- *Pianificazione preventiva della manutenzione*, la quale riguarda la pianificazione di attività di manutenzione in ambito strutturale e MEP.
- *Uso efficiente dell'energia*, in un ottica di sostenibilità economica ed ambientale.
- *Retrofit, ricostruzione e ristrutturazione*, in un ottica di riduzione dei costi di progettazione e riduzione delle interferenze tra le varie discipline

Queste quattro applicazioni possono venire raggruppate in un'unica disciplina, ovvero l'Enhanced Lifecycle Management. Viene infatti progettata una strategia completa che coinvolge proprietari e progettisti i quali, grazie ad un'accurata gestione dei dati e dei metadati, riescono a garantire un notevole guadagno economico, oltre che ambientale [14]. Tutto ciò è reso possibile grazie all'interoperabilità (sia orizzontale che verticale) tra piattaforme BIM authoring, software CAFM e software gestionali [28].

Verrà di seguito approfondita la manutenzione preventiva in ambito MEP, obiettivo di questo saggio di ricerca.

5.3 La programmazione preventiva della manutenzione

La programmazione della manutenzione in fase di progettazione è senza ombra di dubbio una delle maggiori potenzialità dei BIM uses. In Italia il D.lgs 50/2016 ha reso obbligatorio l'inserimento del progetto esecutivo degli interventi di manutenzione ordinaria come documento da porre a base di gara, inoltre il D.lgs 56/2017, sua successiva implementazione, bandisce le gare che richiedono servizi manutentivi sulla base di progetti semplificati. Se si collegano questi due decreti al D. 560/2017 che renderà obbligatorio l'uso del BIM negli appalti pubblici entro il 2025, risulta evidente il fatto che l'uso del BIM anche in ambito manutentivo diverrà una realtà concreta.

La norma UNI/EN 133006 definisce la manutenzione come: " Combinazione di tutte le azioni tecniche, amministrative e gestionali, durante il ciclo di vita di un'entità, destinate a mantenerla o riportarla in uno stato in cui possa eseguire la funzione richiesta". La norma definisce anche il concetto di strategia di manutenzione, ovvero il metodo gestionale utilizzato allo scopo di raggiungere gli obiettivi della manutenzione.

Le strategie di manutenzione, nate in ambito industriale, possono essere di tre tipologie:

- *manutenzione correttiva*, ovvero eseguita a seguito della rilevazione di un'avaria ed è volta a riportare l'entità nello stato di affidabilità ad essa richiesto".
- *manutenzione preventiva*, cioè la manutenzione eseguita ad intervalli predeterminati, in accordo a criteri prescritti e volta a ridurre la probabilità di guasto o di degrado del funzionamento di un'entità.
- *manutenzione produttiva o migliorativa*, atta a migliorare l'efficienza prestazionale di un'entità

La manutenzione preventiva si suddivide ulteriormente in 3 sottocategorie:

- *manutenzione preventiva ciclica*, la quale viene "effettuata in base a intervalli di tempo o cicli di utilizzo prefissati, ma senza una precedente indagine sulle condizioni della entità."
- *manutenzione su condizione*, basata sul monitoraggio delle prestazioni di un'entità e dei parametri significativi per il suo funzionamento.
- *manutenzione predittiva*, ovvero la manutenzione che può avvenire in seguito all'analisi di metadati da parte dell'operatore addetto.

L'utilizzo del BIM per effettuare la programmazione delle strategie di manutenzione avviene tramite l'utilizzo di formati di scambio per sfruttare l'interoperabilità di software CAFM, CMMS o più semplici software gestionali come Microsoft Excel.

A seconda della complessità e della grandezza del progetto nonché degli obiettivi prefissati occorre quindi utilizzare i formati ed i software adeguati.

Verrà di seguito esplicito il principale standard di riferimento internazionale in ambito manutentivo, lo standard COBie.

5.4 Lo standard COBie

Lo standard COBie (Construction Operations Building Information Exchange) è uno standard internazionale di scambio di dati che, tramite l'utilizzo di formati di scambio aperti, consente di trasmettere le informazioni dalla fase di realizzazione dell'opera (construction) a quella di gestione e manutenzione dell'organismo edilizio (operations) [29].

Lo standard COBie è stato sviluppato da Bill East, membro del US Army Corps of Engineers nel 2007, all'interno del Construction Engineering Research Laboratory. L'obiettivo del progetto fu quello di compattare in forma digitale tutta quella serie di dati cartacei riguardanti i documenti di consegna e chiusura lavori. Negli anni successivi East



61) Fotografia storicamente associata a COBie, proposta dagli stessi sviluppatori dello standard.

successivi East ha guidato lo sviluppo di COBie attraverso buildingSMART International. Nel 2011 è diventato parte dello NBIMS-US, e pochi anni dopo è stato introdotto anche in Europa, grazie al BIM Working Party Strategy nel Regno Unito. Nel 2019 è divenuto obbligatorio anche negli USA, come parte integrante della documentazione

documentazione da fornire all'interno del documento P-100 (The Facilities Standards for the Public Buildings Service). Sempre nel gennaio 2019 l'allegato nazionale del Regno Unito all'interno della norma BS/EN/ISO 19650-2 afferma che gli scambi di informazioni non geometriche in formati di dati aperti dovrebbero essere strutturati nel formato COBie. Lo standard COBie è in continua evoluzione; nel 2020, buildingSMART ha infatti avviato un

progetto per aggiornare COBie alla versione 2.5, riflettendo il consolidamento della versione originale COBie 2.26 (ovvero la definizione di visualizzazione del modello di consegna di base del Facility Management) e la bozza della specifica BSI COBie 2.4. Il progetto è stato denominato "FM Handover - COBie 2.5". A luglio 2020 il progetto ha raggiunto la fase di proposta di attività approvata del processo di standard BSI.

Lo standard COBie è stato quindi sviluppato sulla base della normativa nordamericana ed inglese, e tutt'ora in Italia non esiste un riferimento normativo diretto per l'utilizzo di questo standard.

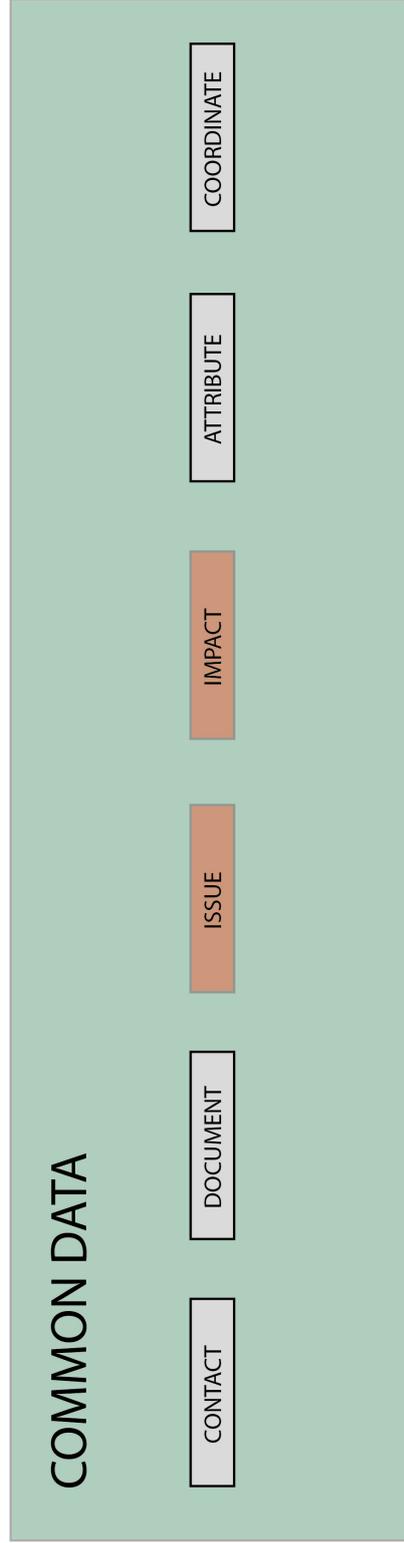
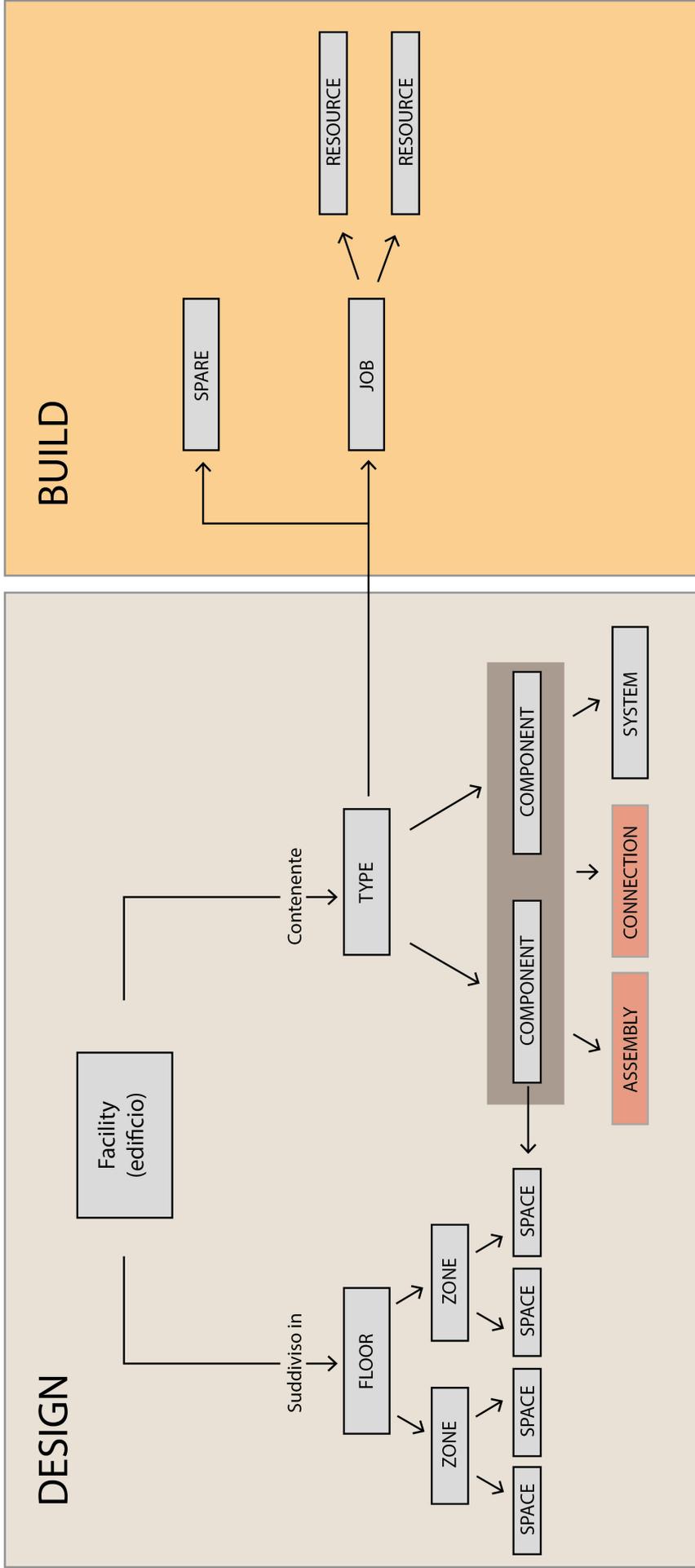
L'utilizzo di questo formato aperto di scambio bi-direzionale è basato sul miglioramento delle prestazioni del facility asset information delivery (BEP, PIM, AIM), specificato all'interno della PAS 1192-2. La principale funzione dello standard COBie è infatti quella di facilitare la compilazione elettronica degli O&M Manual nonché lo scambio di dati con software CAFM/CMMS senza costi aggiuntivi [15].

La generazione dei dati avviene tramite l'utilizzo di applicativi con piattaforme di bim authoring (interoperabilità bi-direzionale), forniti dalle stesse software house.

Questi applicativi permettono l'integrazione di parametri all'interno dei modelli BIM, consentendone sia l'esportazione che l'importazione. I dati possono quindi essere esportati in vari formati dagli utenti, ovvero: IFC STP, IFC XML, spreadsheetML & COBieLite. Il formato IFC standard viene utilizzato in molti casi, come quello xml (obbligatorio per la consegna nel Regno Unito). Tuttavia, COBie aggiunge anche specifiche e modelli per una raccolta/consegna dei dati basata su un foglio di calcolo chiamato spreadsheet, esportato in formato .xlsx. La semplice struttura di questo foglio rende possibile la partecipazione a un flusso di lavoro openBIM senza alcuno strumento BIM specifico e senza la conoscenza del modello dati IFC, utilizzando semplicemente MS Excel per leggere la spreadsheet.

Per la generazione dei dati COBie è necessario l'uso di un sistema di classificazione.

Come precedentemente descritto, nel Regno Unito è richiesto lo standard Omniclass, mentre negli USA è richiesto lo standard Uniclass (MasterFormat e UniFormat). In Italia è utilizzato il sistema di classificazione della norma UNI 8290, la cui applicabilità all'interno dello standard COBie è possibile, seppur poco utilizzata. Molti software CAFM/CMMS usano un loro standard predefinito, il quale deve essere adottato anche nella compilazione dei parametri COBie all'interno delle piattaforme preposte.



62) Schema di gerarchizzazione dei dati all'interno dello standard COBie, fonte: elaborato personale.

5.5 Compilazione dello standard COBie

La generazione dello standard COBie di un modello BIM completo su Autodesk Revit avviene tramite il plugin "BIM Interoperability Tools" [30], già utilizzato precedentemente per l'assegnazione del sistema di classificazione Uniclass. All'interno del plugin, come riportato nel paragrafo 4.8, troviamo le estensioni "Classification Manager", "model checker" e "COBie extention".

