

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile

Tesi di Laurea Magistrale in

Gestione dei controlli di manutenzione tramite sistemi e
modelli informativi



Relatore:

Ing. Fabio Manzone

Correlatore:

Ing. Maurizio Marco Bocconcino

Candidato:

Edoardo Genero

Anno Accademico 2021/2022

Sommario

| | |
|--|-----|
| Indice delle figure | III |
| Leggi e normative citate | V |
| Introduzione | VI |
| Introduction..... | VII |
| 1. COS'È IL BIM | 1 |
| 1.1 Introduzione | 1 |
| 1.2 L'acronico e definizioni del BIM..... | 2 |
| 1.3 Applicazioni della metodologia Bim nel settore edilizio | 4 |
| 1.4 Il quadro normativo..... | 8 |
| 1.5 Bim nel ciclo vita dell'asset..... | 11 |
| 1.6 Le dimensioni del BIM | 12 |
| 1.7 Importanza di un modello informativo dinamico e multidisciplinare..... | 13 |
| 1.8 LOD e LOIN..... | 14 |
| 2. IL FACILITY MANAGEMENT | 21 |
| 2.1 Il comparto normativo riguardante il Facility Management | 22 |
| 2.2 IFMA e Facility Management in Italia | 24 |
| 2.3 "Facility" e gestione del patrimonio immobiliare..... | 26 |
| 2.4 Il Facility Manager | 29 |
| 2.5 Le fasi del FM..... | 31 |
| 2.6 I vantaggi del Bim orientato al FM | 33 |
| 3. LA MANUTENZIONE..... | 36 |
| 3.1 Strategie di manutenzione | 37 |
| 3.1.1 Manutenzione autonoma..... | 37 |
| 3.1.2 Manutenzione Preventiva | 38 |
| 3.1.3 Manutenzione a guasto (correttiva)..... | 39 |
| 3.1.4 Manutenzione migliorativa | 39 |
| 3.2 Piano di manutenzione..... | 41 |
| 3.3 Soluzioni software per il piano manutenzione | 43 |
| 4. STANDARDIZZAZIONE DELLE PROCEDURE DI MANUTENZIONE..... | 46 |
| 4.1 Tipologie di software e sistemi per la gestione dell'ambiente lavorativo (descrizione e confronto tra CAFM, CMMS, IWMS, EAM) | 47 |
| 4.2 Integrazione di modelli Bim con software per la manutenzione | 50 |
| 4.3 Standard COBie per il FM | 52 |
| 4.4 Confronto tra i software..... | 54 |

| | |
|---|-----|
| 4.4.1 ARCHIBUS (Software IWMS)..... | 55 |
| 4.4.2 Mainsim (Software CMMS) | 60 |
| 4.4.3 BIM 360 (software Autodesk)..... | 64 |
| 5. METODOLOGIE ALTERNATIVE PER LA GESTIONE DELLA MANUTENZIONE CON MODELLI INFORMATIVI.. | 69 |
| 5.1 Il modello informativo – Analisi e sviluppo | 70 |
| 5.2 Obiettivi e individuazione dei LOD e LOIN nel modello Revit | 71 |
| 5.3 Descrizione delle geometrie | 73 |
| 5.4 Creazione parametri condivisi (shared parameters)..... | 74 |
| 5.5 Compilazione dei parametri con dati di input..... | 79 |
| 5.6 Il formato aperto di scambio IFC e l’open Bim | 84 |
| 5.6.1 Struttura dell’IFC..... | 86 |
| 5.7 Esportazione di un file IFC e Model Checking attraverso IFC model viewer | 87 |
| 5.8 Studio dei software per l’apertura e la modifica di modelli IFC..... | 90 |
| 5.9 UsBim viewer+ | 91 |
| 5.10 Modifica dei parametri IFC | 92 |
| 5.11 Reimportazione dei parametri aggiornati su Revit | 95 |
| 5.11.1 Revit DB link..... | 96 |
| 5.12 Tribble Connect (prima Tekla Bimsight) | 99 |
| 5.13 Creazione delle schede di manutenzione tramite Google Forms | 103 |
| 5.14 Reimportazione dei parametri aggiornati su Revit | 109 |
| 6. CONCLUSIONI E CONSIDERAZIONI FINALI | 112 |
| 6.1 Analisi delle risorse umane..... | 113 |
| 6.2 Analisi dei costi | 114 |
| 6.3 Analisi dei tempi | 115 |
| 6.4 Analisi del livello di difficoltà previsto | 116 |
| Bibliografia..... | 117 |
| Sitografia..... | 118 |
| Ringraziamenti..... | 121 |

Indice delle figure

| | |
|---|----|
| Figura 1 Building Information Model [fonte: www.pngegg.com] | 2 |
| Figura 2 Building Information Modeling [Fonte: the guide to building information Modeling] | 3 |
| Figura 3 Building Information Management – Lifecycle [fonte: product data solution] | 4 |
| Figura 4 Figure professionali certificate [fonte www.infobuild.it] | 6 |
| Figura 5 Curva di MacLeamy [Fonte: Biblus–net] | 7 |
| Figura 6 Evoluzione temporale del comparto normativo [Fonte: www.infobuild.it] | 9 |
| Figura 7 Modello informativo di progetto [Fonte: www.infobuild.it] | 10 |
| Figura 8 Le sette dimensioni del BIM [fonte: www.labtecdesign.com] | 12 |
| Figura 9 Definizione di LOD dalle PASS alle UNI | 15 |
| Figura 10 LOD nel modello statunitense [Fonte: www.01building.it] | 16 |
| Figura 11 LOD secondo UNI 11337 del 2017 [fonte: www.ingenio-web.it] | 18 |
| Figura 12 Definizione di Loin e prerequisiti necessari [fonte: UNI EN 17412] | 19 |
| Figura 13 Termini della 1192 e 19650 [fonte: guida "UK BIM Alliance"] | 20 |
| Figura 14 Facility Management e attività correlate [fonte: cis – consorzio italiano servizi] | 21 |
| Figura 15 Piramide Facility Management [fonte: www.complexlab.it] | 23 |
| Figura 16 Modello organizzativo nel FM [fonte: dal libro “la gestione del Facility Management”] | 25 |
| Figura 17 Attività proprie del FM divise per tipologia [fonte: medium.com] | 28 |
| Figura 18 Attività e responsabilità del Facility Manager [fonte: www.infocad.fm] | 29 |
| Figura 19 Attività inerenti al Facility Management [fonte: docs.dicatechpoliba.it] | 30 |
| Figura 20 Integrazione tra BIM e FM [fonte: www.p&pfacilitymanagement.com] | 34 |
| Figura 21 Inquadramento strategie di manutenzione [fonte: www.diacs.it – evoluzione della manutenzione] | 37 |
| Figura 22 Schema delle politiche di manutenzione [fonte: www.easylean.it] | 39 |
| Figura 23 Costi della manutenzione preventiva e correttiva [fonte: www.mainsim.com] | 40 |
| Figura 24 Interfaccia e archivio di ManTus [fonte: www.acca.it – software] | 44 |
| Figura 25 Passaggio dal modello al piano di manutenzione attraverso ManTus IFC [fonte: www.acca.it – software] | 45 |
| Figura 26 [fonte: www.facilityleadership.com] | 47 |
| Figura 27 Software per la gestione dell'edificio e dell'ambiente lavorativo [fonte: www.facilityforce.com] | 50 |
| Figura 28 Strategie di manutenzione legate a software CMMS [fonte: http://bit.ly/2lfe05o] | 51 |
| Figura 29 Creazione di spreadsheet tramite lo standard COBie [fonte: www.bis-lab.eu] | 52 |
| Figura 30 Screen delle funzioni di "BIM interoperability tools" estratto da Autodesk Revit 2021 [fonte: personale] | 53 |
| Figura 31 EIM creato all'interno di Archibus e bidirezionalità con i programmi esterni e i modelli [fonte: www.efmnet.com] | 57 |
| Figura 32 Tabella riassuntiva sulle funzionalità di ARCHIBUS per la manutenzione [fonte: personale] | 59 |
| Figura 33 Interfaccia grafica di Mainsim per il tracciamento degli interventi [fonte: www.mainsim.com] | 61 |
| Figura 34 tabella riassuntiva sulle funzionalità di Mainsim per la manutenzione [fonte: personale] | 63 |
| Figura 35 Applicazione BIM 360 Ops scaricabile su dispositivi IOS [fonte: www.dlt.com] | 65 |
| Figura 36 Plug in di BIM 360 ops su Revit - esportazione categorie | 66 |
| Figura 37 Corrispondenza tra i parametri inseriti in Revit e in BIM 360 ops [fonte: Revit to BIM 360 Ops – Exporting Asset and Location Data for Facilities Management] | 67 |
| Figura 38 tabella riassuntiva sulle funzionalità di BIM360 ops per la manutenzione [fonte: personale] | 67 |
| Figura 39 Modello su Autodesk Revit [fonte: personale] | 74 |
| Figura 40 Proprietà dei parametri condivisi nel modello [fonte: personale] | 76 |

| | |
|---|-----|
| Figura 41 Impostazione del parametro di progetto [fonte: personale] | 77 |
| Figura 42 parametri condivisi in formato .txt [fonte: personale] | 78 |
| Figura 43 Elenco parametri condivisi su Revit [fonte: personale] | 78 |
| Figura 44 Tipi di parametri da compilare [fonte: personale] | 79 |
| Figura 45 Script di Dynamo per la compilazione automatica e manuale dei parametri condivisi [fonte: personale] | 80 |
| Figura 46 Script Dynamo per l'esportazione dei dati da Revit a Excel [fonte: personale] | 81 |
| Figura 47 Script Dynamo per l'importazione dei dati da Excel a Revit [fonte: personale] | 82 |
| Figura 48 Dettaglio dei parametri Revit compilati con i dati esterni [fonte: personale] | 83 |
| Figura 49 Abaco dei pilastri strutturali da compilare [fonte: personale] | 83 |
| Figura 50 Abaco dei pilastri strutturali compilato [fonte: personale] | 84 |
| Figura 51 Schema relativo alla compilazione dei parametri condivisi e conseguente esportazione del modello in formato IFC [fonte: personale] | 84 |
| Figura 52 Interoperabilità tra software BIM attraverso il formato IFC [fonte: www.bimcommunity.com] | 85 |
| Figura 53 struttura gerarchica di un file IFC [fonte: bim.acca.it] | 87 |
| Figura 54 Configurazione di esportazione IFC da Revit [fonte: personale] | 88 |
| Figura 55 Flow Chart della procedura di esportazione e visualizzazione del modello IFC [fonte: personale] .. | 88 |
| Figura 56 IFC model viewer - Autodesk Viewer [fonte: personale] | 89 |
| Figura 57 Ciclo dell'informazione su UsBim.viewer+ [fonte: www.acca.it] | 91 |
| Figura 58 Vantaggi e svantaggi di UsBim.viewer+ [fonte: personale] | 91 |
| Figura 59 Iter procedurale con l'utilizzo di UsBIM.viewer+ [fonte: personale] | 92 |
| Figura 60 Editing dei parametri manutentivi sul software UsBIM.Viewer [fonte: personale] | 93 |
| Figura 61 Parametri di un pilastro strutturale esportate su Excel da BIM.viewer+ [fonte: personale] | 94 |
| Figura 62 Filtro di selezione impostato su UsBIM.viewer+ [fonte: personale] | 95 |
| Figura 63 Bidirezionalità tra Revit e Access grazie a DB Link [fonte: personale] | 96 |
| Figura 64 Esportazione del database Revit tramite DB link [fonte: personale] | 97 |
| Figura 65 Impostazioni dell'origine dati esterna su Access [fonte: personale] | 98 |
| Figura 66 Tabelle dei pilastri strutturali su Access [fonte: personale] | 99 |
| Figura 67 Funzioni di Trimble Connect [fonte: personale] | 100 |
| Figura 68 Vantaggi e svantaggi nell'uso di Trimble connect [fonte: personale] | 100 |
| Figura 69 Iter procedurale con l'utilizzo di Trimble Connect [fonte: personale] | 101 |
| Figura 70 Collegamento delle schede di manutenzione al modello IFC su Trimble connect [fonte: personale] | 102 |
| Figura 71 Impostazione delle risposte in Google moduli [fonte: personale] | 103 |
| Figura 72 URL creato su google moduli [fonte: personale] | 104 |
| Figura 73 Estratto del piano di manutenzione stampato da google forms [fonte: personale] | 105 |
| Figura 74 Parte dei dati sui controlli dei pilastri esportati in fogli Google [fonte: personale] | 107 |
| Figura 75 Grafico di Google Forms che mostra se il controllo sui singoli pilastri è stato effettuato o meno [fonte: personale] | 108 |
| Figura 76 Grafico di Google Forms che mostra la valutazione personale del professionista sul controllo effettuato [fonte: personale] | 108 |
| Figura 77 Esempio di relazione creata su Access tra tabelle relative ai controlli dei pilastri [fonte: personale] | 110 |
| Figura 78 Tabelle relative ai controlli sui pilastri - [in alto] scheda creata da Google forms, [in basso] scheda esportata da Revit tramite DB Link [fonte: personale] | 110 |

Leggi e normative citate

- ~ UNI 11337
- ~ DM 560/2017
- ~ ISO 19650
- ~ ISO 16739
- ~ AIA G202-2013
- ~ PAS 1192-2: 2007
- ~ UNI EN 17412-1:2021
- ~ UNI 13306:2018
- ~ EN15221
- ~ UNI 13306:2018
- ~ 11063:2017
- ~ UNI 11136:2004
- ~ UNI 11447:2012
- ~ UNI EN ISO 41011:2017
- ~ UNI EN ISO 41012:2018
- ~ UNI EN ISO 41014:2020
- ~ CEN ISO/TR 41013:2021
- ~ D.P.R. 207/2010
- ~ NTC 2018
- ~ UNI 10147
- ~ UNI 11337-4:2017
- ~ AIA G202-2013

Introduzione



Al giorno d'oggi l'uso del termine Facility Management viene comunemente correlato alla gestione delle strutture, suddivisa in servizi all'edificio, servizi allo spazio e servizi alle persone. La presente tesi si pone l'obiettivo di analizzare l'attività connessa al mantenimento dell'immobile e più in nello specifico alla gestione dei controlli di manutenzione attraverso modelli informativi. Per fare ciò, vengono inclusi nella trattazione i macro-argomenti relativi alla teoria della manutenzione, che attraverso il concetto di Facility Management passa da attività puramente ripartiva a vero e proprio "servizio aziendale" e la metodologia BIM, che sta invece alla base della più grande rivoluzione digitale del settore edilizio. Dopo una prima parte introduttiva sul Building Information Modelling, in cui sono state esposte le sue peculiarità e le sue potenzialità, si passa ad una più attenta analisi incentrata sulla disciplina del Facility Management e alla sua integrazione con il BIM stesso. In seguito, si termina la fase di preambolo con una serie di capitoli basati sulla scelta delle strategie di manutenzione e una descrizione del piano di manutenzione. Questi macro-argomenti, come detto, si intersecano sul tema di gestione delle indagini relative alla manutenzione dell'edificio con sistemi informativi. Nella prima parte post-introduzione, verrà quindi eseguita un'analisi dettagliata dei sistemi computerizzati presenti sul mercato e finalizzati alla gestione delle attività legate al Facility Management. Per fare chiarezza, verranno analizzate le differenze tra le principali tipologie di software e verranno esposti degli esempi di utilizzo di alcune di queste piattaforme. Queste ultime svolgono un ruolo fondamentale nella moderna rivoluzione delle facility, legata alla standardizzazione delle procedure. Infatti, anche in Italia, sono sempre più numerose le aziende che negli ultimi anni hanno deciso di evolversi da una gestione delle attività "tradizionale" ad una in forma digitalizzata, affidandosi ad un software per ottenere il controllo delle proprie operazioni. Nella seconda parte invece si esporranno delle metodologie alternative a questi software, per gestire i dati e gli sviluppi legati alle attività manutentive. Ciò è stato previsto in particolare per fornire un'alternativa che preveda l'utilizzo di freeware e per non vincolare gli stakeholders all'utilizzo di una piattaforma specifica. Verrà quindi considerato un modello Revit di esempio, creato specificatamente per l'attività manutentiva e la sua gestione. Si entrerà poi nel dettaglio dell'uso del formato IFC, per collegare il modello digitale a diversi programmi ottimizzati per la gestione dell'attività in esame, la gestione dei dati derivanti dai controlli, le schede di manutenzione degli oggetti e il reinserimento dei dati sul software di origine.

Introduction



Nowadays, the use of the term Facility Management is commonly linked to the management of facilities; divided into building services, space services and people services. This thesis aims to analyze the service relating to the maintenance of the property and more generally on the management of maintenance checks through information models. To do that, the macro-topics relating to the theory of maintenance and the BIM methodology, which is the basis of the greatest revolution digital building industry, are included in the discussion. After a first introductory part on BIM, in which its particularities and potentials were exposed, we move on to a more careful analysis focused on the discipline of Facility Management and its integration with BIM. Then, the introductory phase ends with some chapters dedicated to maintenance strategies. These macro-topics, as mentioned, intersect on the issue of management of maintenance surveys. In the first post-introduction part, a detailed analysis of the computerized systems on the market and aimed at maintenance management will be performed. To clarify, the differences between the main types of management software will be analyzed and examples of use of some of these platforms will be shown. The latter play a fundamental role in the modern maintenance revolution, linked to the standardization of procedures. Indeed, even in Italy, there are more and more companies that in recent years have decided to move from a “traditional” management activities to a digitized form, relying on software to obtain control of their operations. In the second part, alternative methodologies to these software will be exposed, to manage data and developments related to maintenance activities. This was done to give an alternative from the use of paid platforms and not to bind stakeholders to the use of a specific platform. In particular, we will consider an example Revit model, created specifically for the maintenance activity. We will see the use of the IFC format, to connect the information model to different freewares for the management of the activity in question, the management of data deriving from controls, the maintenance sheets of the objects and the re-entry of data on the source software.

1. COS'È IL BIM

1.1 Introduzione

BIM è l'acronimo di "Building Information Modeling" ovvero Modello di Informazioni di un edificio ed è definito dal National Institutes of Building Science come una digitale rappresentazione delle caratteristiche fisiche e funzionali di un edificio. Questo non deve essere considerato alla stregua di un software o di un prodotto, ma piuttosto come una metodologia di lavoro collaborativo, basata su tecnologie e processi. Come dice il nome, il BIM è un metodo di lavoro basato su un modello (ad esempio di un edificio). Con modello viene intesa una rappresentazione tridimensionale dell'oggetto che si vuole replicare e che deve includere delle informazioni che vanno al di là della semplice visualizzazione grafica. Questo passaggio trasforma il modello in un vero e proprio database. L'associazione delle informazioni ad un modello virtuale 3D è la spina dorsale del BIM, ma è la possibilità di interagire con le informazioni che rende questo metodo di fondamentale importanza per numerosi settori, compreso ovviamente quello delle costruzioni. Dunque, con Building Information Modeling ci si riferisce ad un insieme di strumenti e processi interdipendenti, che si fonda sulla disponibilità di modelli digitali di un prodotto, integrabili e in grado di dialogare tra loro.

Alla base del BIM vi sono infatti due aspetti fondamentali: L'interoperabilità e lo scambio di informazioni. In questo modo gli stakeholder, ovvero gli attori che prendono parte al processo, non lavorano più in maniera indipendente rispetto alle altre figure professionali, con le quali avviene invece uno scambio costante di dati, spesso collegati ad un database comune. L'interoperabilità è un altro enorme passo avanti per ridurre i possibili errori e le perdite di informazioni nelle diverse fasi. Utilizzando le potenzialità del BIM, è infatti possibile trattare il medesimo soggetto attraverso l'utilizzo di software diversi, utilizzando ad esempio un formato file neutrale e aperto (come il formato IFC di cui si parlerà in seguito). Questa capacità di scambio dei dati apre le porte ad un'evoluzione enorme per i professionisti, che possono utilizzare le informazioni e le geometrie provenienti da un modello univoco per analizzare ed apportare modifiche sotto molteplici aspetti; tra i quali architettonico, strutturale, impiantistico, gestionale, Facility Management.

1.2 L'acronico e definizioni del BIM

Al pari degli strumenti, anche la definizione di BIM si è evoluta nel corso degli anni; di pari passo alle finalità che nel tempo sono state attribuite alla metodologia. In particolare, in passato si è parlato di Building Information Model, Building Information Modeling e Building Information Management. Come è possibile notare, è la "M" dell'acronico BIM ad assumere diversi significati:

- *Building Information Model*: Tramite questa definizione, si va ad indicare un modello privo delle informazioni necessarie per poterlo considerare un database. Forse questa è stata la prima vera definizione attribuita al BIM, in un periodo dove il suo utilizzo era visto come niente più di una rappresentazione tridimensionale dell'oggetto. Questa si può considerare senz'altro un'evoluzione rispetto al disegno 2D a cui il mondo dell'architettura ed in generale dell'edilizia era (e per certi versi è ancora) profondamente radicato; tuttavia, perde tutte quelle che sono le potenzialità in termini di condivisione delle informazioni ed immagazzinamento dei dati.



FIGURA 1 BUILDING INFORMATION MODEL [FONTE: WWW.PNGEGG.COM]

- *Building Information Modeling*: Questa è probabilmente la definizione più diffusa al giorno d'oggi. Rispetto al caso precedente, il modello tridimensionale dell'oggetto si intende integrato con una serie di informazioni. Ci si riferisce quindi ad una metodologia che mette in correlazione il modello tridimensionale con i dati relativi agli oggetti che lo compongono, trasformandolo in un vero modello informativo. Con Building Information Modeling si comincia a parlare di altri importanti aspetti della metodologia, tra cui la multidisciplinarietà e l'interoperabilità delle informazioni e dei dati tra diversi software.

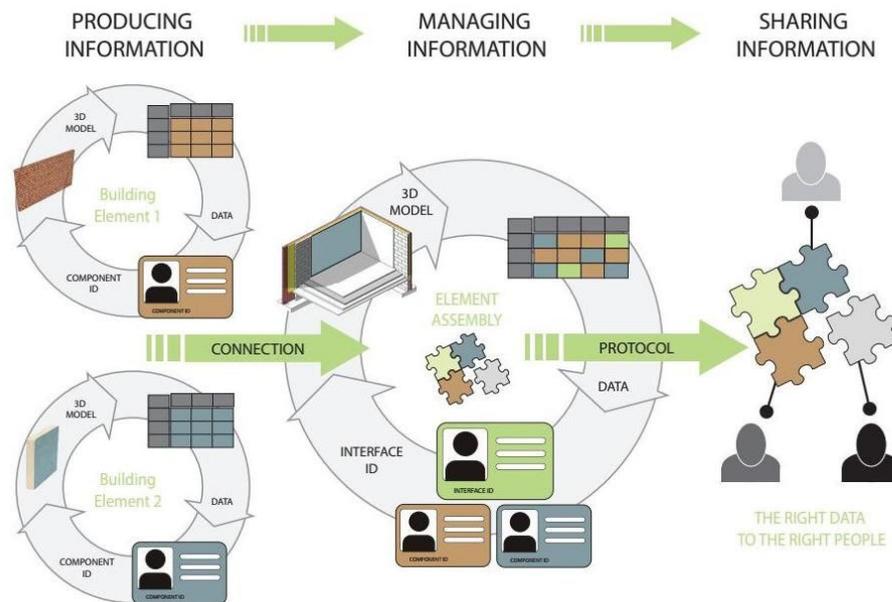


FIGURA 2 BUILDING INFORMATION MODELING [FONTE: THE GUIDE TO BUILDING INFORMATION MODELING]

- *Building Information Management*: In questo caso l'evoluzione della definizione è da analizzare da un punto di vista più concettuale. Qui l'obiettivo del modello è quello di valutare l'intero ciclo di vita dell'edificio. Viene quindi strutturato in modo tale da contenere informazioni che saranno utili non solo a diversi stakeholders, ma anche in momenti diversi della vita dell'edificio; non limitandosi solo alla fase progettuale e di costruzione, ma espandendosi verso la logistica, la programmazione della manutenzione, la decostruzione e la riqualifica.



FIGURA 3 BUILDING INFORMATION MANAGEMENT – LIFECYCLE [FONTE: PRODUCT DATA SOLUTION]

1.3 Applicazioni della metodologia Bim nel settore edilizio

Com'è facile immaginare, il Building Information Modeling sta alla base della più importante rivoluzione digitale del settore edilizio (AEC). Infatti, l'approccio sistemico di analisi dei dati (provenienti dal modello) consente una gestione totalmente olistica dell'edificio nelle varie fasi: Progettazione, costruzione, gestione dell'opera.

In passato è stata paragonata l'introduzione del BIM a una "rivoluzione silenziosa" per l'industria delle costruzioni, in qualche modo analoga a quella del calcestruzzo armato e della prefabbricazione. Quello che è certo, è che il BIM, mettendo in discussione abitudini e ruoli consolidati, si impone in modo ineluttabile come un nuovo paradigma per l'intera industria e per tutti gli attori coinvolti nella filiera.

Ovviamente, se messo in paragone con i metodi tradizionali di disegno, presenta numerosi vantaggi. Infatti, i software utilizzati per creare documenti grafici (come ad esempio i software CAD di Autodesk), sostanzialmente non presentano un'evoluzione nelle tecniche di disegno manuali, se non per la digitalizzazione del processo. Si portano invece dietro i numerosi svantaggi del disegno manuale. Tra i principali troviamo eventuali incoerenze geometriche e di informazioni tra i disegni,

La metodologia BIM

che devono essere verificate in modo manuale; le possibili perdite di informazioni durante la modifica dei progetti e la possibilità di ricavare un numero limitato di informazioni dagli stessi disegni. In questo senso il BIM non è un'evoluzione del disegno CAD, ma è uno strumento completamente diverso che va a colmare le lacune e di cui il mondo delle costruzioni ha un notevole bisogno. Si tratta quindi di un modo completamente nuovo di guardare la progettazione e la realizzazione di un edificio.

L'adozione del Building Information Modeling richiede nuove figure professionali certificate, in possesso di determinate competenze tecniche. In particolare, la norma UNI 11337 parte 7 fornisce indicazioni applicative sulle modalità di valutazione e certificazione delle figure professionali che ruotano intorno BIM, ossia:

- *Il BIM specialist*: che si occupa di sviluppare il modello 3D ed estrarre la documentazione 2D e i dati del computo, oltre a svolgere l'analisi tecnica.
- *Il BIM coordinator*: che coordina gli Specialist nell'applicazione dei processi e degli standard necessari, occupandosi anche di aggiornare e sviluppare contenuti quali le librerie e gli standard.
- *Il BIM manager*: che coordinando le attività svolte da Specialist e Coordinator, e occupandosi di gestire ruoli e fasi così come di individuare errori da correggere, gestisce e aggiorna il modello BIM.
- *Il CDE manager*: che è il responsabile della progettazione e gestione del sistema di piattaforme dedicate alla creazione e condivisione del contenuto informativo, aziendale o di progetto.

La struttura organizzativa è fortemente gerarchica. All'interno dell'ambiente di lavoro digitale dove avviene la condivisione dei dati tra tutti gli attori partecipanti al processo edilizio, gestito dal CDE Manager, al BIM Manager compete l'organizzazione delle varie specializzazioni: progetto architettonico, strutturale, impiantistico. Per ognuna di esse poi il BIM coordinator di competenza, coordinerà le varie figure di BIM Specialist (architettura, strutture, impianti, infrastrutture) a cui spetta la vera e propria creazione del modello informativo.

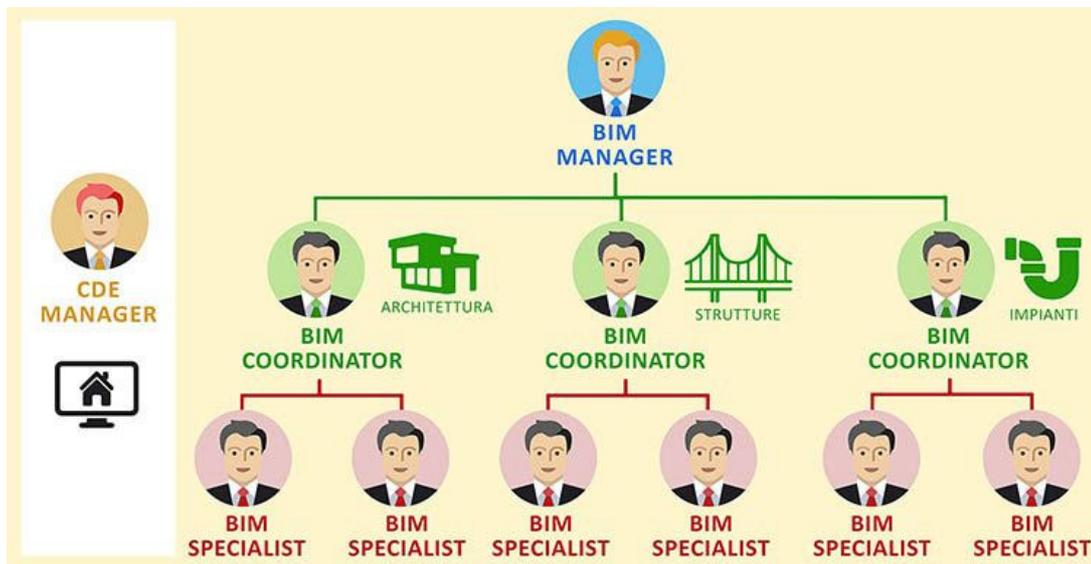


FIGURA 4 FIGURE PROFESSIONALI CERTIFICATE [FONTE WWW.INFOBUILD.IT]

È importante sottolineare come tutte le figure professionali facenti parte del team di progettazione BIM operino all'interno di un ambiente di lavoro virtuale, una piattaforma digitale dove tutte le informazioni dell'opera vengono condivise, aggiornate, verificate e validate: l'Ambiente di Condivisione dei Dati (ACDat) o come viene chiamato nei paesi anglosassoni Common Data Environment (CDE). Operare con una metodologia BIM sul modello virtuale rende maggiormente conveniente un approccio di tipo condiviso e collaborativo tra tutte le professioni coinvolte, a fronte del più tradizionale processo "sequenziale" caratterizzato da integrazioni e correzioni, sia in fase di progettazione che in quella realizzativa.

I vantaggi della metodologia vengono anche resi evidenti nella nota rappresentazione grafica elaborata da Patrick MacLeamy, riportata di seguito:

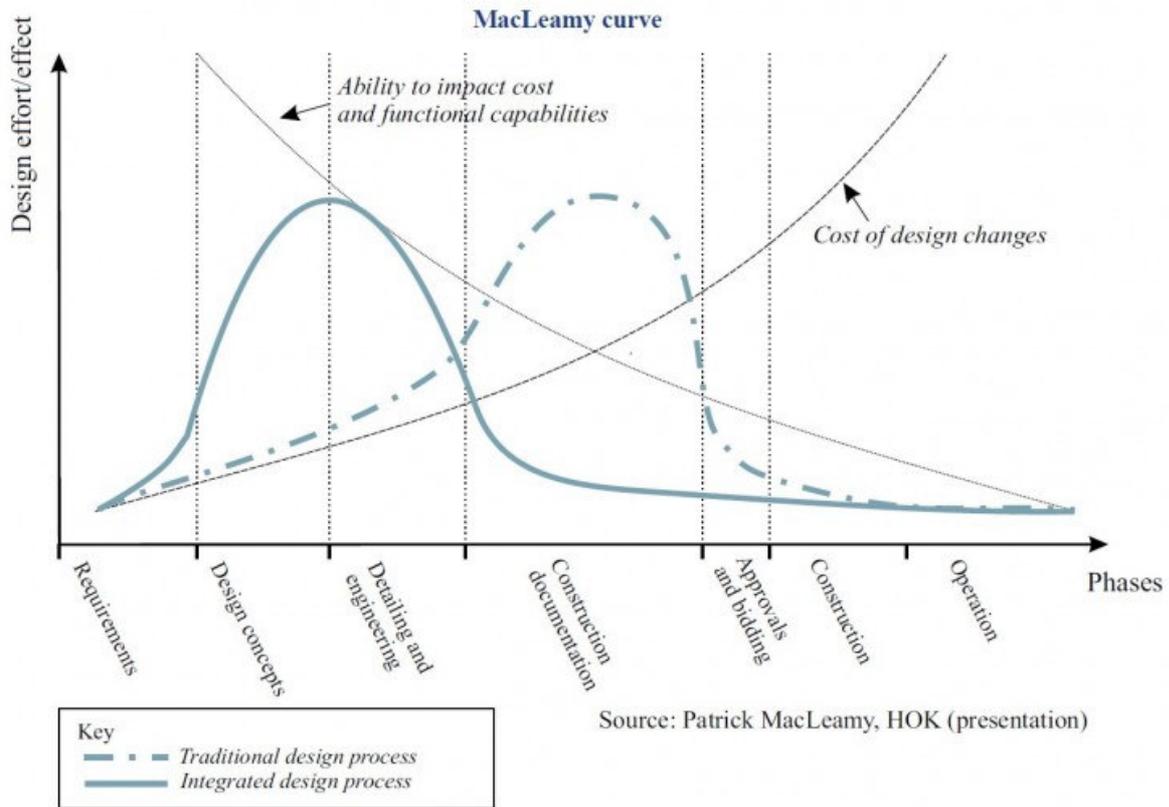


FIGURA 5 CURVA DI MACLEAMY [FONTE: BIBLUS-NET]

Queste curve evidenziano come lo sforzo progettuale concentrato nelle fasi iniziali della progettazione (tipico di un approccio integrato) incida in maniera positiva in termini di costi (riduzione), a fronte di quello che abitualmente constatiamo nella realtà, dove il tradizionale processo vede l'ultimazione e il perfezionamento del progetto in fasi più avanzate con costi decisamente maggiori. Non si tratta quindi di evitare o diminuire gli sforzi che devono essere sostenuti per la realizzazione di un'opera; tali sforzi non possono che essere proporzionali alla qualità dell'opera stessa da realizzare. Mostra però quelli che sono i vantaggi nell'anticipare tali sforzi, là dove i costi dovuti alle variazioni in progetto (cost of design changes) risultano meno gravosi e via via più bassi all'anticiparsi delle correzioni e integrazioni. Tra i principali vantaggi operativi, vediamo la possibilità di effettuare la "clash detection" già in una prima fase progettuale. In questo modo è possibile individuare interferenze tra gli elementi in una fase antecedente all'inizio del cantiere e quindi di poter apportare modifiche quando è ancora possibile farlo senza dover incorrere in costi aggiuntivi.

1.4 Il quadro normativo

Riconosciuti gli evidenti vantaggi della metodologia, molti governi in tutto il mondo hanno preso la decisione di rendere il BIM obbligatorio. Apripista nel settore sono stati gli USA, che a partire dal 2000 hanno adottato in pochi anni la nuova tecnologia con una accelerazione verticale. Dal 2006 negli Stati Uniti l'utilizzo del BIM è obbligatorio per i progetti di edifici pubblici di nuova costruzione. In Europa il primo paese a muoversi in questa direzione è stata la Finlandia, che già nel 2001 ha varato alcuni progetti pilota, per poi arrivare a renderne obbligatorio l'utilizzo nei progetti pubblici già a partire dal 2007. Poi sono arrivati gli altri paesi, come la Norvegia, la Danimarca, la Francia e la Spagna. Anche l'Inghilterra ha varato nel 2011 un progetto dedicato. A partire proprio dal 2011, il governo del Regno Unito ha rilasciato un piano per imporre l'uso del BIM e metodi di appalto collaborativo su tutti i progetti finanziati con fondi pubblici con l'obiettivo di ridurre sprechi e costi. Gli obiettivi imposti entro il 2025, grazie all'uso degli strumenti informatici quali il BIM, sono: riduzione dei costi di costruzione (-33%), riduzione delle emissioni inquinanti (-50%), riduzione dei tempi di costruzione (-50%).

A livello comunitario, la Direttiva UE 2014/24/UE del febbraio 2014, prendendo spunto dal lavoro svolto da diversi paesi a livello istituzionale e governativo, ha espresso in modo chiaro l'indicazione di introdurre il BIM all'interno delle procedure degli stati membri.

“Per gli appalti pubblici di lavori e i concorsi di progettazione, gli Stati membri possono richiedere l'uso di strumenti elettronici specifici, quali gli strumenti di simulazione elettronica per le informazioni edilizie o strumenti analoghi.”

In Italia il nuovo Codice Appalti, entrato in vigore il 19 aprile 2016, ha come obiettivo quello di favorire il progressivo utilizzo di strumenti di modellazione digitale, come il BIM, in maniera prioritaria per gli interventi più complessi nell'edilizia e nelle infrastrutture. Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti è al lavoro in questo senso per individuare le modalità e i tempi di progressiva introduzione della obbligatorietà dei nuovi strumenti. Infine, con il DM 560 del 2017 si sono stabilite le modalità e i tempi di progressiva introduzione dei metodi e degli strumenti elettronici di modellazione per l'edilizia e le infrastrutture. Dal 2019, con il Decreto Baratonò (DM 560/2017) l'uso è diventato obbligatorio e progressivo in ordine alla complessità delle opere.



FIGURA 6 EVOLUZIONE TEMPORALE DEL COMPARTO NORMATIVO [FONTE: WWW.INFOBUILD.IT]

Attraverso il Decreto Baratonò viene sancita l'introduzione e l'obbligatorietà del BIM nel settore degli appalti pubblici. In particolare, l'uso obbligatorio (*da codice dei contratti pubblici*) dovrebbe seguire le seguenti tempistiche:

- 1° gennaio 2019: per i lavori complessi di importo pari o superiore a 100 milioni di euro;
- 1° gennaio 2020: per i lavori complessi di importo pari o superiore a 50 milioni di euro;
- 1° gennaio 2021: per i lavori complessi di importo pari o superiore a 15 milioni di euro;
- 1° gennaio 2022: per le opere di importo pari o superiore alla soglia (art. 35 del codice dei contratti pubblici);
- 1° gennaio 2023: per le opere di importo pari o superiore a 1 milione di euro;
- 1° gennaio 2025: per le opere di importo inferiore a 1 milione di euro.

La normativa tecnica nazionale UNI 11337 va a completare il quadro legislativo, definendo in maniera specifica tanti aspetti legati all'uso del Building Information Modeling. Tuttavia, questa norma è ad oggi decaduta ed è stata adottata la ISO 19650. La presente ISO tratta "l'organizzazione delle informazioni sui lavori di costruzione – Gestione delle informazioni nell'uso del BIM", e deriva di fatto dalle Pas britanniche. La ISO 19650 è ad oggi la norma di riferimento per tutte le altre; comprese quelle esistenti (come la norma per l'uso del formato IFC "ISO 16739") e le norme nazionali (come la UNI 11337). Quest'ultimo aspetto è molto importante, dal momento che la ISO 19650, difatti, prevede il principio degli allegati nazionali di riferimento per il mercato locale; principio al momento adottato solo da Regno Unito e Italia. Una norma, allegata alla ISO (19650-1-2:2019) che, per qualità e quantità dei contenuti, è tra le più influenti in Europa, esamina quella che è la gestione digitale dei processi informativi del settore delle costruzioni.

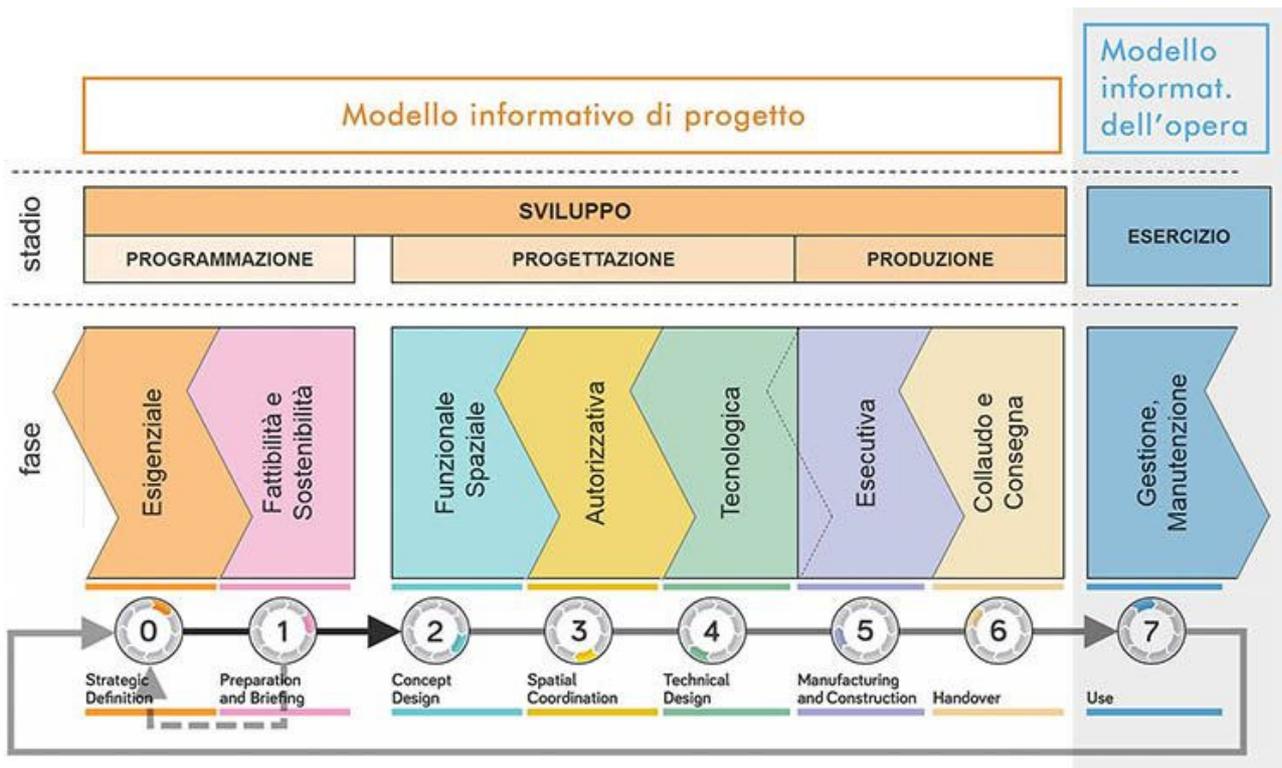


FIGURA 7 MODELLO INFORMATIVO DI PROGETTO [FONTE: WWW.INFOBUILD.IT]

Il quadro del processo costruttivo, dal punto di vista informativo, va a completare in maniera organica una visione finalizzata a considerare l'intero ciclo di vita di un'opera edilizia. Con l'ausilio del modello virtuale BIM.

Il 2018 è stato senz'altro un anno fondamentale per l'Italia, per quanto riguarda l'espansione e l'utilizzo del BIM. Ciò è sicuramente dovuto all'entrata in vigore del Decreto Baratonno che ne prevede l'utilizzo obbligatorio dal 2019 per opere al di sopra dei 100 milioni di euro. Basti pensare che l'aumento percentuale rispetto all'anno precedente è nell'ordine del 264%. Dall'anno 2025, come è stato sottolineato in precedenza, tutto il settore degli appalti pubblici sarà inglobato integralmente dalla rivoluzione digitale. A quel punto, il BIM sarà il riferimento primario nel processo edilizio di un'opera pubblica.

1.5 Bim nel ciclo vita dell'asset

Il concetto di ciclo di vita di un edificio prende in considerazione tutte le fasi che vanno dal concepimento di un'opera fino al termine della sua vita utile, al fine di valutare alcuni aspetti fondamentali, relativi ad esempio ai costi, ma anche alla sostenibilità e all'impatto ambientale del bene durante la sua esistenza. In particolare, è possibile riconoscere quattro fasi principali nella vita utile di un edificio. Queste sono la progettazione, la costruzione, la gestione del bene (compresa la manutenzione) e la riqualifica (o dismissione).

Nel quadro di tali attività l'approccio Bim rappresenta oggi uno strumento molto efficace (come si è già accennato nei paragrafi precedenti, quando si è parlato di Building Information Management), specialmente se messo in relazione con i metodi cosiddetti "tradizionali" di progettazione. In particolare, la creazione di modelli Bim contenenti dati geometrici e informazioni rilevanti ai fini della gestione e manutenzione dei manufatti edilizi restituisce risultati rapportabili a quelli che caratterizzano l'uso del Bim nel processo di progettazione e costruzione di un edificio.

Al contrario, la progettazione tradizionale è basata su elaborati legati a rappresentazioni geometriche del progetto in termini di piante, sezioni e prospetti e da relazioni di progetto, dove le informazioni sono diffuse e reperiti in relazioni specialistiche ed elaborati per le diverse discipline. Questa rappresentazione del progetto rende difficile una coordinazione, coerenza e reperibilità di informazioni tra le diverse discipline. A sua volta questi aspetti rendono macchinose le prime fasi di realizzazione dell'edificio; ma ancor peggio ostacolano una visione complessiva del bene, comprendente tutto ciò che ha a che fare con la gestione dell'edificio una volta ultimata la costruzione.

L'utilizzo del Bim permette invece di migliorare la qualità dei servizi erogati, frutto di una più efficiente organizzazione dei dati, e di ridurre i costi, grazie alla facilità con cui è possibile simulare scenari diversi e conseguentemente compiere scelte coerenti con gli obiettivi. La creazione di modelli Bim ad hoc, contenenti dati geometrici e informazioni rilevanti ai fini della gestione e manutenzione dei manufatti edilizi ha un impatto funzionale equiparabile a quello che il Building Information Modeling ha su tutte le altre fasi del ciclo di vita dell'opera. Si può quindi arrivare alla conclusione che attraverso tale metodologia, le fasi successive alla costruzione dell'edificio non siano da vedere come un qualcosa di separato rispetto alle fasi precedenti, ma come parte integrante del processo che mira ad una gestione dinamica dei patrimoni immobiliari. Questi aspetti

si legano fortemente al concetto di Facility Management (traduzione letterale di “*gestione delle strutture*”).

1.6 Le dimensioni del BIM

Le Dimensioni del BIM servono a schematizzare le “potenzialità” che l’informatizzazione del progetto permette. Infatti, è possibile estrapolare, combinare ed analizzare i dati che riguardano aspetti che vanno oltre la modellazione architettonica tradizionale. Secondo la norma UNI 11337, (norme italiane sul BIM), è possibile adottare la seguente classificazione:

- 3D: modellazione tridimensionale
- 4D: gestione della programmazione (analisi dei tempi)
- 5D: gestione informativa economica (analisi dei costi)
- 6D: valutazione della sostenibilità (sociale, economica e ambientale)
- 7D: gestione e Facility Management

A queste si potrebbero aggiungere tre nuove ulteriori dimensioni, che sono ad oggi fonte di dibattito. Queste sono:

- 8D: sicurezza in fase di progettazione e realizzazione dell’opera
- 9D: costruzione snella
- 10D: industrializzazione delle costruzioni.