La procedura per l'assegnazione dello standard COBie è la seguente:

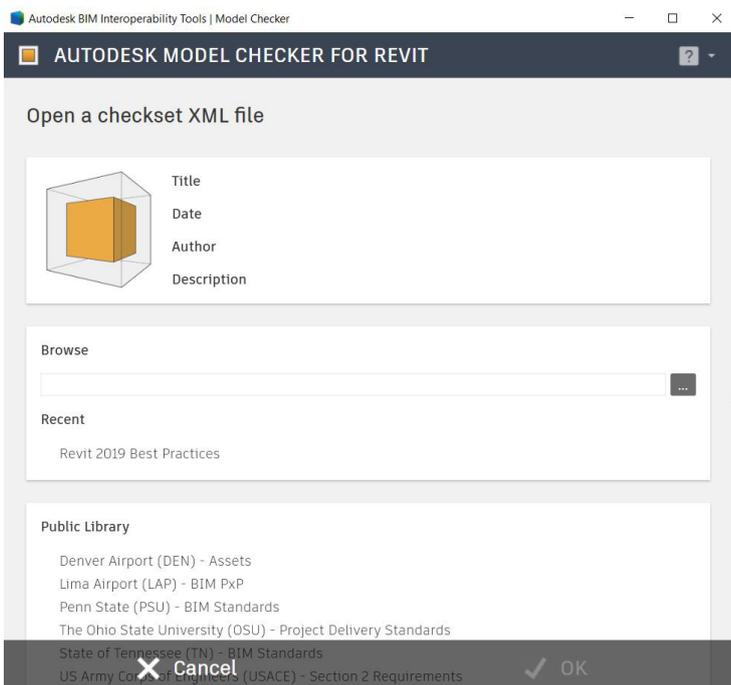
- Applicazione di uno o più sistemi di classificazione al modello (Classification Manager)
- Controllo del modello (model Checker)
- Impostazione e generazione dello standard COBie (COBie extention)

Seguendo la configurazione della barra multifunzione è quindi possibile effettuare tutti gli step necessari per la corretta compilazione dello standard COBie.

Il primo step, ovvero l'applicazione di un sistema di classificazione è stato già effettuato precedentemente, prima della generazione degli abachi (paragrafo 4.8).

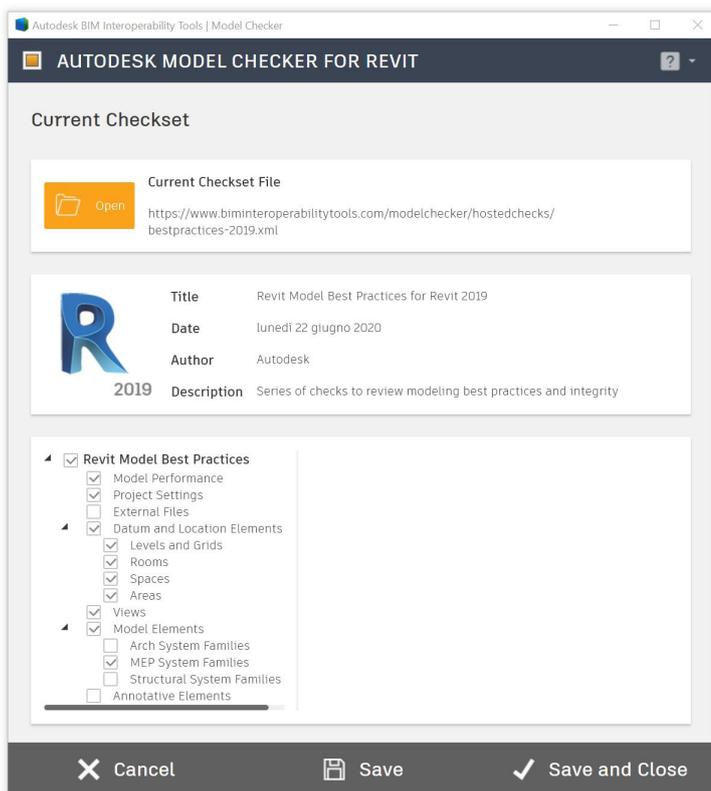
5.5.1 MODEL CHECKER

La fase successiva prevede il controllo del modello tramite l'applicazione model checker. Cliccando sul pulsante setup si accede alla configurazione dell'applicativo. Qui è possibile accedere ad una libreria pubblica di standard di controllo (Public Library) in cui sono presenti vari standard, pressochè tutti applicabili al mercato anglosassone (in particolare quello



versioni di Revit, chiamati Best Practices. Questi verificano che il modello sia sviluppato secondo precisi input, in modo da evitare problemi in fase di consegna. Lo strumento di checking è sicuramente uno dei più validi in mano al BIM Manager, in quanto verifica le incongruità in maniera sistematica, affidando allo stesso software alcune delle attività più critiche della figura professionale.

63) Schermata principale Model Checker for Revit



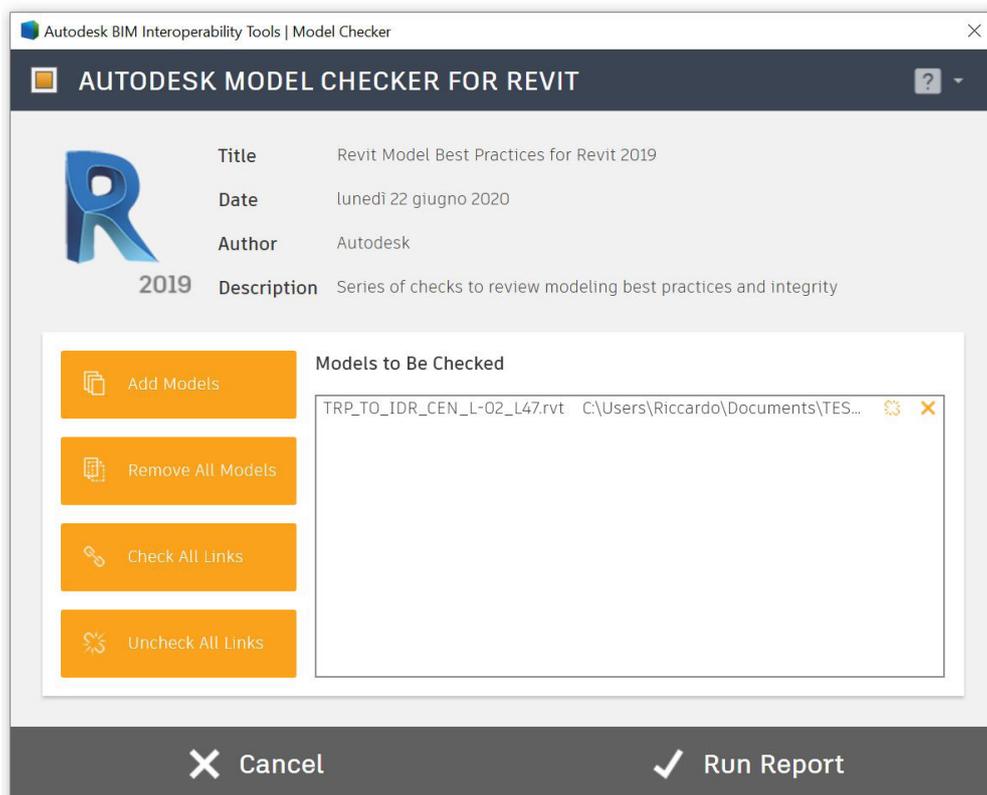
64) Schermata selezione best practices, Model Checker for Revit

Nel caso del modello BIM dei files idricosanitari è stato scelto lo standard *Revit Model Best Practices 2019*, in linea con il software utilizzato per modellare.

Una volta selezionato dalla libreria è possibile impostare le fasi di checking dal menù a tendina. Sono stati esclusi dal checking i file esterni, le famiglie delle altre discipline (in quanto non presenti) e gli elementi annotativi.

Lo step successivo consiste nel cliccare sul bottone "Run" nella barra multifunzione. Qui apparirà la schermata di avvio del model checking, che permette la

generazione di un Report in cui vengono verificate le incongruità rispetto agli standard della Autodesk e l'integrità del file. In questa schermata è anche possibile selezionare più modelli su cui effettuare il checking e verificare i link all'interno del file.



65) Schermata di avvio report, Model Checker for Revit

Una volta cliccato su "Run Report", l'applicativo effettuerà la verifica delle incongruenze, il cui risultato è visualizzato nella schermata "View Report" nella barra multifunzione. Il report generato mostra in primo piano una valutazione in percentuale sulla corrispondenza del modello allo standard selezionato. Di seguito si riporta la verifica effettuata sul file TRP_TO_IDR_CEN_L-01_L47, ovvero il file idricosanitario della torre. Il risultato raggiunto, pari al 75%, viene di seguito analizzato in ogni suo punto, a cui si può accedere tramite i menù a discesa nella parte inferiore della schermata. Per un risultato più elevato è necessario utilizzare la versione del software USA.

The screenshot displays the Autodesk Model Checker for Revit interface. The window title is "Autodesk BIM Interoperability Tools | Model Checker". The main header reads "AUTODESK MODEL CHECKER FOR REVIT".

Report Details:

- Title:** Revit Model Best Practices for Revit 2019
- Date:** lunedì 22 giugno 2020
- Author:** Autodesk
- Description:** Series of checks to review modeling best practices and integrity

File Information:

- File:** TRP_TO_IDR_CEN_L-02_L47.rvt
- Check Summary:** 96 Checks, 12 (75%) Pass, 4 Fail, 45 Count/List, 35 Not Run
- Report Date:** giovedì 4 febbraio 2021 - 14:39:22
- Revit Filepath:** C:\Users\Riccardo\Documents\TESI\IDRICOSANITARIO DEF\Definitivo 2019\TRP_TO_IDR_CEN_L-02_L47.rvt
- Checkset File:** <https://www.biminteroperabilitytools.com/modelchecker/hostedchecks/bestpractices-2019.xml>

75%

Revit Model Best Practices 96 Checks, 12 (75%) Pass, 4 Fail, 45 Count/List, 35 Not Run

- Model Performance** 8 Checks, 8 Count/List
 - Checks in this section help monitor the result of actions taken over the course of a model's development, which can directly impact the model's performance. Proper management of these items can improve model performance.
- Project Settings** 10 Checks, 0 (0%) Pass, 2 Fail, 8 Count/List
 - Checks in this section are related to settings that can be configured at a project level, which may need to be verified for compliance with standards defined for the project.
- External Files** 8 Checks, 8 Not Run
 - A series of checks related to linked and imported files in the model.
- Datum and Location Elements** 17 Checks, 8 (100%) Pass, 0 Fail, 9 Count/List
 - A series of checks related to datum and location elements in the model.
- Views** 12 Checks, 1 (100%) Pass, 0 Fail, 11 Count/List
 - A series of checks related to views in the model.
- Model Elements** 29 Checks, 3 (60%) Pass, 2 Fail, 9 Count/List, 15 Not Run
 - A series of checks related to model elements in the model.
- Annotative Elements** 12 Checks, 12 Not Run
 - A series of checks related to annotative elements in the model.

Footer: Copy, HTML, Excel, Close

66) Schermata View Report, Model Checker for Revit

La prima voce riportata nell'elenco "Revit Model Best Practices" consiste nella "Model Performance". Questa voce non influisce sul calcolo della percentuale, poichè analizza il modello nella sua totalità. I dati qui mostrati illustrano infatti un utile panoramica globale del modello BIM, dalla sua dimensione, al numero di famiglie in esso modellate, così come il conteggio dei messaggi Warnings (ad es tubazioni non connesse).

Questa prima voce è molto utile al modellatore in quanto consente di tenere sotto controllo le maggiori criticità che porterebbero alla non approvazione del modello nelle fasi conclusive all'interno di una commessa BIM.

▲ Revit Model Best Practices

96 Checks, 12 (75%) Pass, 4 Fail, 45 Count/List, 35 Not Run

Model Performance

8 Checks, 8 Count/List

- ▲ Checks in this section help monitor the result of actions taken over the course of a model's development, which can directly impact the model's performance. Proper management of these items can improve model performance.

▼		File Size RESULT of the file sizes for all reported Revit models in MB (megabytes).
▼		Warnings COUNT of all warnings in the model. Too many unresolved warnings can cause performance issues in a Revit model.
▼		Loadable Families RESULT and LIST of the families in the project ordered by file size. **WARNING** Running this check can take a significant amount of time, depending on how many loadable families the model has.
▼		Unused Elements COUNT of all elements that may be unused and therefore removed from a Revit model. A large number of unneeded elements can increase the model size with no benefit. Note that the count reported here may differ from the Purge Unused command in the Revit interface due to API restraints.
▼		Non built-in Object Styles COUNT and LIST of all non built-in categories and sub-categories in a Revit model. A large number of these items may be indicative of an imported CAD file. Importing CAD files is not recommended for most workflows.
▼		Model Groups COUNT of all model group elements in the model. Too many model groups can be an indication of improper modeling techniques.
▼		Detail Groups COUNT of all detail group elements in the model. Too many detail groups can be an indication of improper modeling techniques.
▼		In-Place Families COUNT of all in-place family elements in the model. In-place families can significantly impact model size and performance and should be used sparingly.

La seconda voce dell'elenco riporta invece una scomposizione della valutazione delle impostazioni del progetto (project settings). Le singole parti analizzate non influiscono nel calcolo della percentuale, tranne le due voci inerenti la posizione del progetto. Queste ultime risultano errate all'interno della nostra analisi poichè il model checker non riconosce le coordinate assegnate tramite il servizio di geolocalizzazione via internet, impostato nella scheda gestisci/posizione progetto/località.

Project Settings

10 Checks, 0 (0%) Pass, 2 Fail, 8 Count/List

- Checks in this section are related to settings that can be configured at a project level, which may need to be verified for compliance with standards defined for the project.

  Revit Version LIST of the version and build data of Revit running the check.
  Design Options COUNT and LIST of all elements created in each design option of the model.
  Elements Per Phase COUNT and LIST of all elements in each phase of the model.
  Worksets COUNT and LIST of all user worksets in the model or indicates *Not Workshared* if worksharing is not enabled.
  Project Information COUNT and LIST of all parameters and values attached to Project Information for a project except those associated with Revit Extensions (starting with 'Extensions').
  Project Coordinates COUNT and LIST of the coordinate values of the survey and project base points, elevation, and true north.
  Project Location - Latitude PASS/FAIL check to determine if Latitude value is correct for the project location. Provide degree value in radians (1 deg = 0.0174533 rad). Value is defined by User Input.
  Project Location - Longitude PASS/FAIL check to determine if Longitude value is correct for the project location. Provide degree value in radians (1 deg = 0.0174533 rad). Value is defined by User Input.
  Browser Organization COUNT and LIST of all browser organization types in the model.
  Volume Computations Setting LIST of all model Volume Computation settings: areas and volumes or areas only.

La voce successiva riguarda l'analisi dei files esterni, che come precedentemente specificato è stato scelto di non trattare. Si procede quindi con l'analisi della quarta voce, intitolata "Datum and Location Elements". Questa parte contiene un'analisi della corretta assegnazione dei livelli, dei locali (Rooms) degli spazi e delle aree.

<ul style="list-style-type: none"> ▲ Datum and Location Elements A series of checks related to datum and location elements in the model. ▶ Levels and Grids ▶ Rooms ▶ Spaces ▶ Areas 	<p>17 Checks, 8 (100%) Pass, 0 Fail, 9 Count/List</p> <p>6 Checks, 1 (100%) Pass, 0 Fail, 5 Count/List</p> <p>4 Checks, 3 (100%) Pass, 0 Fail, 1 Count/List</p> <p>4 Checks, 3 (100%) Pass, 0 Fail, 1 Count/List</p> <p>3 Checks, 1 (100%) Pass, 0 Fail, 2 Count/List</p>
---	---

Ognuna di queste parti contiene un menù a discesa in cui viene ulteriormente scomposta. Si riporta l'esempio della prima sottovoce dell'elenco, ovvero "Levels and Grids". In questa parte l'applicativo analizza la corretta impostazione dei livelli e delle griglie, verificandone la corretta assegnazione al workset "Shared Levels and Grids". Nelle best practices la Autodesk raccomanda infatti di inserire tutti i livelli e le griglie in un workset a parte, in modo che possano essere eventualmente condivisi o disattivati in altri modelli. (vedi paragrafo 4.4.2).

<ul style="list-style-type: none"> ▲ Levels and Grids 	<p>6 Checks, 1 (100%) Pass, 0 Fail, 5 Count/List</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▼  Levels COUNT of all level elements in the model. 	
<ul style="list-style-type: none"> ▼  Level Types COUNT and LIST of all level types in the model. 	
<ul style="list-style-type: none"> ▼  Grids COUNT of all grid elements in the model. 	
<ul style="list-style-type: none"> ▼  Grid Types COUNT and LIST of all grid types in the model. 	
<ul style="list-style-type: none"> ▼  Wrong Elements on Shared Levels and Grids COUNT and LIST of all elements in the model that are on the 'Shared Levels and Grids' workset that are not levels or grids. Note that the 'Shared Levels and Grids' workset must have both 'level' and 'grid' (case insensitive) in the name in order to be recognized. 	
<ul style="list-style-type: none">  Levels and Grids on Wrong Workset PASS/FAIL check to determine if any levels or grids are not on the Shared Levels and Grids workset. Will Fail if any are found. 	

La quinta voce della scheda esamina le viste, controllando una serie di dati ad esse associate molto importanti dal punto di vista della gestione del modello informativo. Anche qui troviamo una best practise suggerita dalla Autodesk, ovvero la creazione di una apposita vista 3D per l'esportazione in Navisworks, chiamata appunto "Navis".

Views 12 Checks, 1 (100%) Pass, 0 Fail, 11 Count/List

A series of checks related to views in the model.

-   **Views**
COUNT of all views in the model. Views typically do not impact model size, but too many unmanaged views can impact user efficiency.
-   **Schedules**
COUNT of all schedules in the model. Schedules typically do not impact model size, but too many unmanaged views can impact user efficiency.
-   **Sheets**
COUNT of all sheets in the model. Sheets typically do not impact model size, but too many unmanaged views can impact user efficiency.
-   **Placeholder Sheets**
COUNT of all placeholder sheets in the model.
-   **View Templates**
COUNT and LIST of all view templates in the model.
-   **Views With Hidden Model Elements**
COUNT and LIST of all views in the model that have permanently hidden model elements and the total number of hidden elements. Hiding large numbers of elements in a view can impact performance. ****WARNING**** Running this check can take a significant amount of time to complete.
-   **Views With No View Template**
COUNT of all views that have no View Templates assigned to them in the model. This may be indicative of unneeded working views that can be removed from a model.
-   **Views Not On Sheets**
COUNT and LIST of all views (not including views that can be placed on more than one sheet, like Schedules and Legends) that are not placed on a sheet in the model.
-   **Views On Sheets With No View Template**
COUNT of all views on sheets that have no view templates assigned to them in the model. Printed views with no view template may be indicative of poorly managed or followed standards in the model, which can lead to less efficient methods of control element appearance.
-  **Navisworks Export View**
PASS/FAIL check to determine if there is a 3D view labeled with the word "Navis" for export to Navisworks.
-   **Symbol Legends and General Notes**
COUNT and LIST of all legend views in the model.
-   **Scope Boxes**
COUNT and LIST of all the scope boxes used in the model

La sesta voce ed ultima voce (in quanto la settima "annotative elements" non è stata selezionata) riguarda l'analisi degli elementi (ovvero le istanze) del progetto. E' la parte che incide maggiormente sulla valutazione in percentuale della congruenza del modello.

Essa contiene tre sottovoci riguardanti l'analisi agli elementi delle singole discipline e altre voci di analisi totale a tutti gli elementi. Nel modello idricosanitario della torre il check "Mirrored Elements" non è stata superato, in quanto l'applicativo considera errate tutte le istanze che hanno coordinate di posizionamento assolute contrapposte, ovvero specchiate rispetto ad un asse. Il progetto idricosanitario contiene un gran numero di elementi specchiati, in particolare tutte le istanze nei bagni contenuti nei core strutturali, specchiati appunto rispetto all'asse centrale dell'edificio.

<ul style="list-style-type: none"> ▲ Model Elements A series of checks related to model elements in the model. ▶ Arch System Families Reports of architectural system families in the model ▶ MEP System Families Reports of MEP system families in the model ▶ Structural System Families Reports of structural system families in the model 	<p>29 Checks, 3 (60%) Pass, 2 Fail, 9 Count/List, 15 Not Run</p> <p>10 Checks, 10 Not Run</p> <p>9 Checks, 2 (67%) Pass, 1 Fail, 6 Count/List</p> <p>4 Checks, 4 Not Run</p>
---	--

✔ **Duplicate Modeled Elements**
 PASS/FAIL check to determine if there are any modeled elements that are duplicates (identical elements at the same location and base level). Check will Fail if any duplicate element is found. ****WARNING**** Running this check can take a significant amount of time to complete.

✘ **Mirrored Elements**
 PASS/FAIL check to determine if there are mirrored instances of loadable components. Check will fail if any element is mirrored.

▼ ☰ **Worksets and Elements**
 COUNT and LIST of all user worksets for a Revit model or indicates ***Not Workshared*** if worksharing is not enabled.

▼ ☰ **Assemblies**
 COUNT and LIST of all assembly elements in the model.

▼ ☰ **Generic Models**
 COUNT and LIST of all generic model elements in the model.

⊘ **Total Model Elements Revit 2019**
 COUNT of all model elements placed in the model for Revit 2019. This check is version specific due to changes in Revit categories between version. This check should be used as a general assessment of the number of elements in the model, as some categories may report sub-elements as individual elements.

All'interno della sottovoce "MEP System Families" sono contenute le analisi a tutti i sistemi inclusi nel progetto, nel nostro caso solo il sistema idraulico (piping).

Il modello non ha superato il check "Piping system That are Not Connected" in quanto l'applicativo non riconosce i raccordi tubazione utilizzati per chiudere le tubazioni aperte. Una tubazione che non finisce in un apparecchio idraulico infatti è considerata "sconnessa" da Revit, ma per far risultare il sistema chiuso occorre chiudere la tubazione tramite il comando "chiudi estremità aperte", selezionabile dalla scheda modifica della barra multifunzione una volta selezionata una tubazione aperta. Selezionando tale comando Revit genera automaticamente un raccordo di chiusura in base alle preferenze di instradamento. Tale raccordo non viene riconosciuto però come parte del sistema di cui la tubazione fa parte, generando l'errore nel model checker.

MEP System Families 9 Checks, 2 (67%) Pass, 1 Fail, 6 Count/List

Reports of MEP system families in the model

-   **Duct Families**
COUNT and LIST of all duct family types in the model.
-   **Duct System Families**
COUNT and LIST of all duct system family types in the model.
-  **Duct Systems That Are Not Connected**
PASS/FAIL check to determine if there are any duct related elements that have a blank System Name.
-   **Flex Duct Families**
COUNT and LIST of all flex duct family types in the model.
-   **Flex Pipe Families**
COUNT and LIST of all flex pipe family types in the model.
-   **Pipe Families**
COUNT and LIST of all pipe family types in the model.
-   **Piping System Families**
COUNT and LIST of all piping system family types in the model.
-   **Piping Systems That Are Not Connected**
PASS/FAIL check to determine if there are any piping related elements that have a blank System Name.
-  **Electrical Systems That Are Not Connected**
PASS/FAIL check to determine if there are any electrical related elements that have a blank Panel Name or Circuit Number.

5.5.2 COBie EXTENSION

Una volta effettuato il model checking e controllato che il modello informativo sia conforme agli standard concordati, è possibile iniziare il processo per la definizione dello standard COBie.

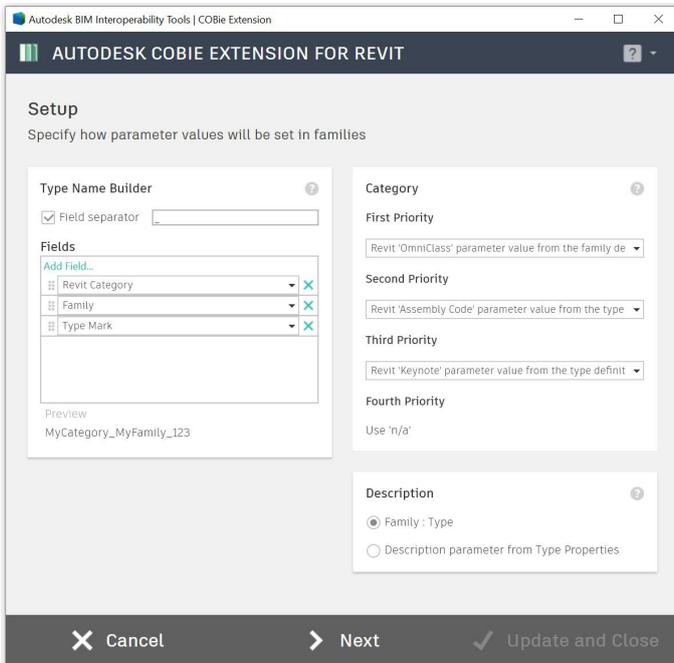
La struttura della spreadsheet in formato .xlsx, obiettivo finale della generazione dello standard, si presenta con una serie di schede modificabili a piacere dall'utente in base alle esigenze. Le schede sono organizzate come un elenco di voci le cui caratteristiche sono descritte in colonne i cui valori sono parametri di tipo/istanza all'interno del file Revit. Tutto ciò che è presente nella prima colonna rappresenta un componente del modello BIM, mentre tutto ciò che è presente nelle altre colonne rappresenta valori definiti dall'utente tramite parametri di tipo/istanza appositamente impostati tramite l'applicativo COBie extension, manualmente o tramite l'uso di script. Le schede all'interno della spreadsheet sono le seguenti:

- Instruction, contenente le istruzioni per l'uso del file
- Contact, per la gestione di tutti i contatti all'interno del progetto
- Facility, dedicata alla codifica del modello BIM
- Floor, contenente tutti i livelli e le loro caratteristiche
- Space/zone, vi deve essere almeno una scheda dedicata agli spaces (Locali) o alle zones (vani), per identificare la posizione delle istanze.
- Type, contenente l'elenco completo di tutti i tipi e la loro codifica.
- Component, contenente l'elenco completo di tutte le istanze e la loro codifica.

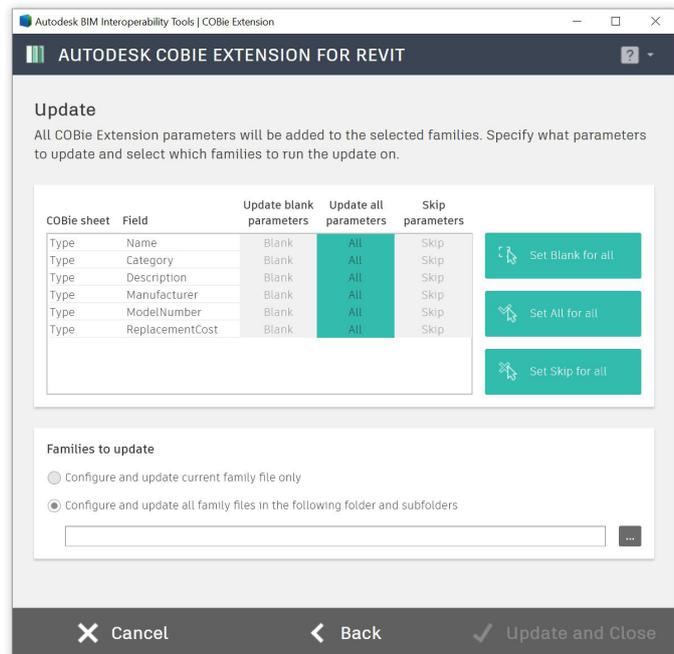
Il contenuto delle schede può essere impostato nella scheda "Schedules" contenuta nella schermata "Setup", apribile cliccando sull'omonimo pulsante, che vedremo in seguito.

L'applicativo *COBie extension*, individuato all'interno della scheda *BIM Interoperability Tools*, si presenta con una serie di pulsanti, i quali rappresentano in sequenza (come per l'applicativo Model Checker) la procedura per impostare, applicare e generare lo standard COBie.