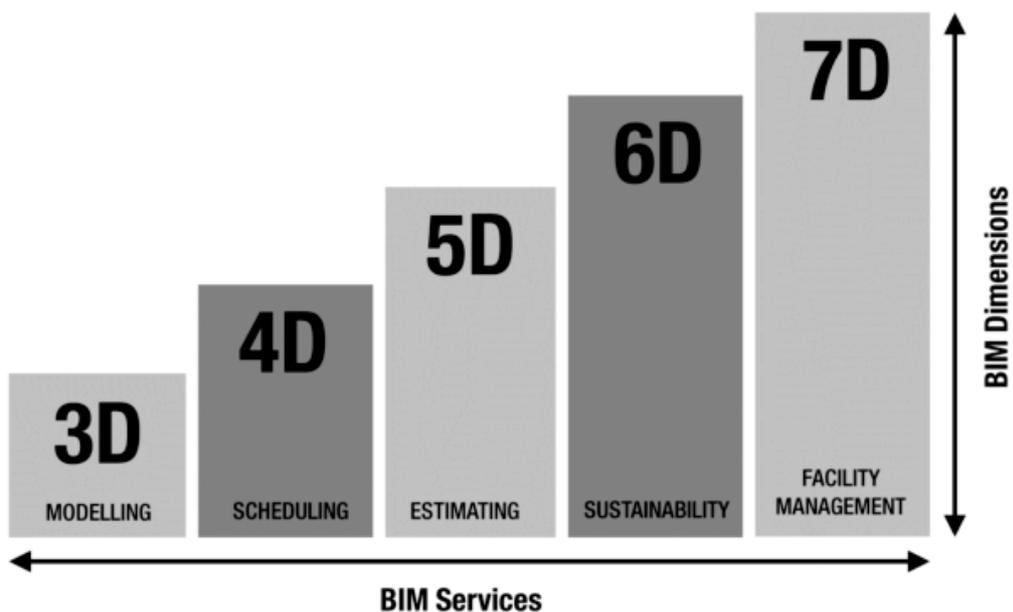


FIGURA 8 LE SETTE DIMENSIONI DEL BIM [FONTE: WWW.LABTECDESIGN.COM]

In questa tesi si farà, in particolare, riferimento alla settima dimensione del BIM. Questa è utilizzata per la gestione operativa e per la manutenzione dell'edificio e delle sue componenti per tutto il ciclo di vita. Il BIM-7D è pensato per consentire di estrarre e tenere traccia dei dati relativi alle attività, lo stato dei componenti, le specifiche, i manuali di manutenzione e molti altri aspetti. Il BIM-7D si vuole inoltre porre come base informativa utile agli stakeholders coinvolti nel processo, quali ad esempio i fornitori ed i subappaltatori.

1.7 Importanza di un modello informativo dinamico e multidisciplinare

Si è già parlato nei paragrafi precedenti dell'importanza della metodologia BIM per quanto riguarda il mondo dell'edilizia e la nuova frontiera della progettazione e della gestione dell'immobile. In particolare, si sono sottolineati gli aspetti innovativi confrontati alla metodologia tradizionale e i grandi vantaggi che possono derivarne per i professionisti e non solo. Si vuole adesso analizzare l'importanza del modello multidisciplinare, che più degli altri aspetti, diventa importante quando si parla di ciclo vita dell'asset e del Facility Management. Bisogna considerare infatti che la multidisciplinarietà insita in ogni opera complessa ha rappresentato per molto tempo un problema di difficile risoluzione nel settore delle costruzioni. Questo specialmente per via di: Mancanza di dialogo e collaborazione fra i professionisti coinvolti. Un difficoltoso o insufficiente scambio di informazione, la mancata condivisione di problematiche e varianti che hanno reso a lungo più complessa la gestione del progetto nelle sue diverse fasi di sviluppo, determinando notevoli problematiche a livello di tempi, costi, esecuzione e qualità complessiva del progetto e dei suoi esiti. Proprio in relazione a tali problematiche l'avvento del Building Information Modeling, grazie alla sua logica improntata alla collaborazione, sulla base dell'enorme numero di informazioni contenute nel modello, ha rappresentato un netto salto di qualità rispetto al passato. Salto di qualità non tanto dovuto all'utilizzo di un particolare software, bensì basato sull'utilizzo stesso del "dato". Da qui si lega il concetto di OpenBim, un approccio trasversale e multidisciplinare basato su standard e flussi di lavoro aperti. Cardine dell'approccio Open, (ma più in generale della collaborazione multidisciplinare supportata dal BIM), è ovviamente il concetto di interoperabilità; ovvero la capacità di un sistema informatico di scambiare dati e informazioni con altri sistemi o programmi. Ciò permette un dialogo tra software differenti, anche relativi a diverse discipline, che alla elevata affidabilità associa una riduzione al minimo degli eventuali errori o perdite di dati. La chiave di tale accessibilità è il formato IFC, acronimo di Industry Foundation Classes, lo standard

internazionale aperto oggi utilizzato dai più diffusi software di progettazione. Tale formato verrà studiato nonché utilizzato per l'esportazione di dati dal modello BIM in una fase più avanzata della trattazione.

Parte centrale dell'approccio multidisciplinare alla base del BIM, importante per la creazione di una piattaforma collaborativa aperta, è il già citato Ambiente di Condivisione Dati, CDE (acronimo di Common Data Environment) o ACDat nella norma UNI 11337-5. Nel CDE i "Big data" vengono raccolti, gestiti e organizzati a seconda degli scopi che si intendono perseguire nella gestione del life-cycle di un edificio. Secondo la norma inglese questo viene articolato in quattro aree (Work in Progress, Shared, Published, Documentation e Archive), all'interno delle quali si articolano e strutturano i processi di condivisione, verifica, revisione delle informazioni e validazione delle stesse tra i partecipanti al progetto. È quindi evidente che gli enormi vantaggi che il BIM porta nella gestione del ciclo vita del bene e nell'integrazione con il Facility Management, sono realmente tali solo in presenza di un ambiente di condivisione dati comune agli attori coinvolti nel processo.

1.8 LOD e LOIN

Come tutte le metodologie, anche quella BIM dovrebbe essere concepita sulla base degli obiettivi che sono stati precedentemente concordati tra il cliente e il progettista. Da questi si dovrebbe partire per creare una strategia nello sviluppo del modello informativo. Bisogna poi stabilire il livello di dettaglio utile in base alle esigenze, che stabiliscono la qualità del modello stesso. Serve a questo punto distinguere tra due concetti fondamentali: Il livello di sviluppo (level of development) e il livello di dettaglio (level of detail). Il primo all'interno di un modello BIM si riferisce alla quantità di informazioni rilevanti per lo sviluppo concreto del progetto. Il secondo indica, invece, l'intera quantità di informazioni contenuta nell'elemento BIM. Bisogna tener conto, comunque, che questi due livelli possono coincidere, nel caso in cui tutte le informazioni riportate nel modello sono rilevanti per l'impostazione del progetto di costruzione.

A livello internazionale non vi è una concezione univoca di LOD. A seconda del paese, vi sono delle normative di riferimento da seguire. Inoltre, bisogna sottolineare come nonostante le varie normative utilizzino lo stesso acronimo queste non gli attribuiscono la stessa connotazione; non vi è quindi una perfetta coincidenza tra livelli delle differenti classificazioni.

Di seguito vengono riportate le norme di riferimento a livello internazionale:

- ~ LOD secondo AIA G202-2013 (norme di riferimento per gli Stati Uniti d'America);
- ~ LOD secondo NBS 1192: 2007 e PAS 1192-2: 2007 (norme di riferimento per la Gran Bretagna);
- ~ LOD secondo UNI 11337-4:2017 (norma italiana di riferimento);

Ciò che accomuna la NBS 1192 inglese e UNI 11337-4 italiana è la concezione di LOD come somma del livello di geometria e livello di informazioni contenute. Il LOD si compone di 2 elementi:

- La geometria o rappresentazione visiva di un progetto – LOG (*Level of Geometry*);
- I dati allegati agli oggetti del modello BIM – LOI (*Level of Information*).

Di conseguenza si sottolinea come il livello di sviluppo geometrico non sia mai da considerarsi in modo unico e separato rispetto alle informazioni che contiene.

| PAS 1192 - UK | UNI 11337 - ITA |
|---|---|
| LOD - <i>Level of Detail</i> | LOD - <i>Livello di Definizione</i> |
| LOD= LOG + LOI | LOD= LOG + LOI |
| LOG = Level of Geometry LOI = Level of Information | LOG = Livello Geometrico LOI = Livello Informativo |
| Definito sui modelli | Definito sulle categorie di oggetti |

FIGURA 9 DEFINIZIONE DI LOD DALLE PASS ALLE UNI

In tutti e tre i casi, comunque, il LOD si articola in una scala in cui ad ogni livello è assegnata una nomenclatura standard (che varia a seconda della normativa di riferimento) che definisce la quantità e la qualità dei dati inseriti in un modello architettonico.

Per completezza, vengono in seguito riportati i livelli di sviluppo (nel caso americano) e di dettaglio considerati dalle diverse normative:

- I livelli di sviluppo che l’AIA (*American Institute of Architects*) ha pubblicato per il Protocollo AIA G202-2013 sono:
 - **LOD 100** (*symbolic representation*) – è il modello elementare del progetto e viene rappresentato graficamente con un simbolo o un’altra rappresentazione generica e schematica;
 - **LOD 200** (*generic system*) – l’elemento del modello è rappresentato graficamente all’interno del modello come un oggetto generico con quantità, dimensioni, forma, posizione e orientamento ancora approssimative. Agli elementi geometrici possono essere collegate anche informazioni non grafiche;
 - **LOD 300** (*specific system*) – l’elemento del modello è rappresentato graficamente all’interno del modello come un sistema specifico, in cui l’oggetto ha specifiche quantità, dimensioni, forme, posizione e orientamento. Agli elementi geometrici sono collegate anche informazioni non grafiche più approfondite rispetto al livello precedente;
 - **LOD 400** (*fabrication*) – l’elemento del modello è rappresentato graficamente all’interno del modello come un sistema specifico, in cui l’oggetto ha specifiche dimensioni, forma, posizione, quantità e orientamento con ulteriori dettagli per la sua realizzazione, assemblaggio o installazione. Agli elementi geometrici sono collegate informazioni non grafiche più approfondite rispetto al livello precedente;
 - **LOD 500** (*verified representation – as built*) – l’elemento del modello è una rappresentazione verificata in cantiere in termini di dimensioni, forma, posizione, quantità e orientamento. Agli elementi geometrici sono collegate informazioni non grafiche definitive.

| LOD 100 | LOD 200 | LOD 300 | LOD 400 | LOD 500 |
|---|---|--|---|---|
|  |  |  |  |  |
| Modello contenente i requisiti di prestazione e le specifiche del sito. Modello concettuale di massa utile allo studio di tutto l'edificio inclusi area di base e volume, orientamento, stima costi iniziale. Progetto preliminare. | Modello contenente i sistemi generalizzati con quantità, dimensioni, forme, posizione ed orientamento approssimati. Progetto definitivo. | Modello di produzione o pre-costruzione, e per gli "intenti progettuali". Modello accurato e coordinato, utile per una stima più accurata dei costi. Progetto Esecutivo. | Modello accurato con i requisiti di costruzione e gli elementi costruttivi specifici. | Modello "as built" dell'edificio che mostra il progetto così come è stato realizzato. |

FIGURA 10 LOD NEL MODELLO STATUNITENSE [FONTE: WWW.01BUILDING.IT]

- Le definizioni del Regno Unito contenute nella PAS 1192 sono:
 - **LOD 1** (*brief*) – modello a blocchi con requisiti di prestazione e vincoli del sito;
 - **LOD 2** (*concept*) – modello concettuale o volumetrico comprendente aree e volumi di base, orientamento e costo;
 - **LOD 3** (*developed design*) – sistemi generalizzati con quantità, dimensioni, forma, posizione e orientamento approssimativi;
 - **LOD 4** (*production*) – modello di progettazione tecnica con elementi modellati accuratamente e coordinati che possono essere utilizzati per stimare i costi e verificare la conformità normativa;
 - **LOD 5** (*installation*) – modello adatto alla cantierizzazione e al montaggio, con requisiti accurati e componenti specifiche;
 - **LOD 6** (*as constructed*) – modello con dettagli che descrivono come è stato costruito il bene e che può essere utilizzato nella fase di gestione e manutenzione;
 - **LOD 7** (*in use*) – modello di informazioni sugli asset da utilizzare per operazioni di manutenzione e monitoraggio continuo.

Le fasi sono essenzialmente analoghe alle definizioni statunitensi, sebbene siano numerate in modo diverso.

- Infine, i livelli di dettaglio stabiliti dalla norma italiana sono:
 - **LOD A** (oggetto simbolico) – le entità sono rappresentate graficamente attraverso un sistema geometrico simbolico o una raffigurazione di genere presa a riferimento senza vincolo di geometria. Le caratteristiche quantitative e qualitative sono indicative;
 - **LOD B** (oggetto generico) – le entità sono virtualizzate graficamente come un sistema geometrico generico o una geometria d'ingombro. Le caratteristiche qualitative e quantitative sono approssimate;
 - **LOD C** (oggetto definito) – le entità sono virtualizzate graficamente come un sistema geometrico definito. Le caratteristiche qualitative e quantitative sono definite in via generica nel rispetto dei limiti della normativa vigente e delle norme tecniche di riferimento e riferibili a una pluralità di entità similari;
 - **LOD D** (oggetto dettagliato) – le entità sono virtualizzate graficamente come un sistema geometrico dettagliato. Le caratteristiche qualitative e quantitative sono specifiche di una pluralità definita di prodotti similari. È definita l'interfaccia con altri sistemi specifici di costruzione, compresi gli ingombri approssimati di manovra e manutenzione;
 - **LOD E** (oggetto specifico) – le entità sono virtualizzate graficamente come uno specifico sistema geometrico specifico. Le caratteristiche quantitative e qualitative sono specifiche di un singolo sistema produttivo legato al prodotto definito. È definito il livello di dettaglio relativo alla fabbricazione, l'assemblaggio e l'installazione compresi gli specifici ingombri di manovra e manutenzione;
 - **LOD F** (oggetto eseguito) – gli oggetti esprimono la virtualizzazione verificata sul luogo dello specifico sistema produttivo eseguito/costruito. Le caratteristiche quantitative e qualitative sono quelle specifiche del singolo sistema produttivo del prodotto posato e installato. Sono definiti per ogni singolo prodotto gli interventi di

gestione, manutenzione e/o riparazione e sostituzione da eseguirsi lungo tutto il ciclo di vita dell'opera;

- **LOD G** (oggetto aggiornato) – gli oggetti esprimono la virtualizzazione aggiornata dello stato di fatto di una entità in un tempo definito. Sono definiti per ogni singolo prodotto gli interventi di gestione, manutenzione e/o riparazione e sostituzione da eseguirsi lungo tutto il ciclo di vita dell'opera.

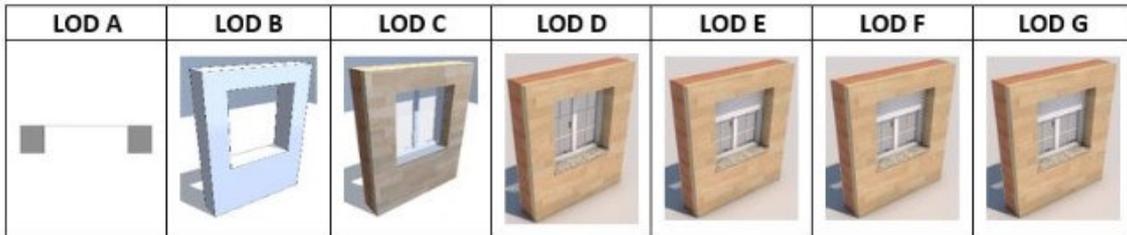


FIGURA 11 LOD SECONDO UNI 11337 DEL 2017 [FONTE: WWW.INGENIO-WEB.IT]

Si nota come per evitare confusione con le scale di LOD anglosassoni, nella norma italiana si è scelto di utilizzare le lettere dell'alfabeto per la categorizzazione dei Livelli di Dettaglio.

Nella UNI EN ISO 19650 del 2019 viene invece introdotto il concetto di "LOIN" (Level of Information Needed). Questa novità normativa può essere sintetizzata proprio nel passaggio dal concetto di LOD a quello innovativo di LOIN. L'obiettivo di questo nuovo passaggio è dichiarato dallo stesso ente di standardizzazione, che sottolinea la necessità di evitare la gestione di un numero eccessivo di informazioni rispetto a quanto effettivamente necessario. Si desume che la sovrabbondanza di informazioni non necessarie rappresenta di per sé un problema nello sviluppo del progetto e sulla fluidità dei processi. Il nome stesso denota un cambio di prospettiva: il focus non è più sulle caratteristiche dell'oggetto ma sulla necessità di informazioni che l'oggetto dovrà contenere per soddisfare l'esigenza del professionista in quel preciso momento della progettazione. Questo concetto viene ripreso nella norma UNI EN 17412-1:2021, la quale specifica i requisiti informativi di un modello BIM ed il loro contenuto. All'interno della norma stessa viene detto che:

"Il livello di fabbisogno informativo descrive la granularità delle informazioni scambiate in termini di informazioni geometriche, alfanumeriche e di documentazione".

La metodologia BIM

In pratica i livelli di fabbisogno informativo indicano quante e quali informazioni devono essere incluse in ogni oggetto in base a:

- scopo;
- scadenze;
- attori coinvolti;
- organizzazione in una o più strutture di scomposizione;

Mentre il livello di fabbisogno informativo è dato dalla combinazione di 3 tipi di informazioni (che vengono dettagliati all'interno della norma stessa):

- geometriche, espresse utilizzando forma, grandezza, dimensione e posizione;
- alfanumeriche, espresse utilizzando caratteri, cifre, simboli, ecc.;
- documentazione, cioè l'insieme di documenti relativi a un soggetto indicato.

Questi passaggi possono essere schematizzati tramite il seguente schema estratto direttamente dalla norma UNI EN 17412:



FIGURA 12 DEFINIZIONE DI LOIN E PREREQUISITI NECESSARI [FONTE: UNI EN 17412]

Gestione dei controlli di manutenzione tramite sistemi e modelli informativi

È chiaro quindi come il proposito della nuova norma sia individuare il livello di informazioni richiesto e considerare quelle in eccesso come uno spreco di risorse non necessario. Viene poi esposto il concetto di “granularità” del dato, dove un dato viene definito più o meno granulare a seconda del livello di dettaglio in cui viene suddiviso. Un esempio potrebbe essere la suddivisione di una scala in carpenteria metallica. Questa può essere considerata come il corpo scala stesso, in questo caso siamo nel primo livello di granularità; può essere suddivisa per rampe e pianerottoli; quindi, siamo ad un livello di granularità maggiore; o può essere considerata attraverso tutte le sue componenti (travi, montanti, piastre, bulloni ecc.).

Il testo guida inglese “UK BIM Alliance” cerca di chiarire le differenze terminologiche tra la precedente norma (PAS 1192) e quella attuale. Inoltre, riassume il nuovo acronimo (LOIN) come sinonimo dell’unione LOD+LOI, così come si vede dalla tabella seguente, estratta direttamente dalla guida inglese.

| 1192 term | 19650 term |
|--|---|
| BIM execution plan | BIM execution plan |
| Contract | Appointment |
| Employer | Appointing party, lead appointing party (tier 1) and appointed party (tier 2 and below) |
| Employer's information requirements (EIR) | Exchange information requirements (EIR) |
| Level of model definition/level of detail (LOD)/level of information (LOI) | Level of information need |
| Responsibility matrix | Responsibility matrix/Assignment matrix |
| Suitability | Status |
| Supplier | Lead appointment party (tier 1)/appointed party (tier 2 and below) |

FIGURA 13 TERMINI DELLA 1192 E 19650 [FONTE: GUIDA "UK BIM ALLIANCE"]

Il Facility Management è caratterizzato essenzialmente da tre aspetti principali:

- 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.
- Analitico: Relativo alla comprensione delle necessità dei Clienti Interni; ovvero i servizi, il controllo dei risultati della gestione e l'efficienza nell'erogazione del servizio stesso e l'individuazione di nuove tecniche e tecnologie che supportino il business aziendale. Si tratta dunque di un aspetto fondamentale che consente al Facility Management di contribuire fattivamente al conseguimento degli obiettivi dell'azienda
- Gestionale: Che concerne la gestione e il coordinamento di tutti i servizi complessivamente intesi (non dei singoli servizi), include inoltre la definizione di sistemi e procedure nonché l'implementazione e la reingegnerizzazione dei processi di erogazione.

2.1 Il comparto normativo riguardante il Facility Management

LA norma Europea EN15221 definisce il Facility Management come un processo integrato per sostenere e migliorare l'efficacia delle attività principali quali l'organizzazione per la gestione e la fornitura di servizi di supporto all'azienda. Si intende tutto quanto concorre alla gestione degli edifici e loro impianti, ma anche servizi e manutenzioni.

La stessa norma definisce poi la qualità (e tipologia) dei servizi relativi al Facility Management e la descrizione delle attività svolte da diverse tipologie di operatori. Si distingue così tra tre macrocategorie di operatori: I grandi operatori, Gli operatori di settore e gli operatori parziali.

LA PIRAMIDE DEL FACILITY MANAGEMENT

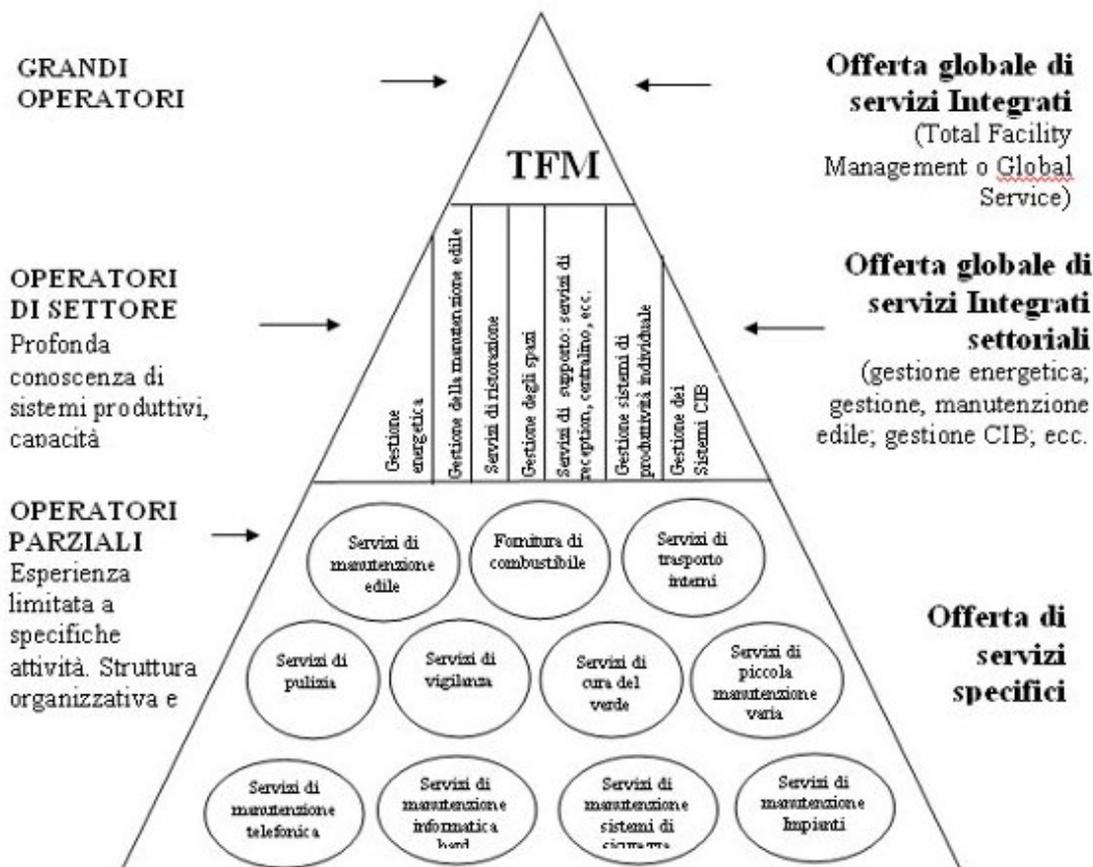


FIGURA 15 PIRAMIDE FACILITY MANAGEMENT [FONTE: WWW.COMPLEXLAB.IT]

A scopo informativo, verranno ora riportate le principali norme di riferimento, utilizzate nel settore del Facility Management.