Il primo pulsante, "Setup Families" (la cui prima schermata verrà richiamata anche all'interno del pulsante "Setup Project") è il primo passaggio per la definizione dei parametri COBie. Questi sono parametri di tipo che vengono creati all'interno di ogni famiglia e che permettono la compilazione dello standard da parte dell'applicativo. Possono essere modificati sia direttamente dalle singole istanze, sia dagli abachi appositi che l'applicativo genera.



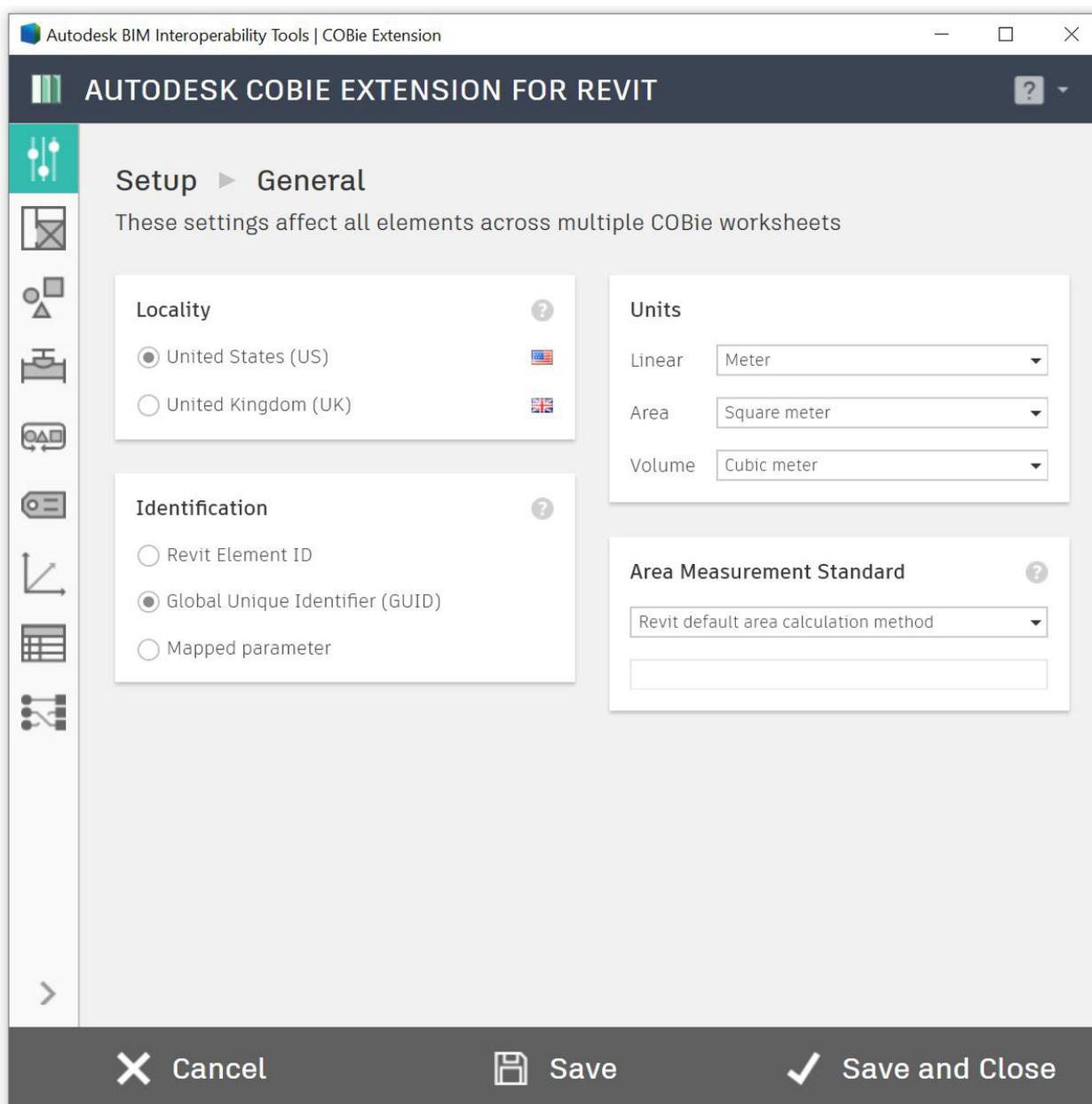
67) Schermata Setup, COBie Extension for Revit



68) Schermata Update, COBie Extension for Revit

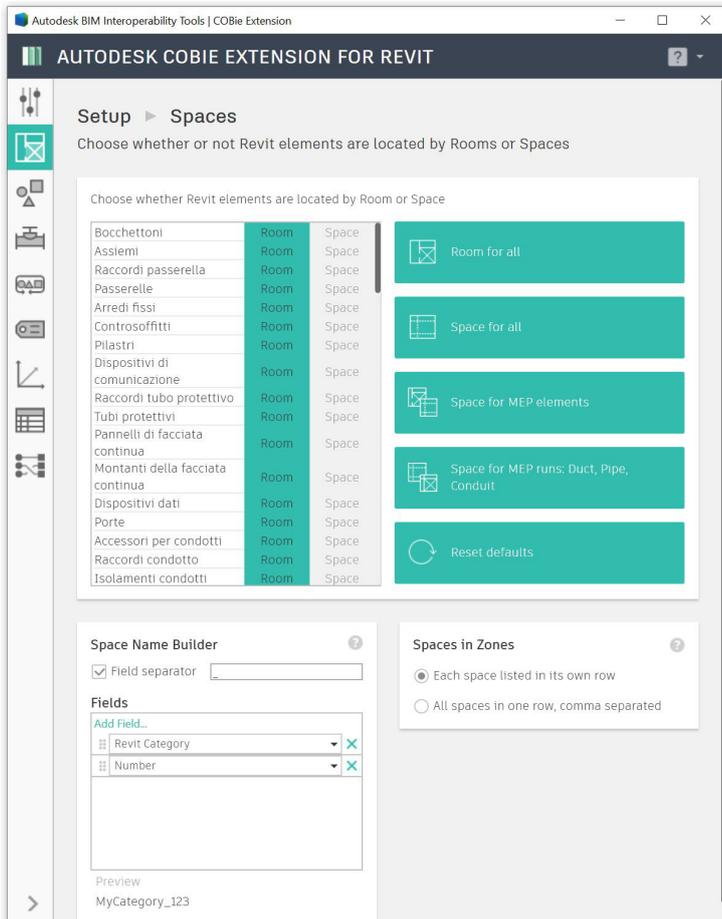
La prima schermata mostra i criteri di compilazione dei due parametri centrali all'interno della spreadsheet. Questi sono il COBie.Type.Name ed il COBie.Type.Category, definiti in questa scheda rispettivamente dal campo Type Name Builder e Category. Il primo parametro è compilato sulla base della codifica scelta dall'utente (linee guida/CI), mentre il secondo è compilato secondo il sistema di classificazione UniClass. La seconda parte del pulsante "Setup Families" consente l'impostazione di altri parametri da applicare alle famiglie. Questi possono essere inseriti o meno, a seconda delle necessità dell'uso della spreadsheet. Nel caso di utilizzo per FM si è optato per creare tutti i parametri all'interno di tutte le famiglie.

Il secondo pulsante, "Project Settings", permette l'impostazione generale della spreadsheet, suddivisa in 9 pannelli accessibili a lato della schermata. Il primo pannello, "Setup General", mostra le impostazioni generali dello standard COBie. Si può notare come siano disponibili come località solamente USA e UK, poichè questo standard è poco applicato al mercato europeo. Essendo stato già utilizzato il sistema di classificazione UniClass si è quindi optato per scegliere come località gli Stati Uniti, impostando però il sistema di unità di misura metrico. Il punto *Identification* si riferisce all'impostazione della compilazione automatica del parametro "COBie.Type.ExternalIdentifier", parametro impostato automaticamente dall'applicativo usando il Revit Element ID di default (numero progressivo ID di ogni istanza), un codice generato dall'applicativo (GUID) oppure un parametro impostato dall'utente, come ad esempio il codice identificativo nel nostro caso.



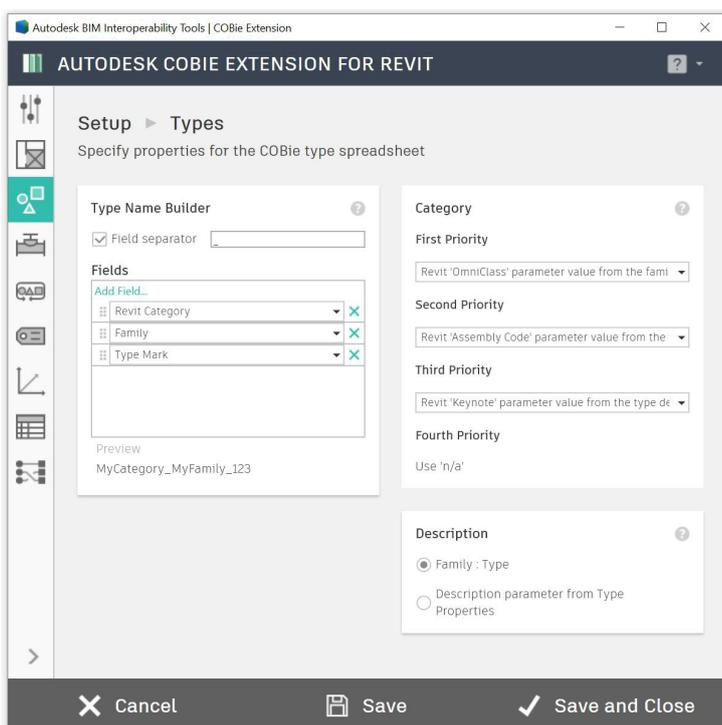
69) Schermata Setup-General, COBie Extension for Revit

Il secondo pannello del pulsante "Project Settings" ha la funzione di scegliere come identificare la posizione dei componenti, tramite Room (Locali) o Spaces (Vani). La differenza tra i due consiste nel fatto che i Locali appartengono esclusivamente alla disciplina architettonica, mentre i Vani sono dedicati al calcolo dei volumi in ambito MEP.



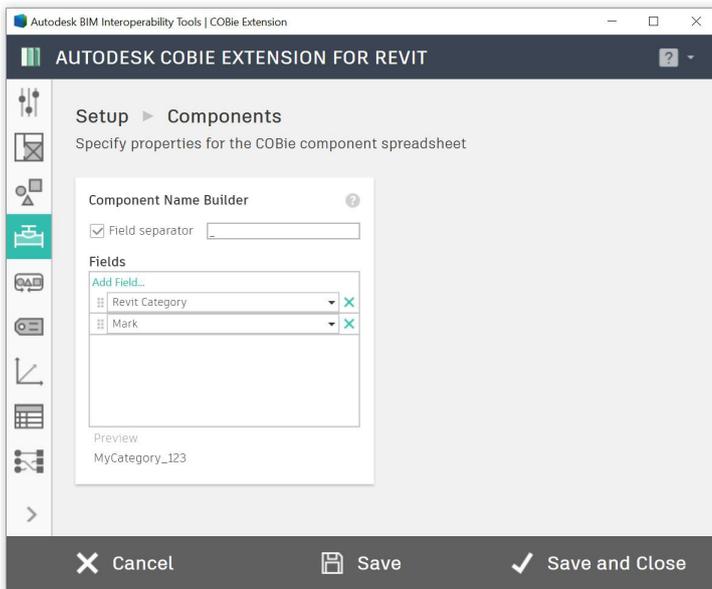
70) Schermata Setup-spaces, COBie Extension for Revit

La Autodesk raccomanda l'uso dei Vani in ambito MEP, tuttavia è una scelta da effettuare a seconda del tipo di modello. In un modello idraulico è indifferente il calcolo dei volumi, pertanto si è scelto di utilizzare i Locali (utilizzati anche nel paragrafo 4.6.2). Cliccando su "Room for all" si è provveduto a usare i locali per identificare la posizione di tutte le istanze nel progetto. E' inoltre possibile selezionare la modalità di nomenclatura dei locali e la loro disposizione nella spreadsheet (spaces in zones).



71) Schermata Setup-Types, COBie Extension for Revit

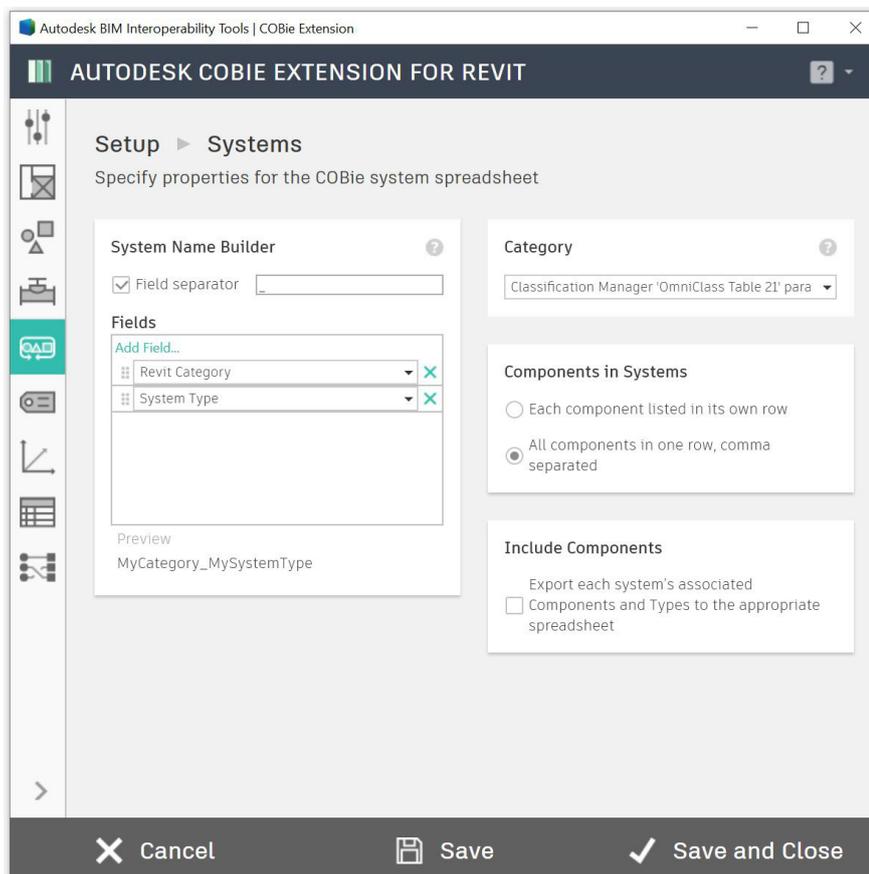
Il terzo pannello consiste nel richiamo alla prima schermata del pulsante "Setup Families". precedentemente illustrato. Il pannello si occupa del settaggio della scheda Type all'interno della spreadsheet. Da qui tuttavia non è possibile selezionare l'attribuzione dei parametri di tipo alle famiglie.



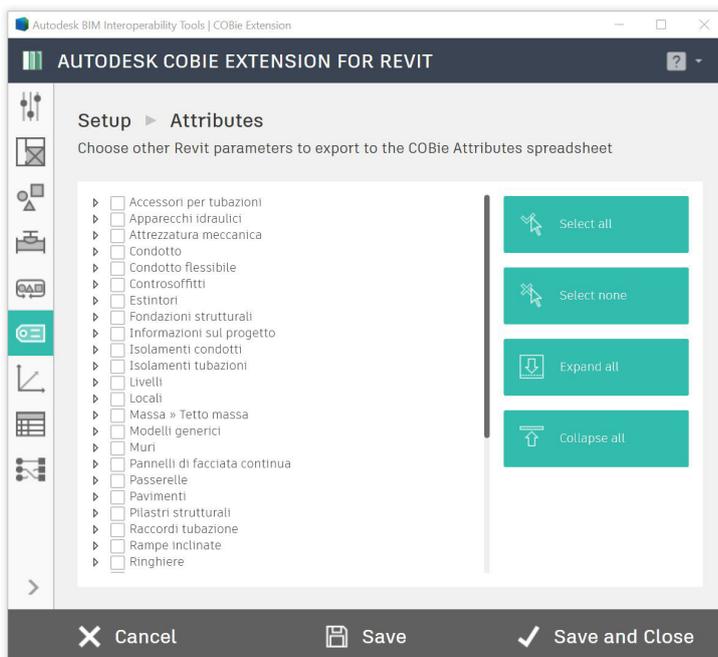
72) Schermata Setup-Components, COBie Extension for Revit

Il quarto pannello è dedicato alla nomenclatura degli elementi MEP nella scheda "component" della spreadsheet. In questa scheda sono presenti tutte le istanze delle categorie MEP del modello, il cui nome può essere impostato secondo la preferenza dell'utente. Nel nostro caso si è scelto di lasciare l'impostazione di default, ovvero "Model Category/Mark".

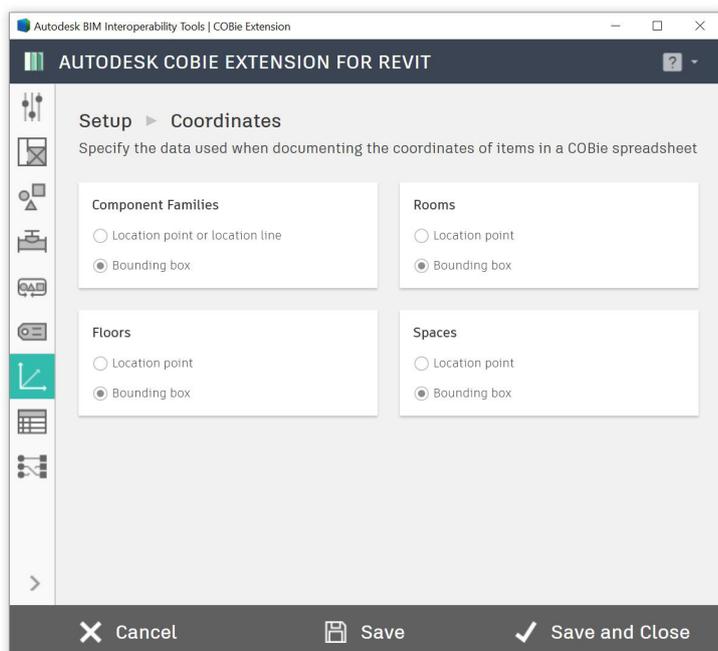
Il pannello successivo riguarda l'impostazione della scheda "System" all'interno della spreadsheet. All'interno del file excel vi è infatti una scheda dedicata appositamente ai sistemi, descritti precedentemente nel paragrafo 4.4.5. Nel pannello possono essere impostati il metodo di nomenclatura dei sistemi e della loro categoria, il cui nome può essere definito tramite sistema di classificazione oppure con un proprio sistema. Inoltre si è scelto di raggruppare tutti i componenti di un sistema, selezionando l'apposita casella in "Components in Systems".



73) Schermata Setup-Systems, COBie Extension for Revit



74) Schermata Setup-Attributes, COBie Extension for Revit



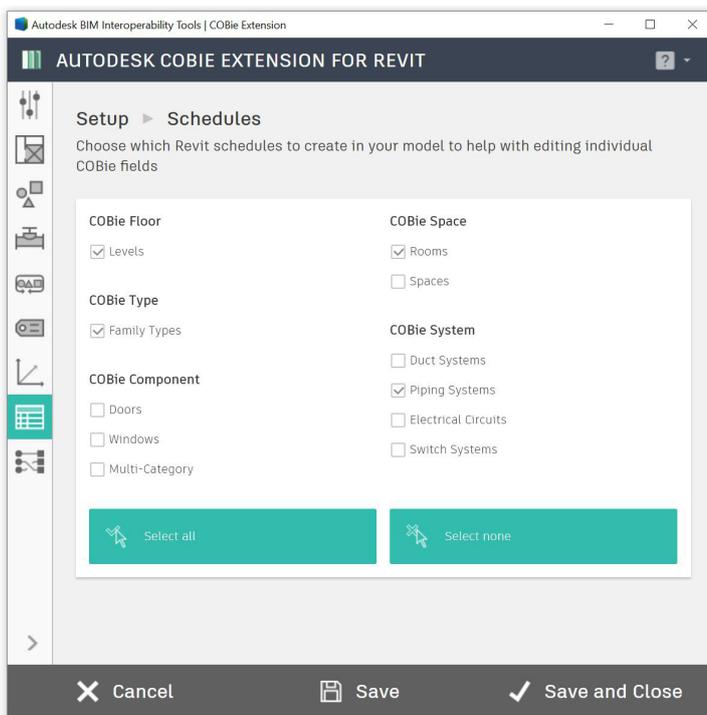
75) Schermata Setup-Coordinates, COBie Extension for Revit

Il sesto pannello consente l'importazione di parametri non facenti parte dello standard COBie di default all'interno della spreadsheet. Questi possono essere selezionati nell'apposito menù che rappresenta una model breakdown structure dei parametri di tipo e di istanza. Si è scelto di non aggiungere altri parametri, in quanto non necessari alla compilazione dello standard.

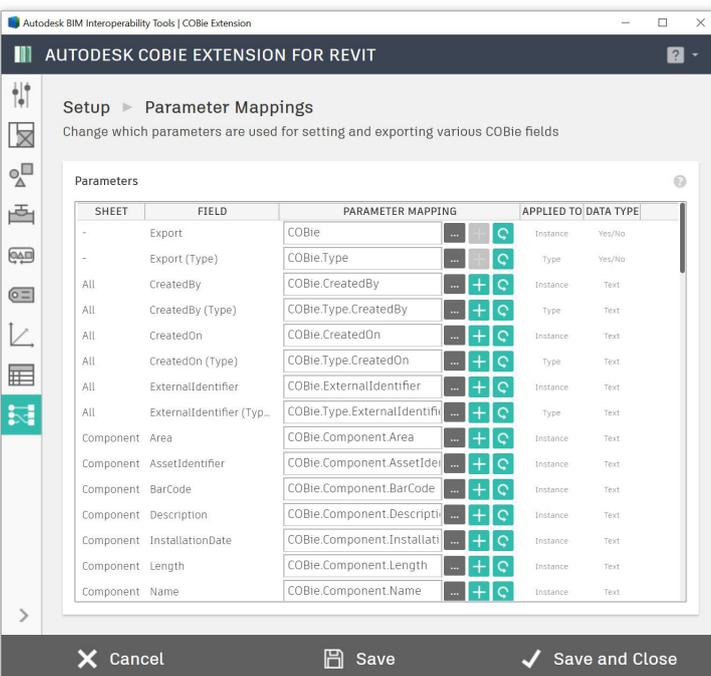
Il settimo pannello permette l'impostazione della scheda "coordinate" all'interno della spreadsheet. In questa scheda vengono elencate tutte le istanze del progetto con le rispettive coordinate, riportate secondo il sistema di coordinate globali (Location Points) o rispetto al Bounding box, ovvero un parallelepipedo di volume tale da contenere l'istanza, rappresentato dalla classe BoundingBoxXYZ all'interno

dell'ambiente Revit. Il Bounding Box ha tre proprietà: Min, Max e Transform. I valori Min e Max sono due punti che rappresentano due angoli opposti del parallelepipedo, mentre Transform rappresenta la rotazione del modello rispetto al sistema cartesiano di riferimento globale.

Si è scelto di utilizzare l'impostazione di default, ovvero i Bounding Box, poichè questo sistema permette eventualmente l'utilizzo del file per operazioni di clash detection



76) Schermata Setup-Schedules, COBie Extension for Revit



77) Schermata Setup-Parameter Mappings, COBie Extension for Revit

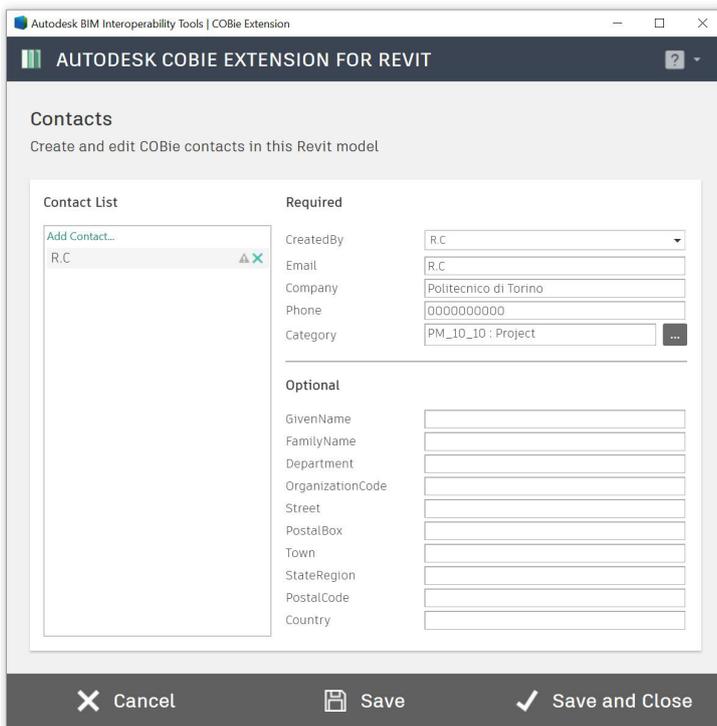
l'ottavo pannello è dedicato al settaggio delle schede facoltative contenute nella spreadsheet. Spuntando le varie opzioni si può scegliere se generare o meno una scheda. Le opzioni sono suddivise in Floor, Type, Components (istanze), Space (Locali e vani) e System.

Essendo il modello su cui viene applicato lo standard COBie un file MEP idraulico, si è optato per non generare le schede dei componenti e dei sistemi che non appartengono a tale disciplina.

L'ultimo pannello, "Parameter Mappings" è infine il settaggio dei parametri veri e propri, ovvero il contenuto delle singole schede della spreadsheet, rappresentato da parametri di tipo/istanza all'interno del modello Revit.

Qui è possibile impostare tutti i parametri, sia obbligatori che facoltativi, che verranno applicati alle istanze/tipi. Come precedentemente affermato, questi sono rappresentati nella spreadsheet dai nomi delle colonne

delle singole schede. Il totale dei parametri è 79, suddivisi nelle varie schede. Va precisato che l'applicativo non andrà a compilare automaticamente questi campi, ma si limiterà alla compilazione dei campi di default impostati nelle schede precedenti, lasciando la compilazione degli altri parametri all'utente, come vedremo di seguito.