- UNI 11136:2004 “Global service per la manutenzione dei patrimoni immobiliari – Linee guida”
- UNI 11447:2012 “Servizi di facility management urbano – Linee guida per l’impostazione e la programmazione degli appalti”
- UNI EN ISO 41011:2017 “Facility management - Vocabolario”
- UNI EN ISO 41012:2018 “Facility management - Guida sull’approvvigionamento strategico e l’elaborazione degli accordi
- UNI EN ISO 41014:2020 “Facility management - Sviluppo della strategia per il facility management”
- CEN ISO/TR 41013:2021 “Facility management - Scope, key concepts and benefits”

È all'interno della ISO 41011:2017 che viene per la prima volta espresso chiaramente il fine prioritario dell'attività del Facility Management, ovvero:

“migliorare la qualità della vita delle persone e la produttività del core business aziendale”.

Come si può notare, questo settore è ancora relativamente “giovane” dal punto di vista normativo e sicuramente mancano normative incentrate sulla rivoluzione digitale più recente. Inoltre, mentre è già presente un'ampia scelta di norme in ambito manutentivo e costruttivo per infrastrutture sia pubbliche che private, salta all'occhio una carenza normativa per il mondo riguardante i servizi alla persona, ambito che è sempre stato lasciato alla “sensibilità” degli esecutori piuttosto che ad una attenzione normativa.

2.2 IFMA e Facility Management in Italia

L'IFMA Italia, l'associazione Italiana no-profit direttamente discendente dell'International Facility Management Association, fondata negli Stati Uniti nel 1980, definisce il Facility Management 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 dell'azienda, dell'architettura e delle scienze comportamentali ed ingegneristiche”

Ciò comprende prodotti tangibili e servizi intangibili atti a supportare i processi primari di un'organizzazione.

L'Associazione è attiva in Italia dal 1995 e il suo scopo è promuovere la disciplina nel paese e contribuire a creare una classe di professionisti in grado di far progredire il settore. In Italia l'IFMA è un punto di riferimento ormai consolidato per il settore, che compie analisi nel mercato italiano ed estero e studi di Benchmarking (operazioni di confronto) sulle modalità di gestione e sui costi di erogazione delle strutture. IFMA Italia rappresenta poi un luogo d'incontro e di confronto unico nel panorama nazionale, nonché un supporto irrinunciabile per coloro che si affacciano al mondo del Facility Management.

La disciplina del FM, come detto, vede la sua origine negli Stati Uniti all'inizio degli anni '80, in un periodo di grandi cambiamenti nell'economia Nord-Americana e del mercato in generale. L'evolversi delle esigenze dei consumatori e del rapporto cliente-fornitore causò un effetto domino,

Il Facility Management

che rese chiara la necessità di una forte trasformazione a livello organizzativo delle stesse aziende, nonché tecnologico. Le aziende cominciarono dunque a ricercare modi per rendere flessibile le strutture dei costi, aumentare la capacità di guida e controllo e la propria reattività su un mercato più difficile e competitivo. L'obiettivo è quello di trasformare i concetti fondamentali del fare management avendo per obiettivo l'incremento delle performance e dell'efficacia dell'azienda. Le soluzioni vengono quindi ricercate sulla base di modelli collaborativi e organizzativi.



FIGURA 16 MODELLO ORGANIZZATIVO NEL FM [FONTE: DAL LIBRO “LA GESTIONE DEL FACILITY MANAGEMENT”]

In particolare, si può asserire che l'evoluzione organizzativa e strategica delle imprese a partire dagli anni '90 si basa in particolare sui seguenti cardini:

- i processi si basano su soluzioni prevalentemente ingegneristiche;
- le attività vengono considerate funzioni integrate;
- il ruolo dei sistemi informativi delle architetture di rete ed i database rendono accessibili i dati aziendali a tutti gli interessati.

Questo ha spinto le imprese ad affrontare il problema della gestione dell'immobile, considerando l'intero ciclo di vita del bene e le sue funzionalità. Quindi si parla di manutenzione, ma anche di ciò che riguarda le attività aziendali in generale diverse dal core business e i servizi legati agli spazi della struttura.

Il concetto di Facility Management nasce formalmente negli anni '90, in seguito alle necessità individuate negli anni precedenti. In seguito al suo sviluppo, il settore edilizio si pone gli obiettivi di:

Gestione dei controlli di manutenzione tramite sistemi e modelli informativi

- Creare spazi e immobili sempre più flessibili e variabili per rispondere alle esigenze delle attività che vi si svolgono;
- Ottenere spazi di qualità per i lavoratori; (Nasce l'edificio intelligente e dinamico, dotato di impiantistica tradizionale ed innovativa);
- Ottenere spazi che possono essere facilmente trasformati per adeguarsi quando necessario o opportuno;
- Verificare facilmente la qualità dell'edificio, con costi che possano essere programmati e valutati con accuratezza.

Per meglio comprendere la realtà italiana del mercato del Facility Management è poi necessario individuarne i due principali segmenti. Il mercato si divide infatti in due grandi aree caratterizzate da vincoli normativo-procedurali, ma anche da profili organizzativi e di management differenziati:

- Grandi imprese multinazionali e nazionali; importanti società pubbliche ora privatizzate, tutti soggetti caratterizzati da un elevato livello organizzativo e da una forte capacità di controllo del fornitore e di gestione complessiva del contratto. In questo mercato si confrontano le imprese di Facility Management impegnate ad offrire servizi di qualità ed in grado di organizzare una offerta globale di servizi integrati (Total Facility Management).
- Pubblica amministrazione centrale e locale (Comuni, Provincie, Regioni, ecc.) che deve necessariamente procedere per l'acquisizione dei servizi con gare ad evidenza pubblica, secondo i principi dell'offerta tecnicamente ed economicamente più favorevole o del massimo ribasso.

2.3 “Facility” e gestione del patrimonio immobiliare

Si potrebbe tradurre il termine “Facility Management” in modo letterale come “gestione delle strutture”. La parola “facility” si riferisce ad ogni prodotto tangibile, o servizio intangibile, necessario a supportare i processi primari, di un'organizzazione; ossia qualsiasi elemento, anche un edificio, che sia stato costruito, installato o creato per supportare il core business aziendale. Si può quindi asserire che il settore in cui si applica la metodologia in questione è quella della gestione strategica di immobili e servizi ed in particolare di tutte quelle attività che supportano l'azienda.

Il Facility Management

Dal sito ufficiale “International Facility Management Association Italia” è possibile osservare una classificazione delle “Facility” in tre macroaree di servizi:

- Servizi all’edificio: che racchiudono le attività volte al mantenimento dell’immobile e di tutti i suoi impianti e strutture. L’obiettivo finale di questi servizi è garantire la continuità di funzionamento dell’edificio inteso come “involucro” all’interno del quale l’azienda svolge la propria attività, nel rispetto delle normative in materia di igiene degli ambienti di lavoro, di sicurezza e di uso razionale dell’energia.

- Servizi alle persone: macroarea molto vasta che include elementi quali ad esempio la ristorazione, la gestione documentale, la reception, l’igiene ambientale, la sicurezza, ecc. Si tratta in pratica di un insieme di attività che mirano ad incrementare la produttività, il benessere e la fidelizzazione di chi lavora per l’azienda.

- Servizi allo spazio: l’obiettivo in questo caso è fare in modo che lo spazio di lavoro sia un supporto utile per l’azienda, facilitando i processi di creazione del valore, di comunicazione, di socializzazione e di creazione e circolazione della conoscenza. Come è facile immaginare, quindi, questo gruppo di servizi presenta un alto livello di complessità dal punto di vista dell’organizzazione.

Queste categorie di servizi presentano a loro volta delle sottocategorie, che devono essere ben chiare nel quadro complessivo di gestione dell’opera. Soprattutto se la gestione delle attività viene affidata ad un software specifico per il Facility Management, le attività in esame impongono l’utilizzo di un software piuttosto che un altro. Ad esempio, se l’attività predominante è la gestione dei processi di manutenzione, la miglior scelta potrebbe essere un CMMS. D’altro canto, se l’aspetto predominante è la gestione dello spazio lavorativo e dei rapporti tra i dipendenti e l’ambiente costruito, bisognerebbe propendere per un software CAFM. I dettagli e le differenze su queste tipologie di software per il Facility Management verranno comunque esposti nei capitoli a loro dedicati.



FIGURA 17 ATTIVITÀ PROPRIE DEL FM DIVISE PER TIPOLOGIA [FONTE: MEDIUM.COM]

La gestione del patrimonio immobiliare è invece quell'insieme di attività volte a garantire il mantenimento e l'adeguamento nel tempo delle prestazioni di un immobile, oltre a massimizzarne la redditività e il valore di mercato. Il FM si inserisce alla perfezione nel tema della gestione dei patrimoni immobiliari. In questo modo si stanno progressivamente superando le tradizionali logiche di conduzione tecnica degli immobili verso forme evolute di gestione, dove valutazioni tecniche, organizzative ed economiche pilotano decisioni strategiche di intervento e di investimento, e dove si vanno affermando logiche industriali di controllo della qualità e di efficienza dei processi. La gestione del costruito non appare quindi un fenomeno congiunturale, ma va sempre più configurarsi come un vero e proprio settore strategico di sviluppo, alla definizione del quale concorre un insieme eterogeneo di fattori tecnici, economici, organizzativi e sociali.

Le aziende che si occupano dei servizi di Facility Management (FM), anche attraverso consulenti e professionalità diverse, offrono consulenza specializzata nel campo gestionale riferite alle aree del settore edile quali:

- La progettazione architettonica, ingegneristica e tecnologica, pianificazione.
- Il controllo costi di edificazione, manutenzione, eventuale rifunzionalizzazione nel tempo e fine dell'opera;
- La formazione, sviluppo e innovazione dei sistemi di servizio;

Il Facility Management

- Il supporto nei processi di relazione complessa con il committente;
- Ingegneria gestionale su appalti complessi;
- Supporto sul fronte degli appalti, dall'analisi di fattibilità fino alla sua realizzazione incluse fasi di controllo e gara;

Così come si può vedere dalla figura 17 a pagina precedente.

2.4 Il Facility Manager

Come si è visto nei paragrafi precedenti, il Facility Management è un approccio integrato che include progettazione, pianificazione ed erogazione di servizi. È evidente come una metodologia di lavoro che comprende diverse attività e competenze debba andare di pari passo con una struttura gestionale a sua volta integrata. Per questo motivo è stata introdotta la figura professionale del Facility Manager.

Con l'evoluzione del mercato del lavoro si è evoluta anche la figura professionale del Facility Manager, dal momento che oggi il ruolo diventa parte attiva di una nuova cultura della collaborazione, della sostenibilità ambientale, della condivisione di informazioni e delle iniziative di innovazione e ha un coinvolgimento diretto e strategico sul business. Soprattutto, deve avere a che fare con nuove frontiere della gestione delle facilities, quali le dinamiche relative a Energy Management, Risk Management, Data Collection e Data Analytics, Manutenzione Predittiva.



FIGURA 18 ATTIVITÀ E RESPONSABILITÀ DEL FACILITY MANAGER [FONTE: WWW.INFOCAD.FM]

Gestione dei controlli di manutenzione tramite sistemi e modelli informativi

Il Facility Manager è quindi quella figura professionale che si occupa della gestione degli edifici e di tutti quei servizi strumentali a servizio dell'azienda a cui si riferisce. In altre parole, è la figura incaricata di definire i tempi e le modalità delle attività, tra cui la manutenzione delle strutture, il coordinando e controllo del personale preposto ai servizi legati alle infrastrutture e la chiara consapevolezza dei budget di cui dispone. Tra le varie competenze e mansioni, ciò che spicca su tutte è l'attività organizzativa, gestionale e di controllo, che deve soddisfare i requisiti di efficienza richiesti dall'ambiente di lavoro. Andando più nello specifico è possibile fare un elenco di quelle che sono le principali responsabilità di un Facility Manager:

- lo sviluppo delle scelte di Facilities dell'azienda e la loro pianificazione strategica;
- il coordinamento dei processi costruttivi e di riqualificazione;
- la gestione degli approvvigionamenti, i rapporti con i fornitori e la gestione e controllo dei servizi e delle attrezzature da questi ultimi prestati;
- la supervisione (programmazione e controllo) di tutte le attività di manutenzione, riqualificazione e reingegnerizzazione dei sistemi dell'edificio e/o del patrimonio immobiliare;
- la gestione economica di tutti i servizi alle organizzazioni che occupano l'edificio e alle persone che vi operano.

Tutte queste attività possono essere divise, sulla base delle competenze richieste, in 3 tipologie; che sono: L'aspetto strategico, l'aspetto analitico e l'aspetto gestionale operativo. Questi vengono riassunti nella seguente schematizzazione:



FIGURA 19 ATTIVITÀ INERENTI AL FACILITY MANAGEMENT [FONTE: DOCS.DICATECHPOLIBA.IT]

Il Facility Management

- *L'aspetto strategico* concerne ogni decisione relativa alla politica di gestione e reperimento dei servizi, di distribuzione delle risorse da impiegare per supportare gli obiettivi (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 le attività aziendali. 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.

Appare chiaro quindi come la figura del Facility Manager sia fondamentale all'interno dell'assetto aziendale. È per questo motivo, infatti, che la sua presenza è sempre più richiesta, soprattutto per le realtà di grandi dimensioni, dove la gestione di servizi di questo tipo si rende necessaria per l'ottimizzazione di tutti i processi, sia interni che esterni. Le sue capacità si esprimono, in primo luogo, attraverso le metodologie più innovative offerte dalla rivoluzione digitale, accanto a competenze di tipo tecnico e capacità organizzative nonché manageriali. Proprio l'aspetto tecnologico portato dalla rivoluzione digitale risulta essere uno degli aspetti fondamentali da considerare al giorno d'oggi ed ecco che si fondono i due principali argomenti trattati nella tesi, ovvero il Facility Management e la metodologia BIM.

2.5 Le fasi del FM

Affinché l'esternalizzazione dei servizi venga effettuata in maniera corretta è necessario attenersi ad un iter consolidato, le cui fasi sono le seguenti:

1. Fase Decisionale: Questa è la fase embrionale del processo di esternalizzazione dei servizi e risulta essere di grande importanza in quanto pone le basi per tutte le successive. Gli aspetti sui quali deve concentrarsi l'azienda consistono essenzialmente nelle seguenti attività:
 - Analisi del fabbisogno interno, che avviene attraverso scelte dirigenziali, audit interno o benchmarking (un'analisi comparativa) su società che operano nel medesimo settore.
 - Individuazione del paniere dei servizi necessari

Gestione dei controlli di manutenzione tramite sistemi e modelli informativi

- Definizione del budget di spesa.
- Definizione del modello di esternalizzazione che si vuole applicare.

Di questi aspetti propri della fase decisionale, forse il passaggio più delicato è il cosiddetto “audit”, che consiste in una revisione completa delle risorse in un edificio nuovo o esistente che si riferiscono alla conservazione di un ambiente ottimale. Lo scopo di condurre un audit nel Facility Management è documentare quante più informazioni possibili su apparecchiature, protocolli e politiche all'interno della struttura per stabilire un punto di riferimento per la misurazione futura.

2. Fase Tecnica: In questa seconda fase vengono approfonditi gli aspetti relativi ai servizi da richiedere emersi nella prima fase. In particolar modo si procede con:
 - Definizione dei livelli di servizio (SLA).
 - Elaborazione del capitolato tecnico.
 - Elaborazione del capitolato d’oneri.
3. Procedure da utilizzare: Una volta individuate con precisione le attività da svolgere e i livelli di servizio richiesti si procede con l’elaborazione delle procedure, ovvero delle modalità con cui le singole attività saranno erogate. In particolar modo si procede secondo il seguente schema:
 - Definizione delle risorse interne o dei centri di competenza responsabili.
 - Elaborazione delle procedure di interazione con il fornitore.
 - Elaborazione delle procedure di interazione con gli utenti interni.
 - Elaborazione delle procedure e modalità di controllo dell’esecuzione dei servizi.
4. Selezione del Fornitore: Questa rappresenta la fase cruciale del processo di esternalizzazione dei servizi perché individua concretamente il soggetto che sarà incaricato di erogare il servizio richiesto. Per una corretta ed efficace scelta del fornitore si procede secondo il seguente schema:
 - Stesura dei documenti di gara.
 - Stesura del contratto tipo.
 - Tabulazione dei valori economici e analisi tecnica delle offerte.
 - Selezione del fornitore.
 - Contrattualizzazione del fornitore

2.6 I vantaggi del Bim orientato al FM

Si è parlato a lungo delle caratteristiche della metodologia BIM e della sua capacità di legare il modello tridimensionale dell'edificio ad un database interno, utile nelle diverse fasi del ciclo vita del bene considerato. Visti i campi di applicazione in cui opera il Facility Management, una loro integrazione appare quasi naturale. Visto il crescente sviluppo delle attività tecniche e gestionali, il BIM può rendere più efficienti, flessibili e, in prospettiva, economici i processi aziendali tipici del facility management. Basti pensare al primo passaggio che deve effettuare il Facility Manager, ovvero la raccolta dei dati e la loro elaborazione utile per la definizione dei problemi e dei punti critici dell'organizzazione delle diverse attività. Già da questo passaggio si nota come il BIM possa portare notevoli vantaggi nella gestione di un edificio; se si parte dal presupposto che, per il maggior numero possibile di persone, deve essere semplice poter accedere e condividere i dati e le informazioni contenute in una risorsa informatica costantemente aggiornata. Questa tematica di integrazione viene affrontata (come già visto) in sede internazionale nella "settima dimensione" del BIM.

Il BIM 7D affronta le problematiche del Facility Management, che sono state prontamente elencate e analizzate nei capitoli precedenti. L'ottenimento di tali obiettivi richiede una governance capace di adottare processi efficienti, che non solo consentano di identificare con precisione i componenti degli impianti o delle parti edili, ma che permettano una gestione degli immobili basata su dati integrati e su sistemi informativi interoperabili. L'efficacia delle attività del Facility Management dipende dall'accuratezza e dall'accessibilità dei dati relativi all'edificio creati nelle fasi di progettazione e costruzione. Per questo motivo, lo scopo di definire un modello BIM per il Facility Management è quello di gestire le informazioni trasmesse dalle fasi di progettazione e di costruzione, oppure rilevate come as built.

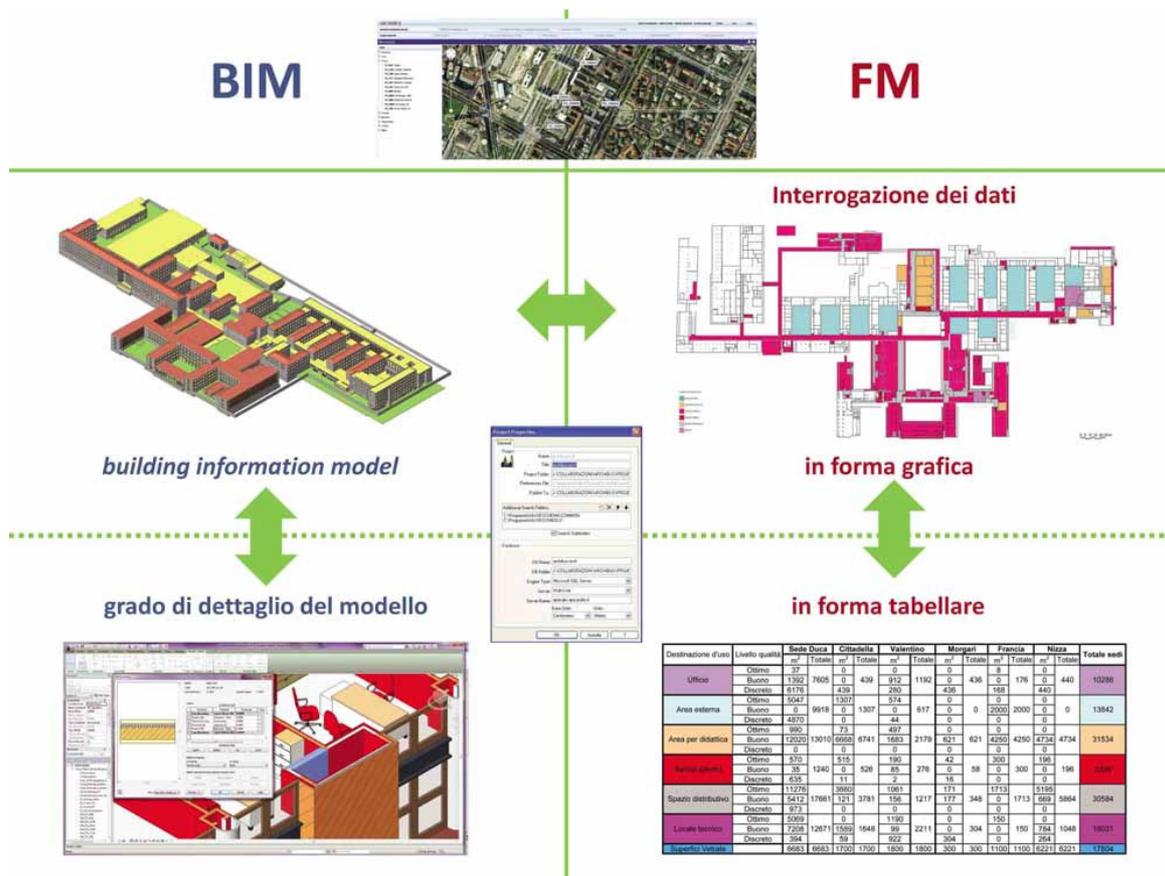


FIGURA 20 INTEGRAZIONE TRA BIM E FM [FONTE: WWW. P&P FACILITY MANAGEMENT.COM]

Una delle principali collaborazioni che possono essere fatte tra le due metodologie vede come protagonista le operazioni di manutenzione. Utilizzando questa metodologia si può automatizzare la creazione di liste di apparecchiature e componenti, arricchire i sistemi di Facility Management come, per esempio, un sistema computerizzato di gestione della manutenzione (CMMS), e ridurre la ridondanza dei dati dell'edificio.