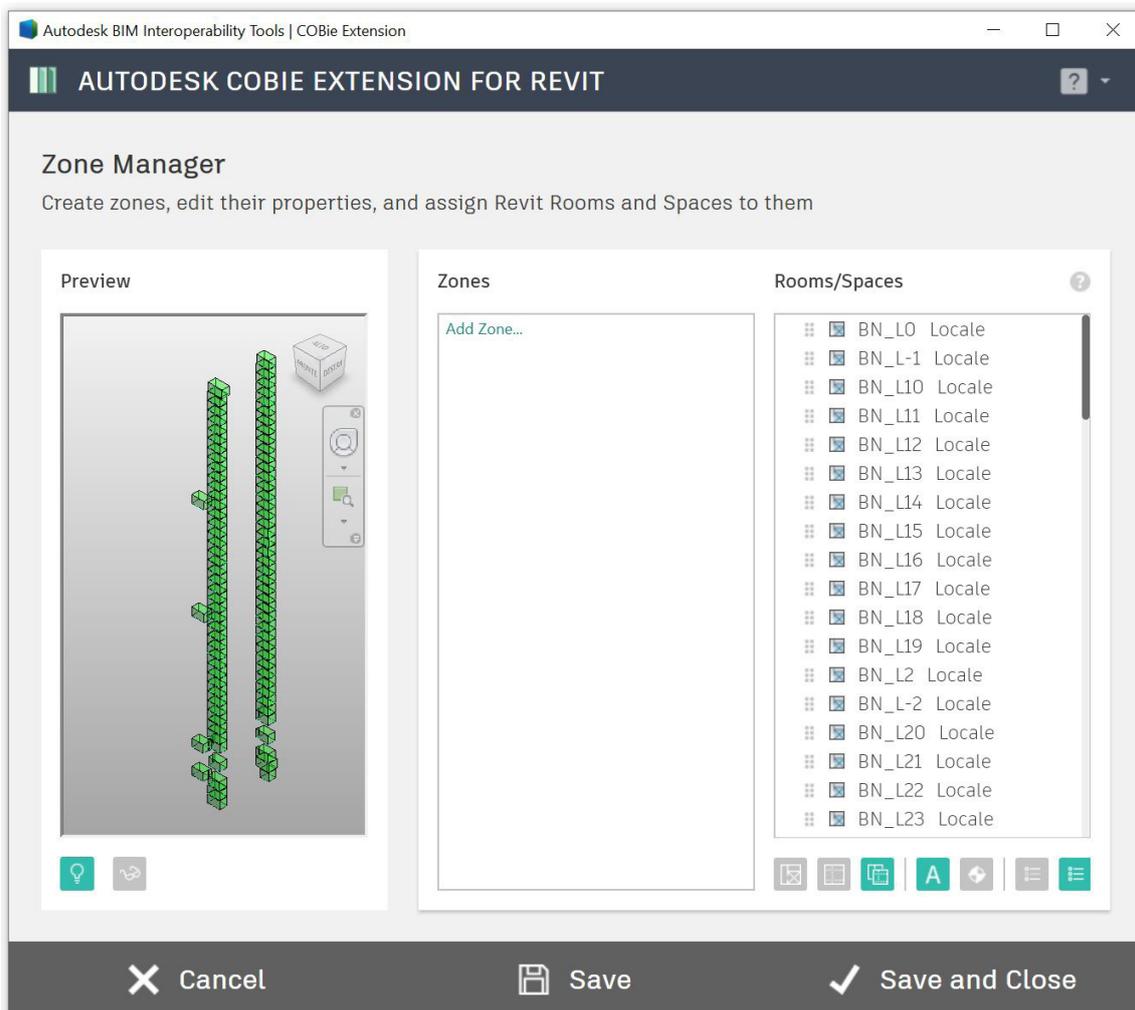


78) Schermata Setup-Contacts, COBie Extension for Revit

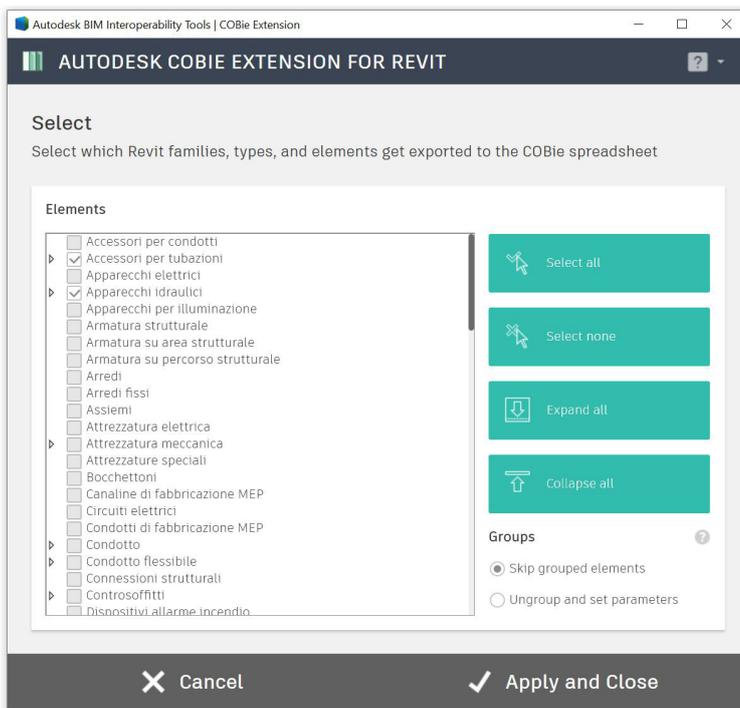
Il passaggio successivo, seguendo l'ordine dei pulsanti nella barra multifunzione consiste nella definizione dei contatti.

Cliccando sul pulsante "Contacts" è possibile assegnare i dati dei contatti che compariranno nella scheda "Contact" all'interno della spreadsheet. I dati necessari per la generazione della suddetta scheda sono definiti required, mentre i dati opzionali possono essere trascurati o aggiunti in seguito.

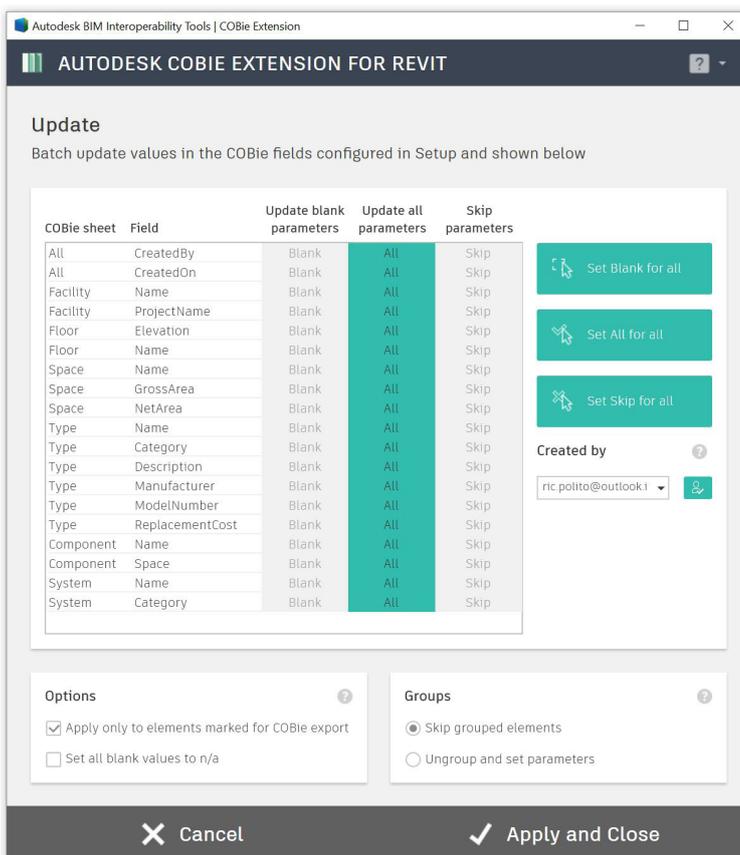
Il quarto pulsante nella barra multifunzione è dedicato alla gestione dei vani e dei locali. Questi vengono visualizzati nello zone manager, che permette anche la loro creazione.



79) Schermata Zone manager, COBie Extension for Revit



80) Schermata Select, COBie Extension for Revit



81) Schermata Update, COBie Extension for Revit

Il passo successivo consiste nell'accedere alla schermata "select" cliccando sull'omonimo pulsante nella barra multifunzione. Questa permette la selezione di tutte le istanze a cui andranno applicati i parametri COBie impostati precedentemente. E' il passo conclusivo di settaggio dei dati di output della spreadsheet. Si sono selezionate quindi tutte le categorie citate nel paragrafo 4.5, che definiscono un impianto idricosanitario.

Infine, prima di procedere con la generazione della spreadsheet, si applicano tutti i parametri alle istanze selezionate nella scheda "Update", la quale compila automaticamente i parametri di tipo/istanza di default. Cliccando su "select all for all" si è deciso di applicare tutti i parametri alle istanze, senza escluderne nessuno.

I campi "Manufacturer", "ModelNumber" e "ReplacementCost" sono stati lasciati in bianco, in quanto non in possesso delle informazioni necessarie a compilarli.

Si è quindi proceduto alla generazione

della spreadsheet, cliccando sul pulsante "Create Spreadsheet". Di seguito si ripota un'analisi della scheda "Type" presente nel file finale .xlsx.

La scheda "Type", si presenta organizzata in colonne. Nella prima colonna troviamo il nome del tipo, definito precedentemente nel terzo pannello del pulsante "Project Settings".

I titoli delle successive colonne rappresentano i parametri definiti nel pannello "Parameter mappings", i cui valori possono essere compilati automaticamente dall'applicativo (scheda "Update") o manualmente dall'utente. Si evidenziano di seguito i parametri di tipo utili alle attività di Facility Management visibili nella scheda "Type" e definiti dalla scheda "Parameter Mappings", non compilati in quanto non in possesso dei dati tecnici dei singoli componenti.

Parametro	Descrizione	Data type	Esempio
AccessibilityPerformance	Valore alfanumerico rappresentante problemi di accessibilità del prodotto	Text	Automatico
CodePerformance	Valore alfanumerico rappresentante i requisiti di conformità al codice che il prodotto soddisfa	Text	Automatico
ExpectedLife	Valore numerico che rappresenta la durata utile del prodotto in anni.	Numeric	15
Manufacturer	Indirizzo mail dell'organizzazione responsabile della fornitura/ manifattura del prodotto	Text	azienda@email.it
ModelNumber	Valore alfanumerico che rappresenta il numero del prodotto secondo il catalogo del fornitore.	Text	235-C
ReplacementCost	Valore numerico che rappresenta il costo di sostituzione del prodotto (non di riparazione)	Numeric	300
SustainabilityPerformance	Valore alfanumerico che descrive le proprietà in merito alla sostenibilità del prodotto secondo vari standard.	Text	LCA
WarrantyDescription	Valore alfanumerico che fornisce una descrizione sintetica della garanzia del prodotto	Text	Garanzia di 12 mesi, sostituzione in caso di guasto
WarrantyDurationLabor	Valore numerico che rappresenta la durata della garanzia in mesi del prodotto	Numeric	12
WarrantyDurationParts	Valore numerico che rappresenta la durata della garanzia in mesi di alcune parti del prodotto.	Numeric	10
WarrantyDurationUnit	Unità di misura della durata della garanzia del prodotto (mesi/anni)	Numeric	Mesi
WarrantyGuarantorLabor	Valido indirizzo mail dell'azienda responsabile della garanzia del lavoro	Text	azienda1@email.it
WarrantyGuarantorParts	Valido indirizzo mail dell'azienda responsabile della garanzia delle parti	Numeric	azienda2@email.it

L'utilizzo dello standard COBie, prassi ormai consolidata negli Stati Uniti e nel Regno Unito, si dimostra di una flessibilità estrema, in quanto permette l'inserimento di infiniti parametri che possono essere sfruttati successivamente in altre piattaforme (tramite interoperabilità mono/bi-direzionale) o all'interno dello stesso file BIM grazie all'uso bi-direzionale delle spreadsheet. In ambito di Facility Management, lo standard risulta molto utile per le attività di programmazione della manutenzione, in particolare per la definizione di parametri utili alla manutenzione produttiva e preventiva, così come risulta molto utile per la gestione della manutenzione correttiva (non in ambito di prevenzione dei guasti ma nella loro gestione

5.6 Generazione di un piano di manutenzione

L'utilizzo di parametri per attività di programmazione della manutenzione richiede un'approfondita conoscenza degli elementi tecnici oggetto dell'impianto, così come la redazione di un piano di manutenzione attento alle tipologie di interventi e lavorazioni, in modo che queste possano essere inserite correttamente all'interno del file BIM.

La metodologia corretta per la compilazione di parametri di manutenzione consiste quindi innanzitutto nella redazione di un piano di manutenzione, normato in Italia tramite le NTC/2018 per le opere private e dall'Art. 38 D.P.R 207/2010 per le opere pubbliche.

Un piano di manutenzione è composto da 3 documenti operativi:

- Manuale d'uso
- Manuale di manutenzione
- Programma di manutenzione

Il manuale d'uso contiene i dati relativi all'uso corretto delle "parti più importanti del bene".

La sua funzione consiste nell'essere una guida all'utilizzo del bene, utile ad evitare danni derivanti da un'utilizzazione impropria. In questa parte si organizza la scomposizione dell'opera.

Il manuale di manutenzione deve contenere "in relazione alle diverse unità tecnologiche, alle caratteristiche dei materiali o dei componenti interessati, le indicazioni necessarie per la corretta manutenzione nonché per il ricorso ai centri di assistenza o di servizio" (art.38 c.5).

La scomposizione funzionale in unità tecnologiche, derivante dalla norma UNI 8290, permette la classificazione definizione delle anomalie riscontrabili, che vanno distinte in eseguibili dall'utente o eseguibili da personale specializzato.

Il programma di manutenzione va articolato in 3 sottoprogrammi:

- sottoprogramma delle prestazioni
- sottoprogramma dei controlli
- sottoprogramma degli interventi

Il primo sottoprogramma prende in analisi i dati prestazionali in base alle classi di requisito, non rendendo necessario individuare per ogni parte dell'opera requisiti e prestazioni, i quali diventano un surplus al piano di manutenzione.