La disponibilità di modelli BIM permette la simulazione di una ampia gamma di situazioni diversificate, portando alla riduzione di tempistiche e costi. Un evidente sviluppo di questa metodologia integrata sono i software CMMS di cui si parlerà nel dettaglio in seguito. L'ulteriore integrazione delle tecnologie BIM con applicativi di tipo mobile può orientare le pratiche edilizie verso gestioni di tipo "cloud based" dove le informazioni di progetto vengono rese disponibili in qualsiasi momento e da qualunque luogo, indirizzandosi verso applicativi specifici per il Field Management. Dove con "Field Management" si intende un metodo di organizzazione e ottimizzazione delle operazioni eseguite fuori dagli uffici, dagli operatori sul campo.

Il Facility Management

Bisogna considerare che le attuali necessità di gestione generale delle attività finalizzate ad ottimizzare i costi e garantire un adeguato livello funzionale e qualitativo agli edifici, portano all'evoluzione della manutenzione come sistema di azioni che assumono sempre più carattere predittivo e che non possono essere più rappresentate dalla somma di piccoli interventi. Questa necessità è un'ulteriore conferma dei benefici che le attività proprie del FM (in particolar modo la gestione della manutenzione) possono ottenere integrando modelli informativi. Già nel 1997 si è cercato di fornire indicazioni per le attività legate alla manutenzione degli immobili tramite l'utilizzo di sistemi digitali. Tramite la UNI 10604 (oggi ritirata e sostituita dall' UNI EN 15331:2011) si è parlato dell'importanza di possedere un database di informazione di dati. Si cercò quindi di incentivare l'uso di sistemi informativi per la formazione di banche dati atte alla gestione e al miglioramento delle attività manutentive.

3. LA MANUTENZIONE

La manutenzione ha il compito di adeguare e se possibile migliorare costantemente i sistemi alle esigenze espresse dai loro utilizzatori, ricorrendo dove necessario alla loro riprogettazione o alla loro sostituzione, quando i nuovi sistemi si rendono economicamente più vantaggiosi.

L'OECD (Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico) definisce la manutenzione come *“quella funzione aziendale alla quale sono demandati il controllo costante degli impianti e l'insieme dei lavori di riparazione e revisione necessari ad assicurare il funzionamento regolare e il buono stato di conservazione degli impianti produttivi, dei servizi e delle attrezzature di stabilimento.”*

La norma UNI 13306:2018 definisce invece la manutenzione come *“la combinazione di tutte le azioni tecniche, amministrative e gestionali durante l'intero ciclo di vita di un'entità che sono destinate a mantenere o riportare l'asset in uno stato tale da poter svolgere la funzione richiesta”*.

Come si è già discusso nei paragrafi riguardanti il ciclo di vita dell'edificio, la manutenzione è un aspetto di primo piano nella vita utile di un bene, che non va per nessun motivo sottovalutato. Prima di entrare nello specifico della gestione dei processi manutentivi mediante sistemi e modelli informativi, è bene chiarire alcuni concetti di base sulla manutenzione delle strutture e il generale dell'apparato edilizio. La norma UNI 11063:2017 classifica gli interventi in due principali tipi di manutenzione, a seconda dello scopo per cui sono svolte. Questa, distinguere tra manutenzione ordinaria e manutenzione straordinaria: Nella manutenzione ordinaria rientrano tutte le attività che sono messe in pratica per mantenere l'edificio nella sua totale efficienza, sia in termini di funzionalità, sia in termini di comfort. Inoltre, dal testo unico dell'edilizia, per interventi di manutenzione ordinaria si intendono gli interventi che riguardano le opere di riparazione, rinnovamento e sostituzione delle finiture degli edifici e quelle necessarie ad integrare o mantenere in efficienza gli impianti tecnologici esistenti. Con manutenzione straordinaria s'intendono tutte quelle attività che porta un elemento di innovazione consistente e significativo. Sempre dal testo unico si vede come per interventi di manutenzione straordinaria si intendono le opere e le modifiche necessarie per rinnovare e sostituire parti anche strutturali degli edifici, nonché per realizzare ed integrare i servizi igienico-sanitari e tecnologici, sempre che non alterino la volumetria complessiva degli edifici e non comportino mutamenti urbanisticamente rilevanti delle destinazioni d'uso implicanti incremento del carico urbanistico.

3.1 Strategie di manutenzione

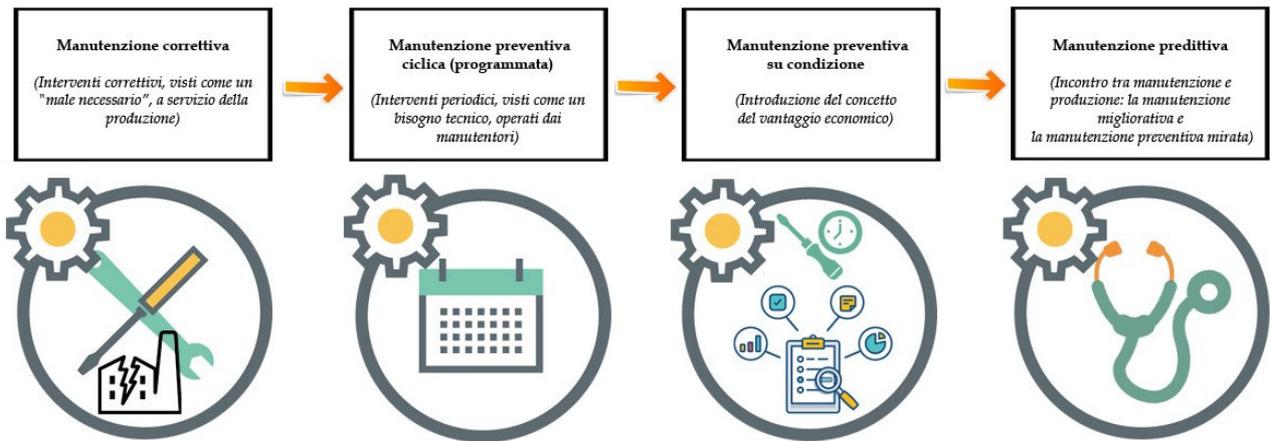


FIGURA 21 INQUADRAMENTO STRATEGIE DI MANUTENZIONE [FONTE: WWW.DIACS.IT – EVOLUZIONE DELLA MANUTENZIONE]

Finora si è parlato degli aspetti generali riguardanti la manutenzione degli ambienti edilizi. La sua importanza è dovuta a molteplici fattori, tra cui la sicurezza, il corretto svolgimento delle attività previste e la minimizzazione dei costi. Le problematiche riscontrabili nelle politiche manutentive non sono tanto dovute all'esigenza di un incremento degli interventi; quanto alla necessità di una più razionale programmazione e gestione degli interventi stessi. La mancanza di sensibilità nei confronti di un'ottimizzazione della pianificazione nasce fundamentalmente dalla mancanza di consapevolezza nei confronti dei vantaggi ottenibili con i diversi modi di investimento nella manutenzione

Detto ciò, è importante sottolineare come esistano diverse strategie manutentive. La norma UNI 10147 riconosce i seguenti tipi di manutenzione:

3.1.1 Manutenzione autonoma

Rientrano nella categoria della manutenzione autonoma tutte quelle attività eseguite dal manutentore come la pulizia o le piccole regolazioni. Si tratta dunque di semplici ispezioni i cui esiti devono essere registrati su appositi cartellini applicati direttamente sugli asset stessi (un esempio possono essere i presidi antincendio all'interno di una facility). Per conservare uno storico sempre aggiornato e facilmente consultabile di queste attività è buona norma quella di digitalizzare gli esiti

di queste ispezioni. Una soluzione per la gestione di queste tipologie di dati potrebbe essere l'utilizzo di un software di manutenzione CMMS.

3.1.2 Manutenzione Preventiva

Le politiche di manutenzione preventiva consistono in una serie di attività manutentive che permettono di rallentare il processo di degradazione di un asset, un macchinario o di un impianto. Spesso chiamata anche manutenzione programmata, questo tipo di operazioni sono alla base di più moderne tecniche manutentive e si prefiggono l'obiettivo principale di ridurre il numero di guasti improvvisi e fermi macchina inaspettati attraverso attività di prevenzione.

Questa è uno dei tipi di manutenzione più comunemente usati all'interno delle aziende e a sua volta può essere suddivisa in 3 sottocategorie:

1. manutenzione su condizione
2. manutenzione periodica (manutenzione preventiva ciclica)
3. manutenzione predittiva

Dove manutenzione su condizione è una politica di manutenzione che si basa sulla lettura di contatori o sul monitoraggio di specifiche metriche prestabilite. La manutenzione preventiva periodica (o anche manutenzione ciclica) è un particolare tipo di manutenzione che si basa su cicli di utilizzo predeterminati. La manutenzione ciclica è un tipo di manutenzione programmata, ovvero eseguita in accordo con un piano di manutenzione stabilito su base temporale. In questo caso, dunque, il fattore determinante è il tempo. Infine, troviamo la manutenzione predittiva, che è, in ordine di tempo, l'ultima sviluppatasi e nasce come conseguenza del progresso tecnologico raggiunto negli ultimi anni. La manutenzione predittiva è dunque un particolare tipo di manutenzione preventiva effettuata a seguito dell'individuazione e della misurazione di uno o più parametri attraverso sensori applicati agli asset o agli impianti. Questa strategia è utilizzabile dal momento che si dispone di un software specifico (che potrebbe essere un software CMMS o IWMS). A seguito dell'estrapolazione dei parametri e dell'elaborazione dei dati acquisiti, il software è in grado di costruire modelli appropriati del tempo che intercorre dalla misurazione al verificarsi di un guasto.

3.1.3 Manutenzione a guasto (correttiva)

La manutenzione correttiva, conosciuta anche come manutenzione a guasto o in inglese “run-to-failure”, è un tipo di manutenzione reattiva. È anche la modalità più semplice e antiquata di gestione degli asset che consiste nell’intervenire su un impianto o su un macchinario soltanto dopo che si è verificato un guasto. In generale possiamo sostenere che altre politiche di manutenzione sono generalmente preferibili alla manutenzione correttiva, come per esempio le manutenzioni preventive e programmate.

3.1.4 Manutenzione migliorativa

Mentre tutti i tipi di manutenzione finora descritti si propongono di intervenire per rimediare ad un guasto o, nel migliore dei casi, per prevenirlo, una politica di manutenzione migliorativa ha l’obiettivo di accrescere il valore di un bene o di un impianto. Si tratta dunque di una tecnica di manutenzione che può portare ingenti benefici anche a livello di sicurezza aziendale. La manutenzione migliorativa è spesso chiamata anche manutenzione proattiva, proprio perché non è generata dal rilevamento di un guasto ma è invece un’operazione spontanea del manutentore che tende al miglioramento dell’asset.

A scopo riassuntivo, viene proposto il seguente schema relativo alle politiche di manutenzione appena elencate:

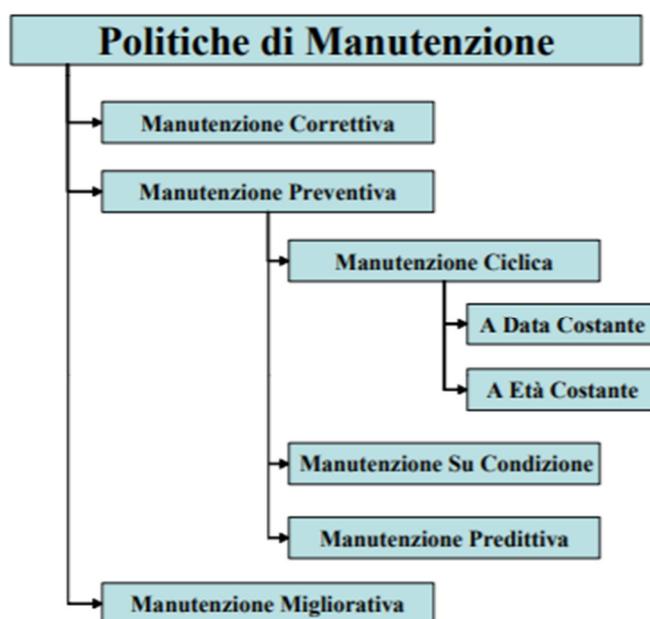


FIGURA 22 SCHEMA DELLE POLITICHE DI MANUTENZIONE [FONTE: WWW.EASYLEAN.IT]

In termini generali, non è facile stabilire quale sia la miglior strategia manutentiva possibile. Questa dipende da diversi fattori; in particolare alla funzione dell'edificio, agli obiettivi da raggiungere, (nel caso di un'azienda al core business) e non ultimo al costo che può essere sopportato. Una politica di manutenzione preventiva è senz'altro auspicabile nel caso in cui ci si trovi a gestire impianti molto costosi e complessi, in cui un semplice componente può produrre fermi macchina inaspettati e pregiudicare la produzione. Al contrario, quando ci si trova a gestire asset di poco valore, con cicli di vita brevi, o impianti molto semplici con componenti che non ne pregiudicano l'utilizzo, una strategia preventiva potrebbe portare soltanto ad un aumento della spesa senza che i suoi benefici riescano a farsi palesi e tangibili.

I COSTI DELLA MANUTENZIONE



FIGURA 23 COSTI DELLA MANUTENZIONE PREVENTIVA E CORRETTIVA [FONTE: WWW.MAINSIM.COM]

Dalla figura si intuisce come un eccesso di prevenzione porti alla levitazione dei costi totali della manutenzione, con conseguenze negative sul budget previsto. Al contrario, quando queste azioni non vengono svolte con sufficiente frequenza, il ricorso maggiore a interventi correttivi avrà ricadute pesanti sul costo totale. Per questi motivi, la strategia migliore da scegliere è molto spesso un ibrido tra i due, adattando le proprie politiche al tipo di asset in questione e portandole avanti entrambe in parallelo. Il grafico è stato ottenuto dai produttori di Mainsim (software per la gestione dell'attività facility CMMS), per mostrare i benefici di una strategia di manutenzione ben strutturata.

La manutenzione degli edifici

Possiamo vedere questa considerazione come la base per la cosiddetta Manutenzione Produttiva (TPM: acronimo inglese “Total Productive Maintenance”). Il TPM, nonostante non rappresenti una vera e propria tipologia manutentiva, si propone di utilizzare tutti questi tipi di manutenzione finora descritti e indicati nella norma UNI 10147 con l’obiettivo di ottenere un miglioramento continuo dei sistemi. Secondo la norma UNI si può definire come l’insieme di azioni volte alla prevenzione, al miglioramento continuo e al trasferimento di funzioni elementari di manutenzione al conduttore dell’entità, avvalendosi del rilevamento di dati e della diagnostica sull’entità da mantenere. In definitiva, possiamo considerare questa politica manutentiva come il passaggio fondamentale per considerare la manutenzione come una parte integrante della produzione aziendale, piuttosto che come una sua funzione accessoria.

3.2 Piano di manutenzione

Il Piano di manutenzione dell’opera è un documento obbligatorio del progetto esecutivo. Viene definito per quanto riguarda le opere pubbliche all’interno dell’Art. 38, D.P.R. 207/2010. Per le opere private è invece previsto per la parte strutturale e se ne parla nelle “Norme tecniche delle costruzioni” del 2018 (NTC 2018). Il piano di manutenzione deve essere redatto tenendo conto dell’opera effettivamente realizzata allo scopo di garantire nel tempo il mantenimento delle caratteristiche di qualità e di efficienza. La normativa richiede che vengano individuati i requisiti e le prestazioni del manufatto in corso di progettazione affinché tali caratteristiche possano essere stimate e garantite. Parlando invece dei contenuti, un piano di Manutenzione è costituito generalmente da tre documenti operativi: Manuale d’uso, manuale di manutenzione e programma di manutenzione. Bisogna anche sottolineare un ulteriore aspetto, la cui importanza è stata sottolineata negli ultimi anni da diversi decreti, ovvero il rispetto dei Criteri Ambientali Minimi (CAM – *dm 11 gennaio 2017*).

- Il manuale d’uso è la sezione che riporta le informazioni sulle modalità di fruizione e conservazione del bene e sulle procedure da adottare per riconoscere fenomeni di deterioramento anomalo del bene.

Gestione dei controlli di manutenzione tramite sistemi e modelli informativi

- Il manuale di manutenzione è il documento dove vengono indicati, per ogni Elemento Mantenibile, le anomalie riscontrabili, gli schemi e le rappresentazioni grafiche, il livello minimo delle prestazioni e le descrizioni delle risorse necessarie per l'intervento manutentivo.

Dunque, è possibile riassumere l'obiettivo di un manuale di manutenzione come un documento che fa da strumento di supporto all'esecuzione delle attività di manutenzione programmata, ed è essenzialmente finalizzato a fornire le informazioni occorrenti a rendere razionale, economica ed efficiente, la manutenzione dei beni edilizi.

- Il programma di manutenzione, infine, viene articolato secondo il cosiddetto sottoprogramma delle prestazioni fornite dall'opera e da ogni suo elemento durante il ciclo di vita, catalogate per classe di requisito; il sottoprogramma dei controlli (utile a rilevare il livello prestazionale durante la vita del bene e ad individuare l'andamento della caduta delle prestazioni) e il sottoprogramma degli interventi di manutenzione (che rileva l'ordine temporale delle lavorazioni e raccoglie le informazioni per una corretta conservazione del bene).

Ricapitolando, si articola generalmente nei tre seguenti "sottoprogrammi":

1. Sottoprogramma delle prestazioni, che consente di identificare per ogni classe di requisito le prestazioni fornite dall'opera e dalle sue parti;
2. Sottoprogramma dei controlli, tramite il quale sono definiti, per ogni elemento mantenibile del sistema edilizio, i controlli e le verifiche al fine di rilevare il livello prestazionale dei requisiti e prevenire le anomalie che possono insorgere durante il ciclo di vita dell'opera;
3. Sottoprogramma degli interventi, che riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione da eseguirsi nel corso del ciclo di vita utile dell'opera.

In precedenza, è già stato detto come un progetto strutturale esecutivo, debba obbligatoriamente comprendere il "piano di manutenzione della parte strutturale dell'opera". Dal 1° luglio 2009 il progettista deve quindi farsi carico, per tutte le opere pubbliche e private, di redigere questo

La manutenzione degli edifici

ulteriore elaborato. Il piano di manutenzione della parte strutturale dell'opera ricalca fedelmente la struttura del Piano di manutenzione dell'opera, previsto per le opere pubbliche dall'art. 40 del DPR 554/1999; differisce da questo elaborato perché relativo ai soli elementi strutturali (e non a tutti come nel caso precedente) e perché è obbligatorio anche per le opere private. Non sono previste particolari restrizioni per la redazione del Piano di Manutenzione. Tutti i progettisti possono redigere il Piano di Manutenzione (ingegneri, architetti, geometri). La responsabilità di scegliere la strategia di manutenzione per ogni parte dell'opera, viene lasciata al committente, o nel caso sia presente come figura, al Facility Manager. Quindi, a seconda delle necessità, questa figura sceglierà ad esempio se dotarsi di contratti di manutenzione per le varie tipologie d'opera (inclusi quelli obbligatori, per legge) o se provvedere di volta in volta a individuare ditte specializzate per le verifiche e le eventuali manutenzioni.

3.3 Soluzioni software per il piano manutenzione

Come in altri contesti analizzati, la rivoluzione digitale porta anche nell'elaborazione dei piani di manutenzione una ulteriore strada percorribile, diversa dalle metodologie tradizionali. Questa si basa ancora una volta sull'utilizzo di modelli digitali e informativi come punto di partenza. Come è facile immaginare, anche in questo caso l'integrazione con la metodologia BIM porta a grandi vantaggi organizzativi e di affidabilità, dal momento che i software in questione costruiscono l'elaborato a partire direttamente dal modello (quindi dalle informazioni contenute negli elaborati esecutivi progettati).

In Italia, il software di questo tipo più utilizzato dai tecnici e dai professionisti è il software ManTus rilasciato da ACCA. ManTus è una soluzione digitale che presenta tutti i vantaggi prima elencati, a cui va aggiunta la possibilità di dialogare con altri software di authoring BIM (e non solo Edificius, il programma per la progettazione in BIM rilasciato da ACCA), in formato di scambio IFC. Un altro grande vantaggio che si può sfruttare nell'utilizzo di software specifici per la manutenzione è la presenza interna di un archivio. Nello specifico ManTus è dotato di un archivio interno, che conta più di 300 Unità tecnologiche e 5000 Elementi manutenibili, le cui informazioni vengono utilizzate per generare (anche in automatico) il Manuale d'uso e il Manuale di manutenzione degli elementi del modello che sono stati inseriti nel programma.

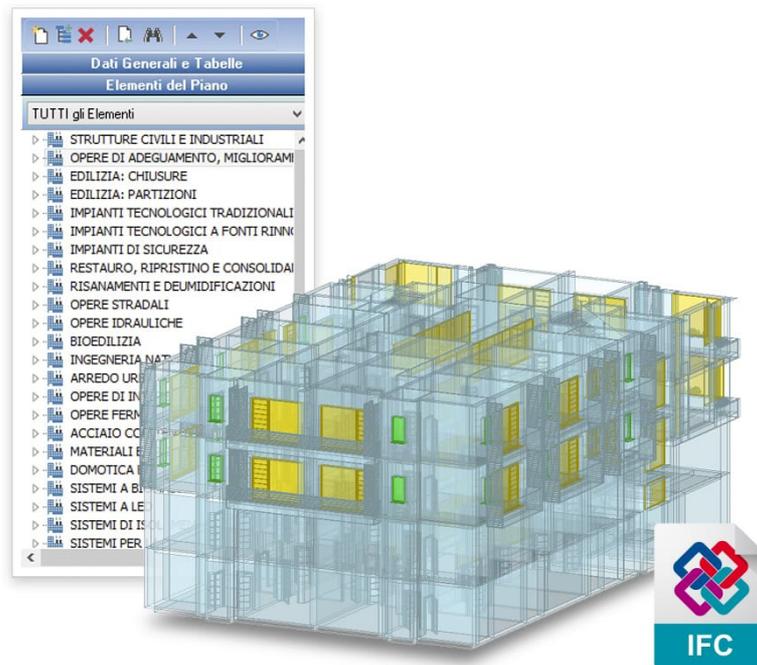


FIGURA 24 INTERFACCIA E ARCHIVIO DI MANTUS [FONTE: WWW.ACCA.IT – SOFTWARE]

Un aspetto interessante vede anche l'utilizzo del programma come strumento unico per redigere il piano di manutenzione nella sua totalità; ovvero considerando tutte le discipline sottoposte a manutenzione; dallo strutturale agli impianti. Le limitazioni, in questo senso, possono essere dovute alla libreria di elementi interna, che per quanto ampia, non può comprendere tutte le casistiche di elementi. Per questo le software house, (come in questo caso ACCA) creano appositi plug in o interi programmi più specifici per ogni disciplina. Un esempio è ManTus NTC, il software ACCA per la redazione del "Piano di Manutenzione della Parte Strutturale dell'Opera" previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018). Come già detto, le differenze si limitano all'archivio: il primo contiene dispone di un archivio di elementi manutenibili specifico per le strutture; dal punto di vista delle funzionalità non esiste alcuna differenza tra le due versioni del programma. Un altro utile plug in che in un certo senso, entra ancor meglio nel procedimento BIM è ManTus-IFC. Questo il plug-in di ManTus consente di visualizzare i file IFC dei modelli virtuali 3D dei principali software di BIM authoring, con tutte le informazioni utili per la redazione del piano di manutenzione, senza necessità di utilizzare nessun altro software o visualizzatore esterno. Consente poi di modificare direttamente sul modello 3D della costruzione tutti i dati di manutenzione: come le modalità di fruizione e conservazione del bene, le anomalie riscontrabili ecc.

Potendo redigere il Piano di Manutenzione direttamente dai modelli BIM (in formato IFC) durante la fase di progettazione della costruzione il tecnico può già definire in tempo reale gli impegni

La manutenzione degli edifici

manutentivi delle diverse ipotesi progettuali, coadiuvare i progettisti nelle scelte progettuali alla ricerca delle migliori performance di manutenzione quando la costruzione sarà realizzata e verificare il rispetto dei livelli prestazionali ambientali dichiarati in fase di gara.

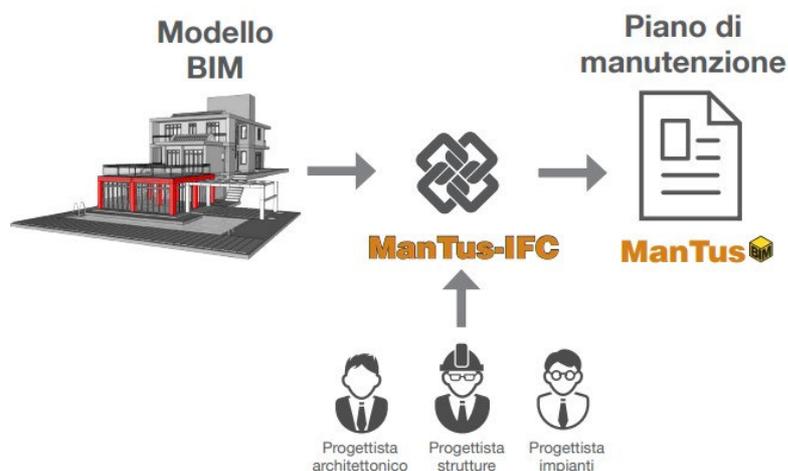


FIGURA 25 PASSAGGIO DAL MODELLO AL PIANO DI MANUTENZIONE ATTRAVERSO MANTUS IFC [FONTE: WWW.ACCA.IT – SOFTWARE]

Tutti questi sviluppi negli strumenti mostrano che anche nella manutenzione, come in altri ambiti legati all'edilizia, le case che producono software si stanno impegnando per il passaggio digitale, per un lavoro integrato e di gestione delle informazioni. Dopotutto, 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 nel 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.

Soprattutto l'ultimo passaggio analizzato (di ManTus IFC) entra nell'ottica di gestione del processo manutentivo attraverso modelli informativi. Come è stato anticipato, la presente tesi non si occuperà di sviluppare piani di manutenzione, ma bensì della gestione dei controlli attraverso modelli digitali, che potrebbe essere inteso come il passaggio immediatamente successivo. Verranno quindi in seguito presentate soluzioni di software e applicazioni che cercano di ricalcare la logica del processo eseguito da ManTus IFC, finalizzati però alla gestione degli interventi.

4. STANDARDIZZAZIONE DELLE PROCEDURE DI MANUTENZIONE

La standardizzazione delle procedure di manutenzione è uno dei modi più immediati ed efficaci per diminuire il costo della manutenzione e allo stesso tempo migliorarne l'efficacia. La mancanza di procedure standard condivise all'interno di un'azienda può generare lacune, rischi e irregolarità durante gli interventi di manutenzione, traducendosi in un abbassamento della qualità del lavoro, in una riduzione del ciclo di vita degli assets o nel caso peggiore, provocare infortuni ai lavoratori o ai civili. Per questo motivo sempre più aziende, specialmente le medio-grandi, si affidano a software specifici come integrazione alle attività previste nel Facility Management. Sono infatti numerose le aziende che negli ultimi anni hanno deciso di passare da una gestione delle attività "tradizionale" ad una in forma digitalizzata, affidandosi ad un software per ottenere il controllo delle proprie operazioni. Tra queste si ritrova ovviamente la manutenzione, vista in questo caso come gestione del processo manutentivo. Una volta stabilito l'obiettivo (e il budget), bisogna passare alla scelta del software; che è a tutti gli effetti un passaggio fondamentale e delicato. Questo per via della grande scelta nelle tipologie di software disponibili sul mercato, sia in termini di funzionalità, che di obiettivi. Tra queste tipologie troviamo i software IWMS, CMMS, CAFM e EAM. Uno degli scopi della tesi è fare chiarezza su queste tipologie di software manutentivi, in modo tale da chiarire quale sarebbe la scelta più appropriata a seconda delle casistiche; non solo per quella che sarà presa in esame nei capitoli successivi, ma in generale per tutti i casi di gestione delle manutenzioni.

4.1 Tipologie di software e sistemi per la gestione dell'ambiente lavorativo (descrizione e confronto tra CAFM, CMMS, IWMS, EAM)



FIGURA 26 [FONTE: WWW.FACILITYLEADERSHIP.COM]

In questo paragrafo, come anticipato, si andranno ad analizzare i software utili al Facility Manager per la gestione dei processi di manutenzione. In primo luogo, vediamo la funzionalità dei due principali sistemi di gestione dell'ambiente lavorativo e della struttura in generale, così come vengono presentati dai produttori: il IWMS e il CMMS.

Il Computerized Maintenance Management System (CMMS) è un software in grado di contenere tutte le informazioni di manutenzione: dall'anagrafica tecnica alle schede degli asset, passando per i piani di manutenzione, le richieste di intervento tecnico e gli ordini di lavoro. Consente inoltre di gestire tutta la documentazione, la cronologia degli interventi e i rapportini di lavoro, i pezzi di ricambio presenti in magazzino, oltre naturalmente ai tecnici e fornitori.

Integrated Workplace Management System (IWMS) è una piattaforma software che aiuta le organizzazioni a ottimizzare l'uso delle risorse sul posto di lavoro, inclusa la gestione del portafoglio immobiliare, delle infrastrutture e delle strutture di un'azienda.

Detto ciò, in seguito viene riportato un elenco dei possibili utilizzi dei software prima menzionati, in modo tale da poter dare un'idea concreta delle loro funzioni e potenzialità.

- **IWMS:** È un sistema integrato di gestione del posto di lavoro e un metodo per gestire le strutture nella loro totalità. Comprende diversi strumenti, atti alla gestione del portafoglio

immobiliare, alla creazione di planimetrie, alla manutenzione. È lo strumento più inclusivo nell'arsenale di un facility manager.

- **CMMS:** È un sistema di gestione della manutenzione computerizzato che si concentra esclusivamente sulla gestione delle richieste di manutenzione degli edifici (comprendenti sia strutture che impianti). Se ad esempio una lampadina è bruciata o c'è un ambiente che deve essere ripulito, questo sistema coordina tutto, dall'emissione dei biglietti alla delega delle attività e all'invio.
- **CAFM:** È una piattaforma di gestione delle strutture assistite da computer (Computer Aided Facility Management). Si concentra sul luogo di lavoro fisico e su tutto ciò che contiene. Questo software gestisce la creazione di planimetrie, l'utilizzo dello spazio e altro ancora. Si tratta di utilizzare lo spazio in modo efficiente per accogliere i lavoratori e facilitarli nello svolgimento delle loro mansioni.
- **EAM:** I sistemi di Enterprise Asset Management si concentrano sulla gestione delle risorse, così come suggerisce il nome. Ciò significa ad esempio sapere quanti computer e workstation sono presenti, dove si trovano le fotocopiatrici, ecc. Aiutano anche a mantenere questi aspetti sotto controllo per la manutenzione, gli aggiornamenti e la contabilità.

Per fornire una maggior chiarezza delle funzionalità, verranno ora confrontate le soluzioni a due a due, per poter apprezzare quelle che sono le differenze e le soluzioni proposte nei diversi ambiti.

IWMS vs CMMS

La scelta tra una piattaforma IWMS e una soluzione CMMS dipende dalle necessità. Nello specifico, le esigenze di manutenzione della struttura e di chi le gestisce. Se il ruolo di Facility Manager prevede l'invio di ticket di supporto ai dipendenti e il loro passaggio alla manutenzione e ad altri reparti, un IWMS è la strada migliore da percorrere. Questa soluzione includerà le richieste di manutenzione insieme ad altri aspetti della gestione delle strutture. Un IWMS consente ai gestori delle strutture di supervisionare la manutenzione in modo più efficiente. Può anche fornire informazioni sui problemi comuni e sui costi per risolverli. D'altra parte, se i ticket di supporto vengono inviati direttamente alla manutenzione o a un responsabile dell'ufficio, un CMMS potrebbe essere la scelta più opportuna. L'obiettivo unico di un CMMS, la gestione della manutenzione, lo rende un buon investimento per l'uso dipartimentale. Se non vi è necessità di gestione di altri aspetti delle strutture, un CMMS è l'approccio migliore.

IWMS vs CAFM

Un sistema IWMS e un software CAFM non sono molto separati quando si tratta di gestione delle strutture fisiche. Una piattaforma CAFM fornisce risorse quotidiane per gestire correttamente il posto di lavoro. Laddove spesso le piattaforme CAFM mancano è nella loro capacità di fornire approfondimenti oltre la gestione dell'ufficio. Se si ha bisogno di dati che coprono più sedi o un intero portafoglio immobiliare, un IWMS è la soluzione migliore. Allo stesso modo, per gestire un ambiente più agile, una soluzione IWMS avrà strumenti critici non disponibili. La differenza tra questi due programmi non è tanto come vengono utilizzati quanto su quale scala vengono utilizzati. Certo, più grande è l'azienda e maggiore è la supervisione richiesta dallo spazio, più attraente diventa un IWMS. Un modo semplice per distinguere IWMS da CAFM consiste nell'osservarlo da un approccio attuabile. CAFM offre principalmente strumenti amministrativi; IWMS offre risorse distribuibili.

EAM vs CMMS

Per la scelta tra questi software bisogna interrogarsi non tanto sull'utilizzo che bisogna farne, quanto sulla necessità di considerare l'ambiente lavorativo come l'edificio stesso o piuttosto come gli oggetti in esso contenuto. Per garantire che l'edificio stesso venga riparato e mantenuto correttamente, non c'è dubbio che un approccio CMMS sia la strada da percorrere. Questi sistemi sono impostati per soddisfare le esigenze quotidiane delle strutture, che si tratti di rifornire le forniture del bagno, riparare un sensore di movimento o aggiustare una perdita. Per le risorse del lavoro, come computer, fotocopiatrici, elettronica, EAM è il capofila. Questi sistemi non sono così dettagliati sul supporto quotidiano in quanto gestiscono le risorse per la loro durata. Ciò include valutarli a fini contabili, mantenendoli anche su un programma di manutenzione adeguato e monitorando il loro utilizzo e posizione. Sebbene entrambi i sistemi si occupino di componenti tangibili dell'ambiente di lavoro, il modo in cui sono progettati e su cosa si concentrano sono diversi.

L'immagine seguente vuole riassumere i concetti appena espressi, mostrando le aree di influenza dei diversi software e come si intersecano:



FIGURA 27 SOFTWARE PER LA GESTIONE DELL'EDIFICIO E DELL'AMBIENTE LAVORATIVO [FONTE: WWW.FACILITYFORCE.COM]

Dall'immagine emerge anche l'esistenza di un'ulteriore tipologia di software, la Facility Resource Planning. Questa tipologia di soluzione è ancora in fase di sviluppo e non è ancora utilizzata in Italia, tuttavia, vuole imporsi un domani come il futuro dei software indirizzati al Facility Management. In particolare, si punta ad unificare le diverse mansioni dei software CMMS, CAFM, EAM, EM in un'unica piattaforma (in modo simile a un IWMS), in modo da eliminare gli approcci isolati e gestire in modo innovativo il ciclo vita dell'edificio.

4.2 Integrazione di modelli Bim con software per la manutenzione

Dalle analisi che sono state effettuate, si può asserire che un software CMMS sia la soluzione più congeniale, nel caso in cui l'unico aspetto della struttura da gestire sia la manutenzione. Ancor più nel caso in cui bisogna gestire un'unica sede o l'edificio sia di modeste dimensioni. Questo può essere considerato come il punto in cui gli argomenti fin ora trattati nella tesi convergono. Dal momento che l'attività manutentiva, propria del Facility Management, viene applicata tramite un'integrazione tra la metodologia BIM e un software specifico per la manutenzione. Infatti, è facile capire che un aspetto innovativo importante, se non fondamentale di questa strategia di

Standardizzazione delle procedure di manutenzione

manutenzione è proprio il collegamento del software di gestione con un modello informativo. L'integrazione tra CMMS (ad esempio) e il BIM permette di interagire direttamente con gli asset attraverso la loro copia digitale (il modello), visualizzare le informazioni necessarie, creare database interni, aprire ordini di lavoro sugli oggetti, visualizzare lo storico dell'asset e molte altre importanti applicazioni che nascono da questa fusione. Un altro aspetto da non sottovalutare nell'utilizzo di software per la manutenzione è la gestione dello spazio, che sia riferito a diversi edifici, o alla divisione spaziale in un solo elemento architettonico. In particolare, la possibilità di suddividere le attività (nonché i database stessi) sulla base di aree e locali personalizzabili all'interno dell'immobile, permette di ottenere una gestione migliore delle attività stesse e una strategia manutentiva più mirata.

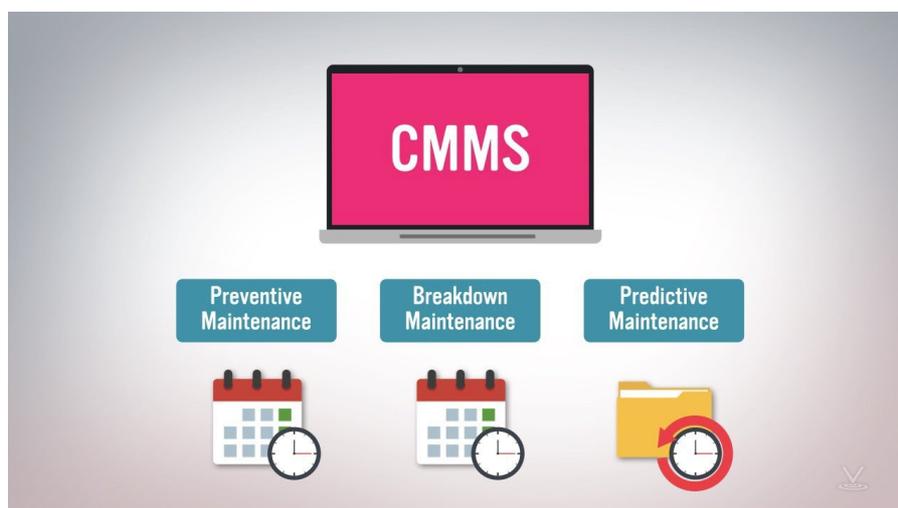


FIGURA 28 STRATEGIE DI MANUTENZIONE LEGATE A SOFTWARE CMMS [FONTE: [HTTP://BIT.LY/2LFE050](http://bit.ly/2lfe050)]

Facendo un passo indietro e ricordando l'importanza della condivisione dei dati delle diverse discipline quando si ha a che fare con un flusso di lavoro coordinato, è facile intuire come nel Facility Management (e quindi nei software ad esso dedicato) lo scambio di dati sia un passaggio delicato. Spesso questo aspetto rappresenta una delle principali criticità nelle strategie adottate, a causa della mancanza o ridondanza di informazioni. Nel tentativo di coordinare il flusso di informazioni concentrando maggiore attenzione sul contenuto e non sul formato digitale, un'iniziativa militare dell'esercito americano nel 2007 ha dato origine al linguaggio COBie. Questo linguaggio è stato teorizzato per evitare i problemi derivanti dai diversi formati, ipotizzando invece un'informazione che esiste al di fuori del modello digitale geometrico.

4.3 Standard COBie per il FM

L'interoperabilità tra un modello BIM e il Facility Management è strettamente legato al linguaggio COBie (acronico di Construction Operations Building Information Exchange), specifica originaria degli Stati Uniti relativa alle informazioni sugli asset. Ma di cosa si tratta esattamente? Il COBie è uno standard internazionale che garantisce le informazioni necessarie per gestire il manufatto durante il suo intero ciclo di vita, in termini di completezza e interoperabilità con i software di gestione. La varietà ed eterogeneità delle informazioni relative alle diverse attività di gestione rende l'interoperabilità un tema centrale per l'integrazione tra Bim e Facility Management. Per facilitare queste operazioni è stato sviluppato lo standard COBie (il cui uso è obbligatorio nei paesi anglosassoni), strumento utilizzato per consentire l'integrazione nel processo Bim di informazioni essenziali per le attività di gestione e manutenzione degli immobili. Consentire l'integrazione dei dati, spesso provenienti da fonti differenti, all'interno delle piattaforme software per il Facility Management è esattamente il compito di questo standard di scambio dati; il cui funzionamento è molto semplice, dal momento che sostanzialmente, è un foglio di calcolo in formato .xml aperto, caratterizzato da una specifica strutturazione e modificabile in ogni sua parte. Il COBie è anche definibile come un "IFC Model View Definition" (MVD) approvato da buildingSMART International, ovvero un sottoinsieme di IFC (come da ISO 16739:2013) che seleziona solo le informazioni necessarie al Facility Management.

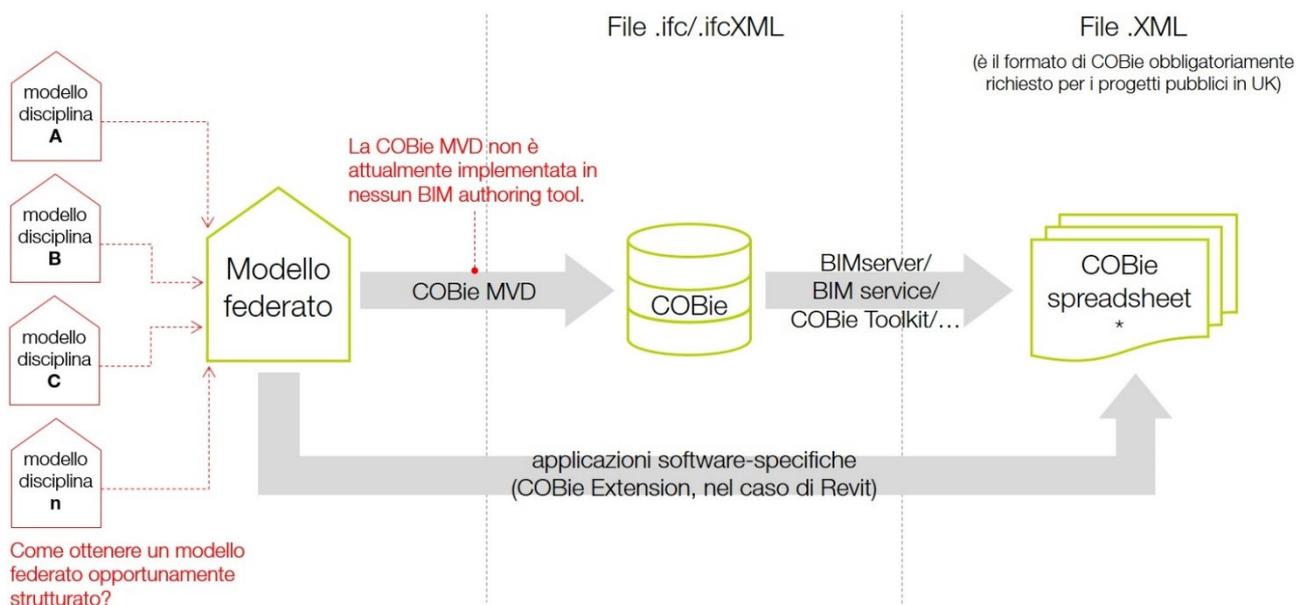


FIGURA 29 CREAZIONE DI SPREADSHEET TRAMITE LO STANDARD COBIE [FONTE: WWW.BIS-LAB.EU]

Standardizzazione delle procedure di manutenzione

L'utilizzo del formato COBie, in sintesi, consente la condivisione di tutte le informazioni utili al management dell'immobile, mantenendo tutte le reciproche correlazioni grazie alla strutturazione stessa del foglio di calcolo. Il processo risulta semplice, dal momento che è chiaro quali dati dal modello BIM devono essere fatti confluire in quali campi del formato COBie. Questi dati (in formato COBie) rivestono un'importante applicazione, in quanto contribuiscono a ottimizzare le attività proprie del Facility Management, tra cui la pianificazione delle risorse finanziarie e la gestione degli interventi. Modificare la gestione dei dati progettuali, in corso d'opera, diventa così molto più semplice, dal momento che basta modificare le righe del foglio di calcolo e l'intero progetto è revisionato, grazie alla bidirezionalità del processo. Anche i software BIM Authoring stanno riconoscendo l'importanza dello standard COBie, integrandolo all'interno dei loro software applicativi o tramite plug in, per la creazione dei fogli di calcolo. Ciò è inevitabile se si pensa che nel Regno Unito, a partire dal 1° gennaio 2016, ha introdotto l'obbligo dell'uso dello standard per l'edilizia pubblica. Nel software Autodesk Revit, per esempio, è scaricabile il plug in gratuito "BIM interoperability tools". All'interno del quale troviamo in particolare tre estensioni, "Classification Manager", "Model Checker" e "COBie extension". 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 dello standard COBie e successiva generazione (COBie extension)

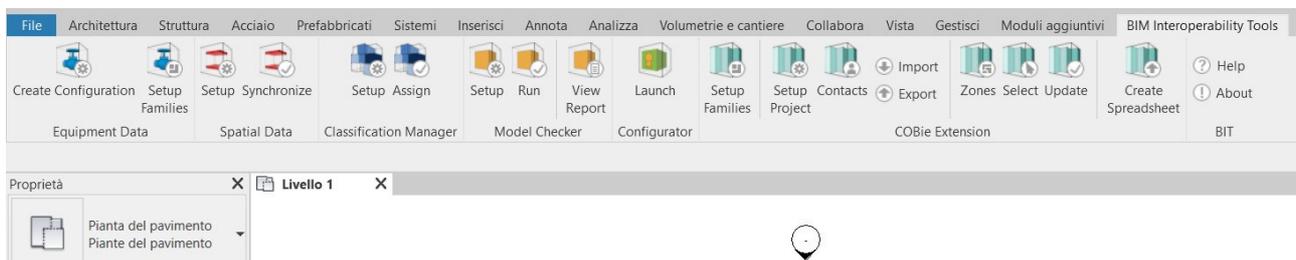


FIGURA 30 SCREEN DELLE FUNZIONI DI "BIM INTEROPERABILITY TOOLS" ESTRATTO DA AUTODESK REVIT 2021 [FONTE: PERSONALE]

Si è quindi visto come l'applicazione di questo standard possa essere decisivo per semplificare le operazioni di interoperabilità tra le discipline interessate alla facility. Ovviamente la manutenzione e i suoi processi di gestione non fanno eccezione. Nel processo edilizio tradizionale il mezzo di comunicazione tra la fase di realizzazione e quella di manutenzione è rappresentato da faldoni

cartacei o file persi in cartelle contenute in altre cartelle. Utilizzare il COBie come veicolo informativo tra la costruzione e la gestione di un'opera, vuol dire, come è stato specificato a più riprese, rendere interoperabile il Facility Management con il modello BIM.