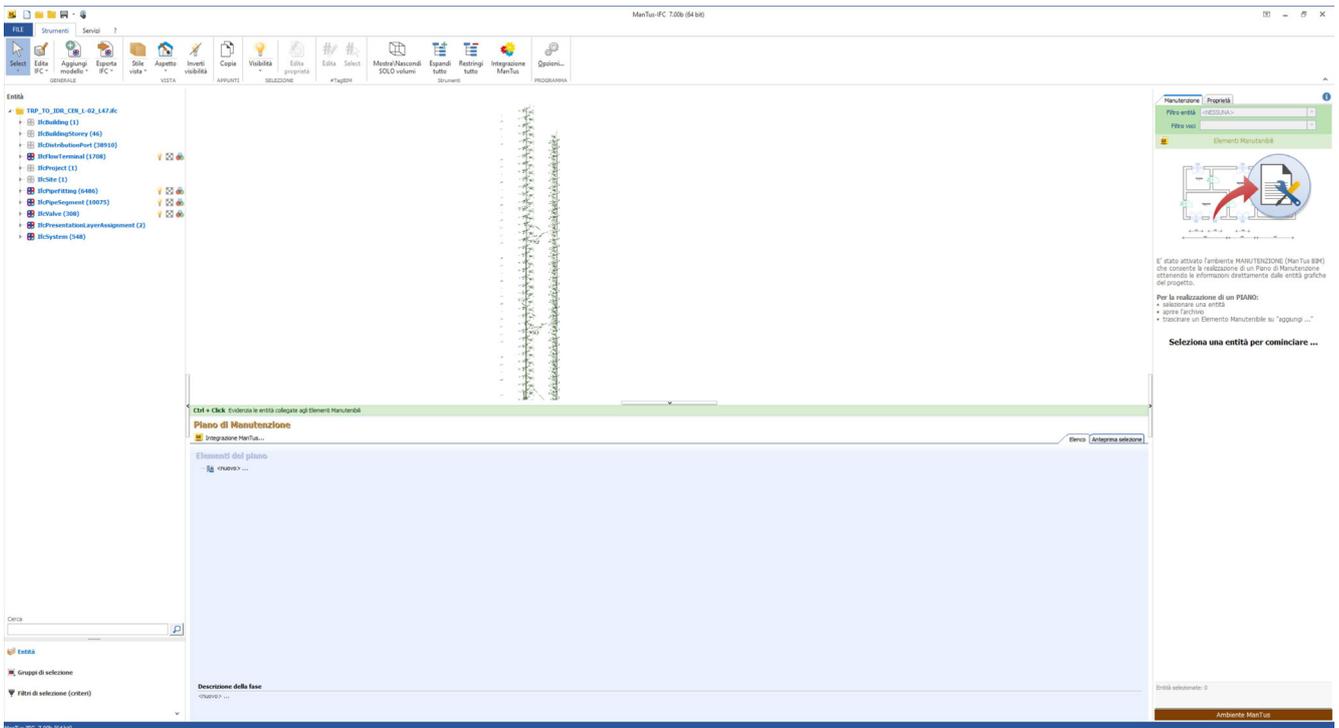
I sottoprogrammi dei controlli e degli interventi sono invece preposti alla definizione di cronoprogrammi. Nel sottoprogramma dei controlli il progettista deve indicare i valori estremi delle prestazioni (collaudo e minimo), in base alla norma o alla sua perizia.

In ambito BIM, le soluzioni di generazione automatica di piani di manutenzione sono già presenti in Italia, in particolare per il caso studio si è scelto di utilizzare l'applicativo ManTus IFC [31], sviluppato dalla softwarehouse ACCA appositamente per il mercato italiano ed in grado di interfacciarsi con Revit grazie al formato IFC. Questo software è in grado di elaborare le prime due parti del piano di manutenzione, ovvero il manuale d'uso e il manuale di manutenzione, mentre il programma di manutenzione dev'essere effettuato diversamente. ManTus è uno dei pochi software presenti sul mercato che permette la generazione diretta di documenti utili dal punto di vista legale in fase gestionale di un'opera [23]. ManTus si prefigura come una piattaforma ideata per operare al massimo delle sue prestazioni in coppia con il software di BIM authoring Edificius, sviluppato dalla stessa casa. Tuttavia, la ACCA ha sviluppato un'estensione del software, chiamata ManTus IFC, che consente, tramite la lettura in formato IFC di un modello BIM, la stesura di un piano di manutenzione collegandosi al database di interventi di ManTus.

Per accedere a ManTus IFC è sufficiente aprire ManTus, cliccare nella barra di selezione a sinistra l'icona IFC e automaticamente si avvierà il software.

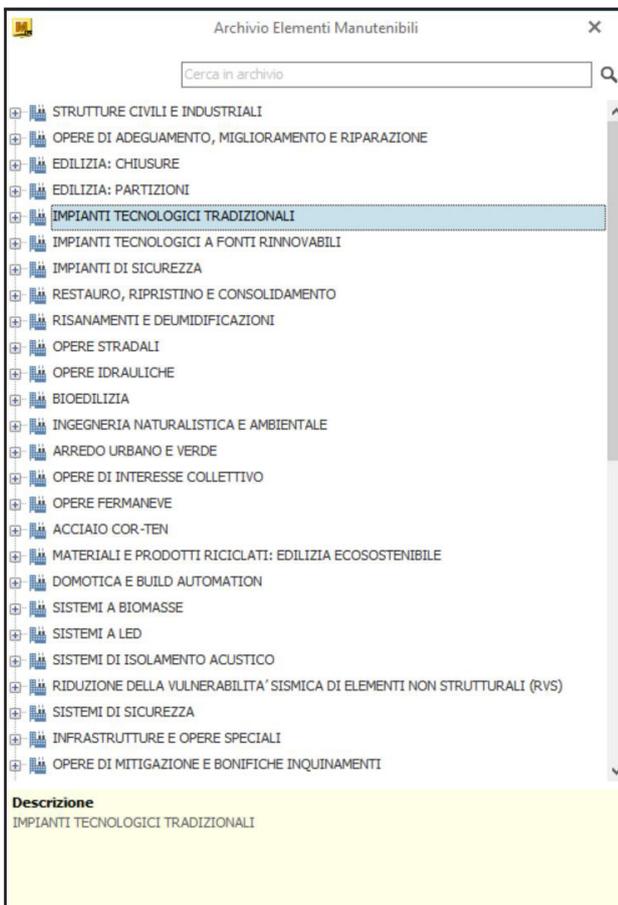
La schermata principale si presenta in maniera essenziale, con la classica barra multifunzione in alto, la scheda di gestione del formato IFC sulla sinistra, la scheda di gestione del piano di manutenzione a destra e una barra di anteprima in basso, dove viene mostrata la struttura del piano di manutenzione.

Sebbene l'interfaccia sia essenziale, non è affatto intuitiva nella sua gestione, soprattutto per quanto riguarda la gestione del file importato IFC.



83) Schermata principale di ManTus IFC.

Dopo aver esportato il file IFC da Revit (il quale aumenta considerevolmente di peso), la prima operazione consiste nel trovare all'interno dell'archivio degli elementi manutenibili tutti i tipi modellati all'interno di Revit e aggiungerli alla barra di gestione della manutenzione.



84) Schermata di selezione elementi manutenibili, ManTus IFC.

L'archivio degli elementi manutenibili è sicuramente la risorsa più utile, in quanto è aggiornato alla normativa di legge vigente, in particolare:

- Art. 38, D.P.R. 207/2010
- NTC 2018
- D.Lgs. 50/2016
- D.M. 11 ottobre 2017

Il software si distingue infatti nel mercato per il suo aggiornamento tecnico che permette un immediato output documentale.

Una volta inserite le voci corrispondenti a tutti i tipi occorre assegnare gli elementi del file IFC alle giuste voci selezionate nell'archivio.

Ed è qui che il software inizia a presentare le prime criticità. Infatti la selezione degli elementi è molto laboriosa e richiede attenzione. Non è possibile semplicemente cliccare sulla categoria e poi selezionare gli elementi dalla barra di gestione IFC, ma occorre selezionare TUTTI gli elementi del file IFC e questi andranno assegnati a TUTTE le categorie. Poi l'utente filtra gli elementi corretti assegnandoli alla giuste categorie e spuntandoli o meno all'interno dei menù a tendina delle categorie. La generazione del piano tuttavia non richiede la selezione di tutti gli elementi di un tipo, ma fermandosi la normativa al livello gerarchico delle classi di elementi tecnici, è sufficiente la selezione di un solo elemento per tipo. Ciò è anche il motivo per cui non sono stati importati entrambi i file IFC (torre ed interrati torre), poichè il software non permette la creazione di un abaco di elementi manutenibili, ma si occupa solamente di sviluppare le prime due parti del piano di manutenzione, che è possibile visualizzare nella barra di anteprima in basso. Il vero vantaggio di questo software è infatti l'enorme risparmio di tempo nella compilazione vera e propria del piano di manutenzione.

Le informazioni generate inoltre non fanno parte di un flusso bi-direzionale, ed è questo il principale limite del software, in quanto non è possibile aggiungere i dati ad un modello Revit. Questo limite implica anche l'estrema difficoltà nel generare un cronoprogramma manutentivo sfruttando i dati degli interventi generati dal software, in particolare le cadenze delle operazioni di manutenzione.

ManTus non rientra quindi all'interno della categoria di software CAFM, poichè non permette la gestione concreta di un piano di manutenzione ma solo la sua parziale compilazione.

La generazione delle prime due parti del piano è comunque molto utile, in quanto in esse vengono elencate le procedure di manutenzione degli elementi e la loro periodicità (vedi allegati 2).

Questi dati verranno comunque utilizzati per la generazione del cronoprogramma di manutenzione, utilizzando i parametri condivisi all'interno dell'ambiente Revit per la generazione di schede dettagliate.

5.7 Gestione operativa dei parametri condivisi di manutenzione

Come precedentemente affermato, l'utilizzo di standard operativi per attività di facility management applicati alla metodologia BIM è ormai una pratica consolidata negli USA e nel Regno Unito, mentre in Italia è ancora in una fase di sviluppo. In particolare l'ambiente universitario sta fornendo un'importante contributo all'ideazione di un sistema orientato all'uso all'interno di piattaforme BIM authoring.

La strategia al momento più condivisa a livello accademico risulta molto simile all'approccio allo standard COBie. Essa prevede la creazione di parametri di progetto da inserire all'interno del modello BIM; nel caso del software Autodesk Revit i parametri saranno della tipologia "parametri condivisi", applicabili come specificato nel paragrafo 4.2.5.

Tali parametri sono presenti anche nelle Linee Guida di Processo BIM Corporate (BIMCM) pubblicate dall'Agenzia del Demanio nel 2019. Essi sono il frutto della trasposizione dei requisiti normativi vigenti in materia di Facility Management in forma di parametri, in particolare:

- UNI/EN 1533/2011
- UNI 11257/2007
- UNI 10951/2001

La nomenclatura di tali parametri può variare a seconda delle linee guida/capitolati informativi, i quali solitamente lasciano all'interno della codifica le sigle dei valori alfanumerici contenuti nelle normative (T1,C1,COD1 ecc.).

Nei modelli informativi idricosanitari oggetto di questa tesi, si è applicata ai parametri condivisi la sola nomenclatura alfanumerica specificata dalle norme sovraccitate.

STD-SYS_ADM-FACILITY		
PARAMETRO	TIPO DI PARAMETRO	DESCRIZIONE
Sys_S1	Testo	UNI EN 15331 - UNI 11257 - Strategia di Manutenzione1
Sys_COD1	Testo	UNI 11257 - Tipo di intervento di Manutenzione1
Sys_M1	Testo	UNI 11257 - Descrizione Manutenzione1
Sys_F1	Numero	UNI 10951 - UNI 11257 - Frequenza Manutenzione1 in minuti
Sys_C1	Numero	Costo Manutenzione1 in €
Sys_T1	Numero	Tempo di Manutenzione1 in minuti
Sys_R1	Numero	UNI 10951 - UNI 11257 - Risorse operative Manutenzione1 in Unità Uomo
Sys_CA1	Numero	UNI 10951 - UNI 11257 - Costo Attrezzature Manutenzione1 in € Tot./Minuti Vita Utile
Sys_CR1	Numero	UNI 10951 - UNI 11257 - Costo Risorse Manutenzione1 in €/Minuti
Sys_Scheda1	URL	UNI 11257 - URL Scheda di riferimento intervento Manutenzione1

85) Tabella parametri F.M, linee Guida di Processo BIM Corporate, pg.55

I parametri condivisi specificatamente creati per la manutenzione sono i seguenti:

- CODn, Tipo di intervento (n è il num progressivo nel documento del piano di manutenzione)
- S, strategia di manutenzione
- Mn, descrizione intervento
- Fn, frequenza dell'intervento
- Cn, costo dell'intervento
- Tn, durata dell'intervento (in minuti)
- Rn, risorse operative

La mancanza di informazioni riguardo all'installazione dei dispositivi, alle aziende coinvolte e agli elementi stessi (schede tecniche dei componenti) rende impossibile la compilazione dei parametri di costo dell'intervento, della durata e delle risorse operative. Si è proceduto pertanto nella compilazione dei primi quattro parametri per i tipi elencati nel piano di manutenzione.

L'assegnazione dei parametri di tipo alle famiglie è avvenuta tramite script, come illustrato nel paragrafo 4.6.1. La loro compilazione è stata poi effettuata tramite gli abachi di Revit. Questi, organizzati in base al tipo selezionando i parametri di manutenzione, permettono una loro compilazione manuale in base al piano di manutenzione precedentemente redatto con l'ausilio di Primus. Il maggiore problema dell'utilizzo di parametri condivisi per la manutenzione consiste nella necessità di avere molteplici serie di questi 7 parametri per ogni tipo di intervento manutentivo, rendendo gli abachi estremamente lunghi ed appesantendo ulteriormente il file.

A	B	C	D	E	F	G	H
Famiglia e tipo	Conteggio	S	COD1	M1	F1	COD2	M2
TRP_TO_IDR_A3: SO_6	86	Programmata	Controllo Generale	Verificare le caratteri	12	Verifica funzioname	Verificare il corretto
TRP_TO_IDR_B1: SO_5	86	Programmata	Controllo Generale	Verificare le caratteri	12	Verifica funzioname	Verificare il corretto
TRP_TO_IDR_BA: SO_1500	3	Programmata	Controllo generale sca	Verificare la tenuta al	6	Controllo temperatu	Controllare i valori d
TRP_TO_IDR_BB: SO_800	1	Programmata	Controllo generale sca	Verificare la tenuta al	6	Controllo temperatu	Controllare i valori d
TRP_TO_IDR_EP: AC_180	4	Programmata	Verifica generale	Controllare che la po	3	Controllo stabilità	Controllare la stabilit
TRP_TO_IDR_LA: TE_500	344	Programmata	Verifica ancoraggio	Controllare l'efficienz	1	Verifica dei flessibili	Verifica della tenuta
TRP_TO_IDR_LA: TE_550	85	Programmata	Verifica ancoraggio	Controllare l'efficienz	1	Verifica dei flessibili	Verifica della tenuta
TRP_TO_IDR_RB: TE_20	86	Programmata	Controllo consumi acq	Verificare il consumo	3	Rimozione calcare	Rimozione di eventuo
TRP_TO_IDR_WA: TE_Standard	338	Programmata	Verifica ancoraggio	Verifica e sistemazio	1	Verifica degli scaric	Verifica della funzio
TRP_TO_IDR_WH: TE_disabili	85	Programmata	Verifica ancoraggio	Verifica e sistemazio	1	Verifica degli scaric	Verifica della funzio

86) Stralcio abaco manutenzione degli apparecchi idraulici.