4.4 Confronto tra i software

Come anticipato, le piattaforme che si andranno ad analizzare sono soluzioni rilasciate da diverse software house e hanno come fine ultimo la gestione completa degli interventi di manutenzione. Per completezza se ne valuteranno di diverse tipologie (tra quelle descritte in precedenza); inclusi software CMMS e piattaforme IWMS. Essendo le soluzioni analizzate dei software a pagamento, (generalmente con prove gratuite), ci si aspetta che rappresentino delle soluzioni complete ed integrate in un'unica piattaforma alle problematiche operative e di gestione che sono state individuate. In particolar modo ci si aspetta che la funzionalità e la completezza di risorse, in questi casi, siano superiori alle soluzioni (che verranno trattate in seguito nel caso studio) che utilizzano invece software ad uso gratuito, plug in e integrazioni di diversi programmi.

Essendo la gestione dei controlli delle manutenzioni la tematica principale della presente trattazione, nei software analizzati verranno valutate le applicazioni utili a quest'attività. Non verranno quindi analizzate ulteriori skills relative, ad esempio, alla gestione del patrimonio immobiliare o organizzazione dello spazio lavorativo.

Le caratteristiche minime che sono state ricercate all'interno dei software per il Facility Management sono i seguenti:

- Collegamento bidirezionale con il modello BIM;
- Pianificazione della manutenzione preventiva sull'asset. Organizzazione di un calendario digitale e delle eventuali scadenze;
- Gestione interna degli interventi, del personale e dei fornitori;
- Possibilità di creare report personalizzati sui risultati dei controlli;
- Gestione del magazzino, dei pezzi di ricambio e dei costi generali;
- Consultazione da remoto, Online o Offline;
- Integrazione con un sistema mobile (PC, smartphone, tablet);
- Creazione di un database interno e di uno storico degli interventi

Standardizzazione delle procedure di manutenzione

Quando si parla di pianificazione degli interventi di manutenzione, verranno considerate 3 fasi distinte, che nel particolare sono:

1. Costruzione di un'anagrafica tecnica degli asset insieme alla relativa documentazione (manuali e schede di manutenzione, libretti d'uso ecc.);
2. Programmazione della manutenzione e registro degli interventi (Apportati su calendario elettronico condiviso);
3. Analisi delle performance (inclusi registrazione e analisi dei dati raccolti);

Una volta studiati i software verrà elaborata una tabella riassuntiva delle funzionalità prima elencate, in modo da facilitarne il confronto. In particolare, sarà composta da una colonna in cui vengono riportate le funzioni volute e una colonna in cui si espongono i risultati trovati. Nella colonna "risultato" viene indicato se la funzione voluta è disponibile, (viene indicato semplicemente come Sì O NO) o nel caso sia argomentabile, con un giudizio basato sulle ricerche effettuate. In quest'ultimo caso viene indicato se la funzionalità, oltre ad essere presente, ha una "qualità" di utilizzo Insufficiente, Sufficiente, Buona, Ottimale; per quello che è l'uso che deve essere fatto del programma.

4.4.1 ARCHIBUS (Software IWMS)

ARCHIBUS è un IWMS di nuova generazione ed è considerato uno dei leader mondiali per l'automazione dei processi di gestione del patrimonio immobiliare e infrastrutture. In particolare, ARCHIBUS è pensato per ridurre i costi relativi al facility management, migliorando la trasparenza dei processi e semplificandoli, controllando le spese di manutenzione prioritizzando gli interventi, ottimizzando la pianificazione della manodopera ed i costi di sostituzione. Questa è disponibile sia su piattaforma Web (ARCHIBUS Web Central) che su piattaforma Microsoft Windows . Il software può essere fornito anche nel cloud (SaaS). Inoltre, è presente la versione "Archibus Smart Client", un app installabile su dispositivi portatili. Essendo una piattaforma IWMS, fornisce una soluzione unica alle problematiche di gestione delle attività del Facility Manager. Queste includono la manutenzione, ma anche l'ottimizzazione dello spazio, il miglioramento delle prestazioni sul luogo di lavoro, la gestione del portafoglio, i rapporti con i fornitori ecc.

Le considerazioni che verranno fatte sul programma sono state per la maggior parte ottenute dal sito ufficiale di Archibus Smart Client (www.ARCHIBUS.net), che presenta una guida molto dettagliata sulle funzioni, la grafica, le applicazioni correlate e linee guida per l'utilizzo. Altre fonti

sono recensioni e esempi applicativi di utilizzo del software da parte di professionisti, o articoli di terze parti.

Partendo dal primo punto di confronto (tra quelli prima elencati), vediamo che l'interoperabilità tra il BIM e il software è uno dei cardini da cui è possibile sviluppare la gestione dell'attività tramite la piattaforma. A questa integrazione viene data grande importanza attraverso l'ARCHIBUS 3D Navigator, il quale integra i dati BIM per facilitare la gestione degli edifici progettati in 3D. Infatti, oggi, gran parte dei progettisti e costruttori utilizzano i modelli BIM per coordinare i lavori di costruzione più complessi. L'ultima versione di ARCHIBUS (aggiornata al 2022) permette di incorporare questi modelli nell'Enterprise Information Modeling (attraverso la ricezione dell'input COBie) per ottimizzare la gestione dell'intero ciclo di vita degli immobili, le operazioni di gestione, e la pianificazione strategica della manutenzione. Se lo si desidera, è possibile utilizzare i connettori ARCHIBUS per importare direttamente i dati COBIE. Tuttavia, se lo si preferisce, ARCHIBUS consente di condividere tutti i dati tra le persone interessate sul Web in un database coordinato centralmente. In termini di documenti e informazioni, in ARCHIBUS si lavora sugli stessi dati che si utilizzerebbero nello standard COBIE. Inoltre, un fornitore può apportare modifiche ai dati sotto il proprio controllo direttamente nel modulo Web. Se ad esempio un progettista volesse apportare delle modifiche agli oggetti, può farlo direttamente, senza bisogno di qualcuno che ridigiti manualmente i dati COBIE dal foglio di calcolo a un modello Revit. Si sottolinea che è comunque possibile esportare i dati COBIE da ARCHIBUS in qualsiasi momento. Tutti i dati sulle infrastrutture vengono memorizzati in un archivio centrale al quale possono accedere gli utenti autorizzati; che possono immettere, modificare e controllare i dati. Gli utenti possono visualizzare e modificare soltanto i dati corrispondenti al loro ruolo all'interno dell'azienda.

Con questo modello informativo aziendale (EIM), il software può fornire un quadro operativo comune che mostra agli stakeholder sia operativi che strategici i risultati delle loro azioni e l'impatto delle loro scelte.

Standardizzazione delle procedure di manutenzione

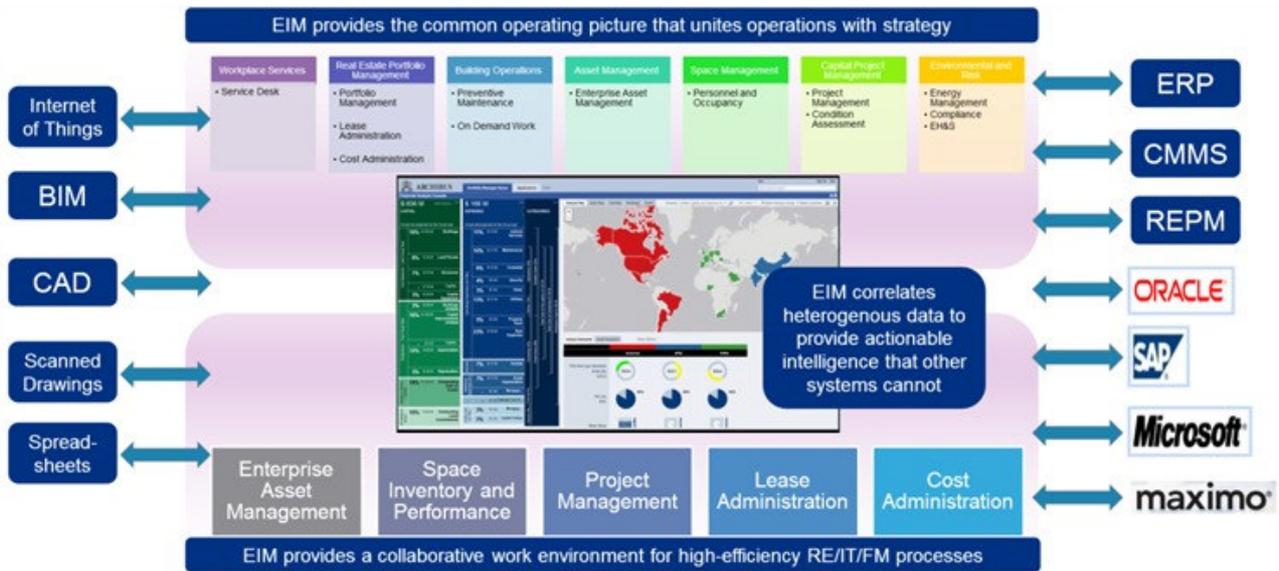


FIGURA 31 EIM CREATO ALL'INTERNO DI ARCHIBUS E BIDIREZIONALITÀ CON I PROGRAMMI ESTERNI E I MODELLI [FONTE: WWW.EFMNET.COM]

ARCHIBUS Enterprise Information Modeling correla quindi tutte le informazioni all'interno della sua suite completa di applicazioni per creare una visione olistica di un'impresa, fornendo un ambiente collaborativo che sincronizza le attività operative con gli obiettivi strategici per prestazioni aziendali ottimali. Passando alla gestione della manutenzione, all'interno di ARCHIBUS è possibile utilizzare l'applicazione "Manutenzione preventiva", che fornisce strumenti e report che consentono di definire e gestire un programma completo di manutenzione preventiva, eseguito ad intervalli regolari. È quindi possibile utilizzare questa applicazione per definire i compiti, quale: L'ispezione, la calibrazione, la regolazione, la pulitura, la lubrificazione e i ricambi; programmare tali processi ad intervalli adeguati a impedire eventuali guasti ed effettuare una corretta manutenzione. Una volta definito il programma, è possibile indicare al sistema di generare automaticamente gli ordini di lavoro per l'esecuzione dei compiti definiti. Il fine dell'automazione della manutenzione preventiva è quello di consentire alle organizzazioni di ridurre al minimo il rischio che attività critiche di manutenzione non vengano eseguite o che si verifichino errori. Tra i vantaggi di questa automatizzazione troviamo:

- Riduzione dei costi operativi;
- Automatizzazione della generazione di ordini di lavoro;
- Miglioramento dell'efficienza nei controlli, fornendo ai responsabili della manutenzione un'interfaccia intuitiva per la creazione e la programmazione del lavoro;
- Maggiore efficienza a livello di funzionamento delle apparecchiature;

Gestione dei controlli di manutenzione tramite sistemi e modelli informativi

- Bilanciamento del carico di lavoro per gli addetti incaricati;
- Ottenere una cronologia di manutenzione;
- Creazione automatica dello storico manutentivo;

Estensione smart client per Revit: “Extension for Revit” è un plug-in di Smart Client che può essere caricato in Revit. ARCHIBUS rende disponibile una barra multifunzione con comandi che utilizzano Web Services per collegare immediatamente il modello Revit al database aziendale ARCHIBUS. ARCHIBUS Smart-Client Extension per Revit consente le operazioni di modifica per il modello BIM (Building Information Model) e di pubblicazione dei grafici aziendali.

Extension per Revit:

- Supporta tutti gli elementi di gestione delle strutture nei modelli BIM, quali locali, aree, arredi, apparecchiature, dispositivi di rete, dispositivi di sicurezza e salvavita.
- Utilizza immediatamente i dati BIM per i processi correlati alle operazioni di gestione del ciclo di vita dell’asset.
- Si collega alle applicazioni ARCHIBUS per ottenere un aumento della produttività e dati precisi.
- Sincronizza bidirezionalmente il modello Revit e i dati aziendali. Per esempio, quando cambia il modello, (ampliando un'area o trascinando e rilasciando un'apparecchiatura in un nuovo locale), ARCHIBUS aggiorna automaticamente il database aziendale.

Il processo è bidirezionale. Queste funzionalità garantiscono che i dati del modello Revit siano rilevanti per la gestione del ciclo di vita della struttura. È interessante sottolineare come sia possibile utilizzare sempre l'estensione ARCHIBUS per Revit per accedere ad ARCHIBUS Web Central, senza dover condividere un file di parametri condivisi (qual ora presenti). Il programma ARCHIBUS stesso mantiene mappature standard e il programma ARCHIBUS creerà tutti i parametri necessari per la lettura dei dati contenuti nel modello. Quindi questi parametri associati agli oggetti verranno copiati in automatico all’interno del database di ARCHIBUS. Un altro importante aspetto è la presenza di comandi interni al software utili a risolvere eventuali problemi di sincronizzazione, che si possono verificare nel caso i modellatori BIM modifichino il modello di Revit senza ARCHIBUS collegato. Oppure modificando i dati associati all'interno di ARCHIBUS senza che il modello BIM sia aperto.

Standardizzazione delle procedure di manutenzione

Di seguito verrà mostrata una tabella (in accordo con quanto descritto nel paragrafo introduttivo di confronto dei software) con riassunte le funzionalità della piattaforma ARCHIBUS utili alle attività di manutenzione volute. Dalle analisi effettuate risulta che tutte le funzioni ricercate sono presenti all'interno del software.

| FUNZIONALITA' | RISULTATO |
|--|-----------------|
| Interoperabilità con modello BIM | Ottimale |
| Gestione della documentazione | Buona |
| Pianificazione manutenzione preventiva | Ottimale |
| Creazione di un Database interno | SI |
| Creazione report personalizzati | SI |
| Integrazione con sistemi mobili | SI |
| Utilizzo Offline | SI |
| Creazione storico | SI |

FIGURA 32 TABELLA RIASSUNTIVA SULLE FUNZIONALITÀ DI ARCHIBUS PER LA MANUTENZIONE [FONTE: PERSONALE]

Per quanto riguarda l'integrazione tra il modello BIM e il Software per il Facility Management il risultato non può che essere ottimale, per via di tutte le argomentazioni esposte nei paragrafi precedenti. In particolare, si sottolinea la capacità interna del software di risolvere i problemi di interoperabilità tra i modelli e la creazione di database interni (contenenti i parametri condivisi). Quest'ultimo aspetto è spesso una criticità dei software gratuiti in cui viene caricato il modello in formato di scambio IFC. Anche per quanto riguarda la gestione del programma manutentivo è stato dato un giudizio ottimale, per le capacità del software di creazione automatica del programma stesso, sviluppandolo su un calendario digitale (leggendo i dati provenienti dal modello BIM) e per la definizione e assegnazione dei compiti ai professionisti designati. Alla gestione della documentazione non viene dato il massimo punteggio, per il semplice motivo che la visualizzazione dei documenti (legati alle attività) relativi ad un particolare oggetto del modello risultano più macchinose rispetto ad altri software analizzati. Per estrarre e modificare un documento bisogna disporre dell'autorizzazione di modifica. Inoltre, se due o più soggetti dispongono dell'autorizzazione, possono crearsi interferenze nel caso in cui un documento venga modificato da diversi soggetti. In questo caso, qual ora il documento in questione non venisse archiviato

correttamente, il software non accetta le modifiche effettuate. Tuttavia, anche senza autorizzazione, è possibile immettere un commento sulle modifiche da apportare (che sia su un documento o un oggetto del modello).

CONCLUSIONE

In definitiva, si può asserire che la piattaforma IWMS ARCHIBUS sia uno strumento assolutamente valido per la gestione del processo manutentivo e un'ottima piattaforma di database. Tuttavia, come è già stato anticipato ampiamente, essendo un software pensato per la gestione globale delle attività del Facility Management, l'aspetto manutentivo non è centrale nel software, ma solamente una parte dell'insieme. Da questo punto di vista un software CMMS pensato unicamente per la manutenzione dell'edificio e delle sue parti può risultare più semplice nell'utilizzo (e spesso meno costoso), specialmente se la gestione riguarda un'unica sede o edifici di dimensioni non eccezionali. Un'altra piccola criticità può essere la licenza. Questa viene fornita per utente, rendendo molto costose implementazioni di grandi dimensioni in cui molte persone devono semplicemente visualizzare o riportare i dati. C'è da considerare inoltre che il costo del software di per sé non è tra i più economici sul mercato. Tra i principali vantaggi troviamo sicuramente il plug in di Revit (che risulta un importante valore aggiunto nel caso si utilizzi questo strumento) e la suite completa di funzionalità per il Facility Manager.

4.4.2 Mainsim (Software CMMS)

Si è già parlato in precedenza dei software di tipo CMMS, questi sono sistemi che consentono l'organizzazione delle operazioni di manutenzione. A differenza di altre piattaforme quindi, si concentrano unicamente su questa particolare attività tra le varie "facility".

Una veloce ricerca, mostra come il software Mainsim, sia il CMMS più usato nel nostro paese, in particolare per via di un'interfaccia grafica semplice, una struttura dati ben definita e la facile integrazione con altre applicazioni. Essendo un Software per la manutenzione, i suoi obiettivi principali sono:

- Tracciamento degli interventi;
- Riduzione delle tempistiche;
- Gestione degli asset;
- Visione completa della manutenzione;

Standardizzazione delle procedure di manutenzione

- Migliore comunicazione;
- Riduzione dei fermi macchina;
- Controllo dei costi;
- Gestione del team e dei fornitori;

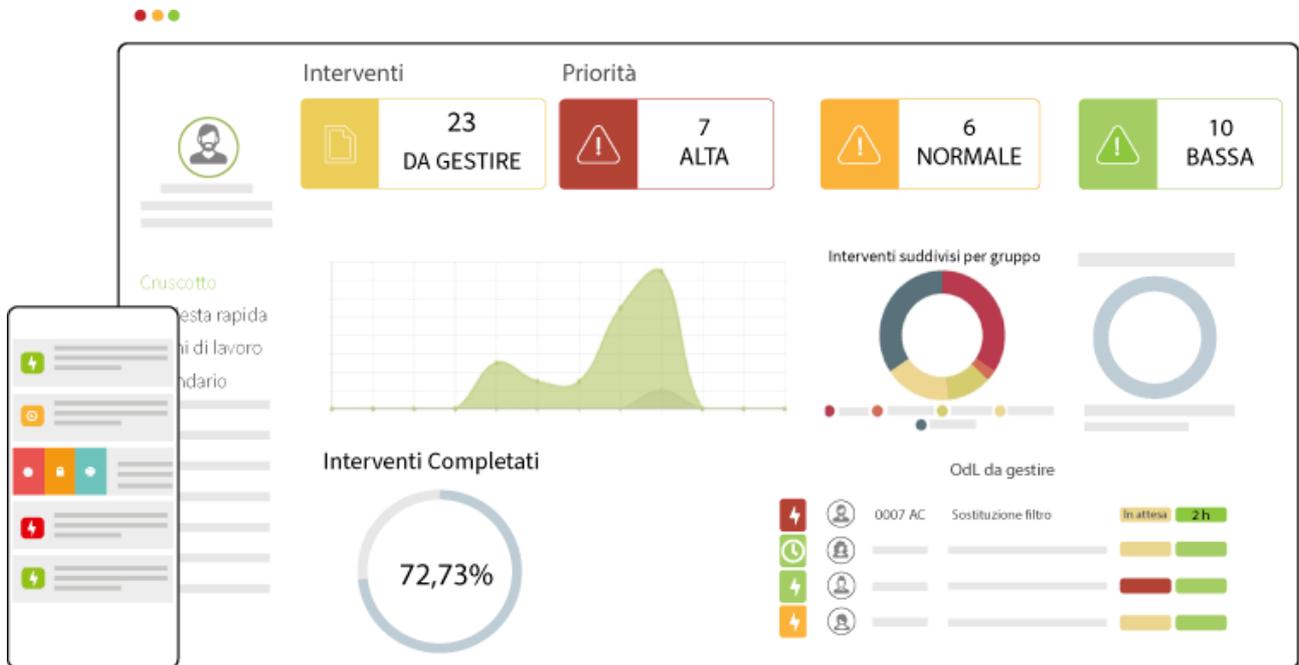


FIGURA 33 INTERFACCIA GRAFICA DI MAINSIM PER IL TRACCIAMENTO DEGLI INTERVENTI [FONTE: WWW.MAINSIM.COM]

Le informazioni che sono state in seguito riportate, derivano da ricerche effettuate dal sito ufficiale di Mainsim (www.mainsim.com) o da articoli di terze parti, oppure da video ed esempi applicativi delle sue funzioni.

Riconsiderando le funzionalità ricercate per i “Facility Management Software”, l’interoperabilità Tra BIM e (in questo caso) CMMS è fondamentale. Per la gestione dell’Operations&Maintenance (O&M) di un’azienda, l’integrazione tra i due sistemi fornisce una completa visualizzazione delle risorse codificate in BIM anche sul CMMS attraverso la condivisione delle stesse anagrafiche, l’accesso alla posizione precisa dei componenti, l’individuazione delle relazioni tra i diversi sistemi e impianti. Inoltre, dà la possibilità di visualizzare tutte le informazioni e la documentazione degli oggetti su un’unica piattaforma, i cui dati sono sincronizzati con il software BIM. L’interoperabilità consente anche l’individuazione delle relazioni tra sistemi per aiutare i manutentori, l’ottenimento

Gestione dei controlli di manutenzione tramite sistemi e modelli informativi

di uno storico sempre aggiornato degli interventi di manutenzione effettuati, l'apertura di un ordine di lavoro direttamente sul CMMS e l'accesso alla documentazione di ogni asset.

Per visualizzare gli elementi del modello Mainsim utilizza un viewer interno, utile per interagire con la copia digitale dell'oggetto. Quindi è possibile interrogare l'oggetto cliccandoci sopra, visualizzandone le informazioni ed eventualmente aprire ordini di lavoro. Lo scambio di informazioni tra CMMS e BIM avviene normalmente attraverso il formato COBie, che a differenza di altri software (ad esempio ARCHIBUS, di cui si è precedentemente parlato), risulta essere l'unico vero metodo di scambio dei dati tra le applicazioni. In realtà è possibile anche ragionare a livello di database, rendendo però il processo più lento e meno intuitivo.

La mancanza di un plug in per Revit diminuisce la bidirezionalità delle informazioni rispetto ad ARCHIBUS; da ciò si deduce che Mainsim è pensato unicamente per gestire le informazioni del modello condiviso, piuttosto che per apportarne modifiche. È comunque possibile inserire ticket o commenti su un oggetto dal programma, in modo che questo venga modificato dal progettista.

Per quanto riguarda le altre funzionalità (relative all'attività manutentiva), sono abbastanza simili a quelle viste su ARCHIBUS. In modo simile a quest'ultimo, è possibile creare una strategia di manutenzione preventiva completa, dalla programmazione degli interventi, alle comunicazioni con il personale interno o esterno, alla gestione del carico di lavoro su un calendario condiviso con tecnici ed eventualmente fornitori. Si possono poi creare automazioni per rendere ancora più veloce la gestione degli interventi e dei tecnici, oltre ad assegnare livelli di criticità personalizzati per prioritizzare gli interventi sugli asset più importanti. Con Mainsim ogni impianto e ogni struttura ha una propria "dashboard" interna, nella quale sono conservati uno storico degli interventi effettuati sull'asset e tutta la documentazione utile, dai manuali d'uso fino al programma di manutenzione. Confrontandolo con ARCHIBUS, si può forse dire che la gestione della documentazione risulta essere più semplice e ordinata. Questo permette di visualizzare i report in modo veloce e chiaro, grazie alla registrazione e all'archiviazione automatica di tutti i dati relativi alle operazioni di manutenzione. Anche per Mainsim è scaricabile un'applicazione per dispositivi mobile, che consentono il lavoro sul campo, così come da remoto (Online e Offline).