L'inserimento di parametri condivisi per la gestione della manutenzione, pur risultando complesso, è considerato corretto dal punto di vista metodologico, poichè arricchisce il modello informativo dei dati necessari ad effettuare un cronoprogramma di manutenzione. Questa soluzione risulta particolarmente efficiente per l'organizzazione della manutenzione preventiva ciclica, risultando inefficace per la gestione della manutenzione predittiva e su condizione, le quali necessitano di specifici software per il monitoraggio dei dati (IT). E' anche efficace per la manutenzione produttiva e correttiva, in quanto è possibile inserire ulteriori parametri (come avviene per lo standard COBie) per la gestione dei costi della sostituzione degli elementi guastati o per interventi volti ad aumentare le prestazioni degli stessi.

La gestione programmata di attività di manutenzione può quindi essere effettuata utilizzando l'enorme mole di dati generata dal modello BIM grazie all'utilizzo di software di project management, come ad esempio MS Project. Tali software permettono la generazione di cronoprogrammi complessi, consentendo la distribuzione delle attività di manutenzione in maniera da rendere il più efficiente possibile il numero di interventi nel tempo. I dati di output del modello BIM possono senza dubbio agevolare le operazioni di assegnazione delle attività, consentendo al Project Manager un notevole risparmio di tempo. Per esempio, esportando abachi di elenchi di istanze suddivisi per piani, filtrati in base ai periodi delle attività di manutenzione (F_n) ed alla loro durata (T_n) è possibile quantificare le ore lavoro totali di ciascuna tipologia di intervento in rapporto alla sua frequenza, per poi disporle su un diagramma di Gantt.

La generazione completa di un piano di manutenzione passa necessariamente attraverso l'uso di molteplici software, in un ottica di interoperabilità mono/bi direzionale.

Non è quindi raccomandabile utilizzare piattaforme di BIM authoring per gestire interamente il facility management di un impianto tecnico, tuttavia la metodologia BIM permette un agevole interoperabilità con altri software e si dimostra efficiente nel governare flussi di dati mono/bi direzionali.

CONCLUSIONI

La settima dimensione del BIM applicata in ambito MEP necessita di un'accurata gestione dei dati di input e di output di un modello informativo. La metodologia proposta interviene sui processi di sviluppo dei dati attraverso l'interoperabilità software e l'uso di algoritmi, ottimizzando la gestione sia in fase di modellazione che in fase di utilizzo del modello BIM per operazioni di facility management.

Si è altresì evidenziata una differenza nell'importanza tra le componenti geometriche ed informative nelle varie fasi. Nella fase iniziale di sviluppo del modello informativo infatti la componente geometrica risulta di fondamentale importanza per il raggiungimento dei BIM uses, in particolare quelli legati al coordinamento 2D/3D con le altre discipline. In questa fase il dialogo tra progettisti è imprescindibile, e lo sviluppo di un modello MEP richiede una base architettonico/strutturale solida su cui essere sviluppato. Se da un lato è vero che la modellazione interdisciplinare può avvenire in contemporanea, dall'altro ciò è valido solo in parte per la disciplina MEP, la quale necessita di accurati file BIM architettonici e strutturali.

A valle del processo metodologico risulta invece evidente come in fase gestionale le componenti geometriche dell'impianto siano secondarie alle componenti informative. La redazione di un piano di manutenzione, come l'applicazione di sistemi di standardizzazione (COBie) non necessitano di un'accurata rappresentazione geometrica, quanto della corretta compilazione degli output numerici ed alfanumerici. La definizione dei BIM uses pertanto modifica concretamente la metodologia operativa, la quale si avvale pressoché sempre dell'interoperabilità come strumento principale. La possibilità di utilizzare i dati in varie piattaforme utilizzando formati di scambio è senza dubbio un vantaggio enorme in termini di gestione economico-finanziaria di un progetto. Gli studi di progettazione infatti, investendo in piattaforme interoperabili, possono avvalersi di svariati software per effettuare attività di facility management senza la necessità di rivolgersi a consulenti esterni.

Vi sono tuttavia delle limitazioni nell'utilizzo di una metodologia interoperabile, ovvero la formazione dei progettisti e la necessità di un'infrastruttura informatica all'avanguardia, capace di contenere un ACDat complesso ed evitare la perdita di dati, nonché garantire la loro sicurezza.

La qualità del dato finale, seppur classificata dalla normativa vigente, è ancora in una fase di macro-definizione. Il superamento del LOD con l'introduzione dei LOIN fa presupporre un approccio metodologico ancora da affinare nei prossimi anni.

Nella realizzazione di un modello BIM As-Built le diverse discipline si intrecciano al massimo livello di precisione sia geometrica che informativa, pertanto è fondamentale l'utilizzo di sistemi di controlli (model checking) periodici che minimizzino gli errori durante le fasi di sviluppo, in particolare a valle della modellazione geometrica delle istanze, garantendo al contempo una qualità del dato all'altezza dei BIM Uses.

E' da notare come la mancata disponibilità di dati di input adeguati sfocia necessariamente in un modello BIM con LOD minimi, e di conseguenza limita l'efficacia dei BIM Uses.

Nel caso di un modello impiantistico As-Built il contatto con le imprese esecutrici e la disponibilità delle schede tecniche dei componenti è fondamentale, pertanto non essendosi potute realizzare entrambe le cose, il modello realizzato si è assestato attorno ad un LOD C, comunque rivelatosi sufficiente per impostare le attività di facility management.

Tale LOD infatti permette un dettagliato quantity take off, cruciale per l'impostazione delle attività di manutenzione. Tuttavia i dati forniti non sono stati sufficienti ad applicare parametri di manutenzione precisi, come ad esempio quelli sviluppati tramite l'applicazione dello standard COBie. Si è comunque riusciti a definire un modello con l'obiettivo di fornire dei file che in futuro potranno essere arricchiti dei dati necessari per raggiungere il LOD F, richiesto per il corretto uso in ambito manutentivo. Nella tabella finale si elencano i risultati ottenuti nei tre principali BIM Uses definiti nel paragrafo 4.1. Le maggiori criticità si sono riscontrate nel sistema di adduzione di acqua duale e nel sistema di scarico delle acque nere, poichè i file esecutivi non si sono potuti verificare in loco (sistema d'irrigazione dei giardini d'inverno), e le relazioni di calcolo così come le schede tecniche erano assenti.

La tesi sviluppata si è voluta confrontare con un mondo digitale in continua evoluzione, proponendo una valida metodologia che si inserisce in un più ampio contesto, popolato da una moltitudine di software e di piattaforme BIM, le quali sono già diventate parte integrante del mondo della progettazione AEC.

Sistemi (gara d'appalto)	Model element breakdown	Dati input			Dati output		
		DWG	Relazioni calcolo	Schede tecniche	2D/3D coordination	Quantity take off	F.M
Adduzione acqua potabile	Apparecchi idraulici	B	B	ND	B	A	B
	Accessori per tubazioni	B	B	ND			
	Isolamento tubazioni		ND	ND			
	Raccordi tubazioni	C	/	ND			
	Tubazioni	A	B	ND			
	Tubazioni flessibili	B	B	ND			
Adduzione acqua duale	Apparecchi idraulici	B	ND	ND	C	B	C
	Accessori per tubazioni	B	ND	ND			
	Raccordi tubazioni	C	/	ND			
	Tubazioni	A	ND	ND			
	Tubazioni flessibili	C	ND	ND			
	Accessori per tubazioni	B	B	ND			
Scarico acque nere	Raccordi tubazioni	B	B	ND	C	B	B
	Tubazioni	A	C	ND			

LEGENDA

	INFORMAZIONI
A	Dati accurati, posizione e forma corretti, inclusi materiali e proprietà.
B	Dati generali riguardo posizione e forma. Non sono presenti informazioni su materiali e proprietà.
C	Dati schematici, posizione e forma approssimative. Non sono presenti informazioni su materiali e proprietà.

 Input inadeguato

 Output inadeguato

BIBLIOGRAFIA

1. National Institute of Building Sciences, *National Building Information Modeling Standard, Version 1- Part 1: Overview, Principles and Methodologies* (Final Report), BuildingSmart International, 2010.
2. Hardin Brad, *BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows*, John Wiley & Sons, Hoboken, 2009.
3. Eastman, C.M., P. Teicholz, R. Sacks & K. Liston (eds.), *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling, An overview of information logistics for FM&O business processes for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. New Jersey: Wiley, 2011.
4. Ralph G.Kreider, John I.Messner, *The Uses of BIM - Classifying and selecting BIM Uses*, Penn State University, Computer Integrated Construction, 2013.
5. National Bim Report (NBS), *10th Annual BIM Report*, NBS Enterprises Ltd, 2020.
6. *Bim Handbook, a guide to Building Information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*, Seconda Edizione, Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston, John Wiley and sons, 2011.
7. OICE, *Rapporto sulle gare BIM 2019 per opere pubbliche*, Roma, 2019.
8. Hen-Zhong Hu, Jian-Ping Zhang, Fang-Qiang Yu, Pei-Long Tian, Xue-Song Xiang, *Construction and facility management of large MEP projects using a multi-Scale building information model*, *Advances in Engineering Software*, Volume 100, 2016, pg.215-230.
9. John Messner, Chimay Anumba, Craig Dubler, Sean Goodman, Colleen Kasprzak, Ralph Kreider, Robert Leicht, Chitwan Saluja, Nevena Zikic, *BIM Project Execution Planning Guide, Version 3.0*, Construction Innovation Center, Penn State University, University Park, 2010.
10. Becker F., *The total workplace*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1990.
11. Graham Kelly, Michael Serginson, Steve Lockley, Nashwan Dawood, Mohamad Kassem, *BIM for facility management: a review and a case study investigating the value and challenges*, 13th Conference on Construction Applications of Virtual Reality, 2013.
12. Anna Osello, *Il futuro del disegno con il BIM per ingegneri e architetti*, Flaccovio Editore, Palermo, 2012.
13. Lo Turco Massimiliano, *Rappresentare e gestire patrimonio immobiliari, Il BIM per il Facility management*, 2015.

13. Osello Anna, Dalmasso Daniele, Del Giudice Matteo; Erba David, Ugliotti Fancesca Maira, Ravera Mario, Oreglia Marco, Serra Alessandro Mario, *Il BIM per il Facility Management al Politecnico di Torino*, IMREADY Srl, 2012.
14. Osello A., Ugliotti F. M., Semeraro F., *Il BIM orientato al Facility Management*, Infobuild, 2016.
15. M.Reza Hosseini, Rogier Roelvink, Eleni Papadonikolaki, David John Edwards, Erika Parn, *Integrating BIM into facility management: Typology matrix of information Handover Requirements*, International Journal of Building Pathology and Adaptation, 2018.

NORMATIVA

- *Decreto Legislativo n. 50, 18 aprile 2016, Nuovo Codice degli Appalti.*
- *DM n. 560, 1° dicembre 2017, decreto BIM o "Decreto Barotono".*
- *UNI 11337:2017, Edilizia e opere di ingegneria civile - Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni, parti 1-7*
- *UNI EN ISO 19650:2019, Organizzazione e digitalizzazione delle informazioni relative all'edilizia e alle opere di ingegneria civile, incluso il Building Information Modelling (BIM)*
- *UNI/EN 1533/2011, Criteri di progettazione, gestione e controllo dei servizi di manutenzione degli immobili*
- *UNI 11257/2007, Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Criteri per la stesura del piano e del programma di manutenzione dei beni edilizi - Linee guida*
- *UNI 10951/2001, Sistemi informativi per la gestione della manutenzione dei patrimoni immobiliari - Linee guida*

SITOGRAFIA

- 16 . <https://bim.psu.edu/uses/>
17. <https://www.firstinarchitecture.co.uk/the-advantages-of-bim-and-its-future/it>
18. <https://www.thenbs.com/>
19. <https://www.buildingsmart.org/>
20. <https://bimforum.org/lod/>
21. <https://usibd.org/product/level-of-accuracy-loa-specification-version-2-0/>
- 22 <https://www.ingenio-web.it/26765-standard-bim-il-mondo-dopo-la-iso-19650>
23. https://it.wikipedia.org/wiki/Grattacielo_della_Regione_Piemonte
24. <https://www.lastampa.it/torino/2016/05/19/news/il-paradosso-del-grattacielo-che-non-finisce-mai-1.35006053>
25. <http://www.ifma.it/>
26. <https://www.bimdictionary.com>
27. <https://www.united-bim.com/how-bim-is-facilitating-facility-management-process/>
28. https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Facilities_management
29. <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-cobie>
30. <https://www.biminteroperabilitytools.com/>
31. <https://www.acca.it/software-piano-manutenzione>

ALLEGATI

TAVOLE FORMATO A1

0. *Tavola d'inquadramento*
1. *Impianto Idricosanitario, Interrati P-3*
2. *Impianto Idricosanitario, Interrati P-2*
3. *Impianto Idricosanitario, Interrati P-1*
4. *Impianto idricosanitario, sottocentrale P0*
5. *Impianto idricosanitario, sottocentrale P3*
6. *Impianto Idricosanitario sottocentrale P17*
7. *Impianto Idricosanitario, bagno tipo*
8. *Impianto Idricosanitario, distribuzione ai piani*

DOCUMENTI

- PIANO DI MANUTENZIONE

FILE BIM (consegnati al laboratorio Drawing To The Future)

- TRP_TO_IDR_CEN_L-02_L47

- TRP_IT_IDR_CEN_L-02_L00