Come per ARCHIBUS, di seguito verrà mostrata la tabella con riassunte le funzionalità della piattaforma Mainsim:

| FUNZIONALITA' | RISULTATO |
|--|--------------------|
| Interoperabilità con modello BIM | Sufficiente |
| Gestione della documentazione | Ottimale |
| Pianificazione manutenzione preventiva | Ottimale |
| Creazione di un Database interno | SI |
| Creazione report personalizzati | SI |
| Integrazione con sistemi mobili | SI |
| Utilizzo Offline | SI |
| Creazione storico | SI |

FIGURA 34 TABELLA RIASSUNTIVA SULLE FUNZIONALITÀ DI MAINSIM PER LA MANUTENZIONE [FONTE: PERSONALE]

Paragonandolo ad ARCHIBUS, si è visto come la capacità di pianificazione della manutenzione di tipo preventivo sia simile. Forse essendo Mainsim un software dedicato esclusivamente all'attività manutentiva, risulta essere più semplice nell'interfaccia. Per quanto detto in precedenza poi, la gestione della documentazione è ottimale e facile da consultare, con una mappatura degli asset completa. L'aspetto più carente è la capacità di interfacciarsi con il modello in modo bidirezionale. Probabilmente ciò è dovuto alle finalità del software, che puntano di più alla comunicazione degli interventi da effettuare, piuttosto che ad operazioni interne al software stesso. Questa risulta comunque sufficiente, dal momento che gli oggetti del modello con le loro proprietà e parametri saranno consultabili e aggiornabili dal software CMMS.

CONCLUSIONE

Così come ARCHIBUS, anche Mainsim sembra essere una soluzione più che adeguata a gestire le attività di manutenzione in modo integrato. Rispetto al software IWMS sembra esserci una maggior attenzione nella comunicazione con i professionisti incaricati (ad esempio con la richiesta di "interventi veloci"). In conclusione, se l'edificio legato alle attività del Facility Management non è di dimensioni eccessive e l'attività da gestire è la manutenzione, un software CMMS può essere la scelta più appropriata, dal momento che l'interfaccia grafica e tutte le funzioni integrate, nascono proprio per soddisfare quest'esigenza.

4.4.3 BIM 360 (software Autodesk)

Infine, si è considerata la soluzione proposta da Autodesk, famosa azienda di software, molto utilizzata nel nostro paese (di cui fanno parte software come Autocad, Revit, Naviswork ecc.). Autodesk ha già rilasciato in passato piattaforme per la collaborazione e il coordinamento della progettazione basati su cloud, che consentono ai vari team di rimanere in contatto per sviluppare l'idea progettuale e creare modelli collaborativi. In particolare, Autodesk BIM Collaborate e Autodesk BIM Collaborate Pro, sono i software di progettazione e collaborazione che consentono ai team di architetti, ingegneri e costruttori di rimanere in contatto tramite un'unica piattaforma e gestire i dati di progettazione lungo l'intero ciclo di vita del progetto. Questi software nascono però con l'intento di gestire nel migliore dei modi le fasi di progettazione e successivamente di costruzione. Ciò comporta che le fasi di gestione successive non siano molto sviluppate nelle ultime versioni rilasciate. Per quanto riguarda l'utilizzo dei dati per la gestione del ciclo di vita dell'edificio è stata sviluppata l'applicazione BIM 360. Utilizzando BIM 360 si può gestire il processo di produzione edilizia già dalla fase di cantiere e quindi configurare tutti gli asset utili per il facility management. Bim 360 è quindi una piattaforma basata sul cloud e contiene al suo interno diversi moduli per attività specifiche:

- *BIM 360 Docs*: Ambiente, comune a tutti gli altri moduli, dove avviene la condivisione dati, progetti ed eventualmente la documentazione.
- *BIM 360 Design*: Progettazione: conosciuta anche come Autodesk Collaboration for Revit, consente di lavorare direttamente in Revit e collaborare contemporaneamente sul cloud.
- *BIM 360 Glue*: Controllo delle interferenze e pianificazione del cantiere.
- *BIM 360 Build*: Si occupa della gestione del cantiere vero e proprio.
- *BIM 360 Ops*: Gestione e manutenzione dell'opera costruita.

Innanzitutto, è utile creare un database intelligente per effettuare l'inventario delle risorse, che consente di personalizzare i tipi di apparecchiature e strutture e monitorare le loro proprietà. Ciò è possibile attraverso l'applicazione "BIM 360 Field", disponibile anche come applicazione per dispositivi mobili e utile per immettere nuovi dati direttamente sul posto di lavoro. BIM 360 Field consente di creare un inventario delle attrezzature per l'inserimento manuale dei dati,

Standardizzazione delle procedure di manutenzione

l'importazione di file Excel o l'importazione di modelli. Utilizzare un modello Revit di coordinamento per la compilazione dell'inventario è il metodo più automatizzato ed efficiente, in quanto ogni elemento di modello verrà collegato a un oggetto reale.

Da questo punto di partenza nasce l'applicazione "BIM360 Ops", all'interno del quale è possibile implementare il database creato con BIM 360 Field. Anche in questo caso le informazioni sull'applicazione sono state ricavate dal sito ufficiale di Autodesk, o da articoli di terze parti.

BIM 360 Ops nasce come una soluzione mobile per la manutenzione e gestione del patrimonio edilizio. Attraverso le sue funzionalità è possibile collegare i dati delle risorse BIM con i tecnici e fornire mappe interne per individuare i ticket. Quest'ultimo passaggio è utile ai professionisti nell'orientamento e consente un'analisi delle attività da svolgere più efficace. Il fine dell'applicazione è quindi quello di mettere le informazioni sugli asset riguardanti la manutenzione e le altre attività di gestione nelle mani dei tecnici che ne hanno bisogno. Anche in questo caso (come nei software analizzati in precedenza), i dati possono essere importati da Revit attraverso Autodesk COBie Extension, che scambia informazioni nel formato di dati standard COBie.

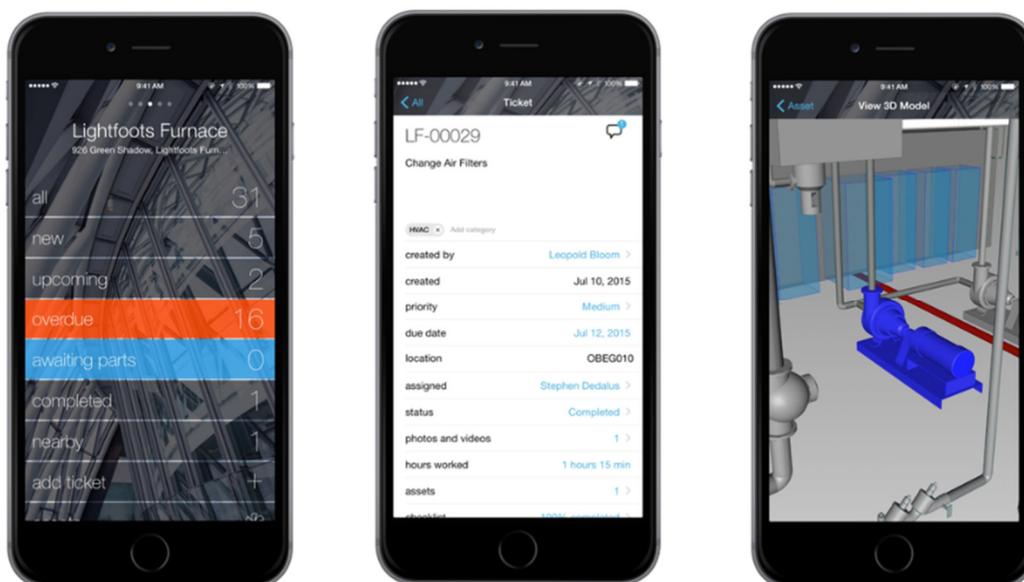


FIGURA 35 APPLICAZIONE BIM 360 OPS SCARICABILE SU DISPOSITIVI IOS [FONTE: WWW.DLT.COM]

Autodesk BIM 360 OPS è la prima applicazione, tra quelle studiate, ad essere pensata per un utilizzo sul campo grazie a dispositivi mobili, attraverso cui il Facility Manager può assegnare ai tecnici i lavori di manutenzione e programmare la manutenzione preventiva. L'applicazione invierà poi i ticket direttamente sul dispositivo del tecnico. Le interfacce utente di BIM360 Ops sono progettate in maniera differente in base ai ruoli dell'utente. Ad esempio, i gestori di edifici, i tecnici e gli

Gestione dei controlli di manutenzione tramite sistemi e modelli informativi

occupanti della costruzione possono vedere diverse interfacce con diverso accesso alle informazioni e alle funzionalità che meglio si adattano ai loro ruoli. Tutti gli altri vedranno solo quello che il Facility manager deciderà di mostrare.

Come software per la gestione delle attività è sicuramente meno completo dei comuni software CMMS. BIM 360 Ops è pensato in particolare per ridurre il tempo nella comunicazione e per la gestione dei piccoli interventi. Ad esempio, i gestori possono caricare le immagini dei problemi in cantiere, quindi verificare che il lavoro venga svolto tramite l'app. Consente comunque di gestire, anche se in modo più limitato, gli interventi che devono essere effettuati, e creare una strategia di manutenzione preventiva.

Un grande limite dell'applicazione è che per il momento è disponibile solo per dispositivi IOS (quindi per iPhone o iPad), come alternativa si può utilizzare tramite il browser web.

L'interoperabilità con Revit è sicuramente buona, dal momento che è scaricabile un plug in per Revit (il cui comando comparirà nella barra funzioni sotto "moduli aggiuntivi") attraverso il quale è possibile esportare in Ops le categorie di elementi selezionate. Quindi l'applicazione genererà un codice alfanumerico unico, che dovrà essere copiato su BIM 360 Ops.

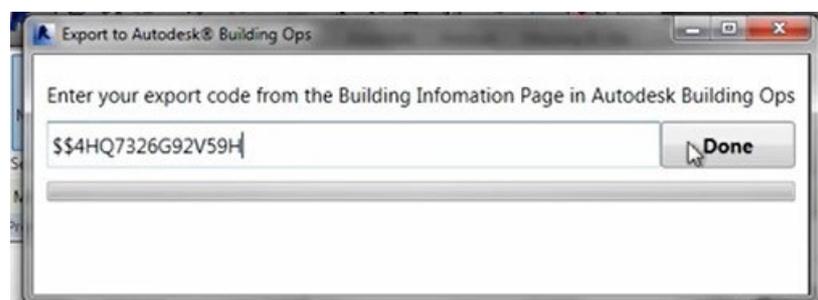


FIGURA 36 PLUG IN DI BIM 360 OPS SU REVIT - ESPORTAZIONE CATEGORIE

A questo punto Ops genererà un ID unico per ogni oggetto esportato e la posizione dell'elemento viene mappata sulla geolocalizzazione dell'asset BIM 360 Ops. Le immagini vengono aggiunte alla galleria fotografica, mentre i parametri con valori di stringa URL verranno importati nella raccolta di documenti BIM 360 Ops. Gli altri parametri di Revit verranno trasposti nei parametri corrispondenti dell'applicazione Ops, ad esempio un parametro contenente nel nome "data di installazione", andrà nel parametro del programma "installation date".

| BIM 360 Ops | Revit Property Name | Notes |
|---------------------|--|-----------------------------------|
| Asset ID | Element Mark | If empty, assigned by BIM 360 Ops |
| Description | Element Type: Element Name | |
| Category | Element Type Category | |
| Barcode / QR Code | Any parameter that's name contains "barcode" | |
| Location | | See above |
| Manufacturer | Element Type Manufacturer, otherwise a parameter that's name contains "manufacturer" | |
| Model | Element Type Model | |
| Serial Number | Any parameter that's name contains "serial number" | |
| Installation Date | Any parameter that's name contains "install date" | |
| Warranty Expiration | Any parameter that's name contains "expire date" | |
| More Details | | See above |

FIGURA 37 CORRISPONDENZA TRA I PARAMETRI INSERITI IN REVIT E IN BIM 360 OPS [FONTE: REVIT TO BIM 360 OPS – EXPORTING ASSET AND LOCATION DATA FOR FACILITIES MANAGEMENT]

Alla luce delle funzionalità dell'applicazione mobile per il Facility Management di Autodesk, come per le altre casistiche, viene riportata una tabella riassuntiva, che mostra in che misura l'app soddisfa i requisiti ricercati a priori:

| FUNZIONALITA' | RISULTATO |
|--|--------------------|
| Interoperabilità con modello BIM | Buona |
| Gestione della documentazione | Buona |
| Pianificazione manutenzione preventiva | Sufficiente |
| Creazione di un Database interno | SI |
| Creazione report personalizzati | SI |
| Integrazione con sistemi mobili | SI |
| Utilizzo Offline | NO |
| Creazione storico | SI |

FIGURA 38 TABELLA RIASSUNTIVA SULLE FUNZIONALITÀ DI BIM360 OPS PER LA MANUTENZIONE [FONTE: PERSONALE]

La prima criticità che emerge è l'uso offline non disponibile dell'applicazione. Per quanto riguarda l'interoperabilità con il modello Bim, è ritenuta buona, ovviamente nel caso venga utilizzato Revit come programma BIM authoring. Questo grazie al plug in presente in Revit stesso, che consente

Gestione dei controlli di manutenzione tramite sistemi e modelli informativi

l'esportazione delle categorie di elementi direttamente sull'app Ops. Dall'app è poi possibile visionare le operazioni del tecnico specializzato sull'elemento di cui deve essere fatto il controllo. Sull'elemento stesso rimane traccia degli interventi effettuati e (se presenti) dei documenti allegati; che possono essere semplici commenti sull'intervento, report, schede di manutenzione o fotografie. L'app non è pensata per effettuare un piano complesso di manutenzione preventiva; è comunque possibile creare un calendario personalizzato di interventi da effettuare su strutture e dispositivi; quindi, assegnare il codice del tecnico che se ne deve occupare. A questo punto il software invierà una notifica al professionista direttamente sul dispositivo e via mail.

CONCLUSIONE

In definitiva, l'applicazione Autodesk BIM 360 Ops risulta essere molto utile per quel che riguarda la gestione degli interventi di manutenzione quotidiani. Viene forse pensata più per un utilizzo del tecnico che deve effettuare il controllo, piuttosto che per un Facility Manager che si deve occupare dell'archiviazione di documenti e la strutturazione di un database preciso. Può essere comunque molto utile al Facility Manager per ottimizzare la comunicazione e tenere sotto controllo gli interventi che sono stati eseguiti o che sono stati programmati. Se si sta già utilizzando un software per la gestione delle attività del Facility Management, BIM 360 Ops può rivelarsi un'ottima integrazione su dispositivo mobile per rendere più smart la gestione degli aspetti manutentivi. Tuttavia, per la gestione di edifici di grandi dimensioni o di ulteriori attività è comunque consigliabile l'utilizzo di un software CMMS o IWMS, soprattutto come base per la creazione di una strategia di manutenzione preventiva più strutturata e per la miglior gestione della documentazione.

5. METODOLOGIE ALTERNATIVE PER LA GESTIONE DELLA MANUTENZIONE CON MODELLI INFORMATIVI

Nei capitoli appena sviluppati si è cercato di fare chiarezza sull'adozione e il contributo dei software sviluppati da diverse software house sul tema del Facility Management presenti sul mercato. In particolare, si è prestata attenzione alle funzionalità che questi software presentano sull'attività manutentiva dell'edificio e si è visto come, a seconda delle esigenze, sia meglio optare per una tipologia di piattaforma piuttosto che un'altra. L'attenzione della tesi si sposta adesso sulla ricerca di una metodologia alternativa; che non prevede l'utilizzo di software appositi con licenze a pagamento. L'obiettivo rimane la gestione dei controlli delle manutenzioni tramite sistemi e modelli informativi. La base di partenza sarà comunque la metodologia BIM e il software BIM authoring utilizzato inizialmente sarà Autodesk Revit (nella sua versione aggiornata al 2021). Il workflow metodologico prevede poi l'integrazione di altri strumenti digitali, che comprendono l'utilizzo del formato IFC, software gratuiti che interagiscono con il modello BIM (in particolare delle case produttrici ACCA e Trimble Navigation, Bim one), il pacchetto office e altri strumenti che saranno in seguito esposti.

Il motivo della ricerca è risolvere alcune delle problematiche che, ancora oggi, sono facilmente riscontrabili (in ambito lavorativo) quando si parla di controlli di manutenzione. Molto spesso questi controlli vengono portati avanti con sistemi e metodologie arretrate; soprattutto rispetto ad altri aspetti gestionali; per cui l'uso di software BIM è più consolidato. Questi sistemi sono caratterizzati da una difficoltà nella raccolta dei dati, legati a note cartacee, fotografie difficili da ordinare e centinaia di fogli Excel per la raccolta delle informazioni. A questi problemi seguono la difficoltà di gestione delle attività, la mancanza di risconti con un modello digitale, le creazioni manuali di database (con possibili perdite di dati), una comunicazione non efficace tra i professionisti e una mancanza di automatizzazione nel lavoro.

Da qui nasce l'esigenza di ricercare un metodo di lavoro appropriato, che permetta ai tecnici incaricati di godere dei benefici di modelli informativi, senza la necessità di possedere licenze per software BIM authoring o scaricare e imparare ad usare costosi software per il Facility Management. Ovviamente perché ciò sia possibile bisognerà entrare nel dettaglio dei metodi di condivisione delle informazioni dei modelli, in particolare attraverso l'uso del formato di scambio

IFC. Per testare l'efficacia dei workflow verrà realizzato un semplice modello su Autodesk Revit, che fungerà da esempio per i processi che seguiranno.

5.1 Il modello informativo – Analisi e sviluppo

Il primo step che deve essere affrontato per poter gestire la manutenzione attraverso sistemi informativi è la realizzazione del modello stesso (o la sua analisi, nel caso sia già disponibile un modello BIM dell'edificio). In entrambi i casi bisogna avere ben chiaro quelli che sono gli obiettivi del modello. Il cosiddetto BEP, acronimo di "BIM Execution Plan", indica in particolare uno specifico documento all'interno del quale vengono definite tutte le modalità esecutive secondo le quali deve essere sviluppata la commessa BIM. Questo è quindi un'attività programmatica e di gestione del modello, finalizzato a definire i requisiti (geometrici, informativi e documentali) necessari al raggiungimento degli obiettivi stabiliti dal committente nell'Employer's Information Requirement (EIR).

Guardando all'applicativo, un modello non funzionale all'attività prevista può creare disagi, sia a livello procedurale che pratico. Prendendo come esempio un modello che deve essere usato come base per gestire le fasi manutentive, possiamo distinguere tre scenari differenti:

1. Il modello già esiste, ma le informazioni e/o le geometrie in esso contenute sono insufficienti per l'attività che deve essere svolta.
2. Il modello già esiste, ma le informazioni e/o le geometrie in esso contenute sono eccessive o ridondanti per l'attività che deve essere svolta.
3. Il modello non esiste e viene organizzato sulla base degli obiettivi che devono essere raggiunti e per la praticità dell'attività stessa.

I primi due casi, anche se possono sembrare l'opposto, in realtà presentano delle difficoltà simili a livello pratico. In entrambi i casi il livello di sviluppo dei modelli, qui inteso come il LOD, è stato definito in base a esigenze diverse da quella (manutentiva) considerata; di conseguenza dovrà essere adattato dal progettista, in modo da configurarsi alle nuove esigenze. Quindi, bisognerà investire tempo e risorse per l'ottimizzazione del progetto, sia nel caso il suo livello di dettaglio sia carente che nel caso sia eccessivamente specifico. La criticità maggiore del primo scenario, potrebbe rivelarsi la ricerca delle corrette informazioni attraverso cui il lavoro deve essere implementato. Nel secondo invece, la selezione dei parametri da eliminare e delle geometrie da

Metodologie alternative per la gestione dei controlli di manutenzione

semplificare; con il rischio di eliminare parametri utili o al contrario, lasciarne di ridondanti. In particolare, avere troppi parametri (non utili) all'interno di un modello, può rivelarsi confusionario nell'utilizzo e analisi dei parametri stessi e interferire negativamente sull'attività prevista in generale.

Il terzo scenario è sicuramente quello migliore a livello funzionale; tuttavia, non è pensabile che per ogni attività legata al Facility Management possa essere creato un modello BIM ad hoc, sia per tempistiche che per costi derivanti. La creazione di un nuovo modello sulla base di un obiettivo ben preciso (come può essere la manutenzione), si lega fortemente al concetto di LOIN, trattato nei capitoli precedenti. Si ricorda che LOIN è l'acronimo di "*Level of Information Need*" e come già detto, uno dei suoi obiettivi è impedire la consegna di troppe informazioni. Al concetto viene dedicato il paragrafo 11.2 della ISO 19650; nel capitolo 1 il primo concetto che viene rimarcato è la stretta relazione tra il Level of Information Need ed il relativo obiettivo.

Il modello che verrà usato come esempio appartiene a quest'ultima categoria, dal momento che è stato creato appositamente per provare a gestire le fasi di manutenzione. Il software BIM authoring che sarà utilizzato inizialmente è Autodesk Revit, nella sua versione aggiornata al 2021.

5.2 Obiettivi e individuazione dei LOD e LOIN nel modello Revit

In accordo con quanto esposto precedentemente, il focus iniziale per la realizzazione di un modello digitale che fungesse da esempio nello studio procedurale è stato posto sull'analisi delle esigenze e di conseguenza degli obiettivi. Una volta stabiliti gli obiettivi, a cascata saranno poi definiti gli usi del modello stesso. Detto questo, le domande essenziali che devono essere poste in una fase antecedente all'inizio della modellazione sono essenzialmente tre; le cui risposte determineranno la scelta sul livello di dettaglio del modello e l'inserimento delle informazioni utili all'attività prevista.

Le domande sono:

- Perché viene creato il modello digitale?
- Che usi ne verranno fatti?
- A chi sarà utile in fase esecutiva?

Rimanendo concentrati sull'attività di interesse (incentrata sulla settima dimensione del BIM), si è provato a dare una risposta esaustiva a questi quesiti. In particolare, si è tenuto conto dell'esperienza personale maturata in seguito al tirocinio curriculare, durante il quale ci si è più volte imbattuti in problematiche simili. Queste dovute alla mancanza di correlazione diretta tra il

modello BIM (non realizzato per la specifica attività) e una strategia per i controlli della manutenzione.

Alla prima domanda si è risposto a più riprese durante la trattazione. Il modello verrà creato per gestire la specifica attività periodica di manutenzione sull'edificio a cui si riferisce. Per questo motivo il livello di dettaglio delle geometrie deve essere sufficiente per permettere al professionista incaricato di individuare i singoli elementi e di potersi orientare nell'ambiente reale. In questo caso un livello di dettaglio geometrico troppo elevato potrebbe creare dei disagi durante lo svolgimento delle attività. Riprendendo l'esempio della scala in carpenteria metallica (utilizzato già nel capitolo 1.8) il controllo verrà effettuato sull'intero corpo scala, o al massimo sulle singole rampe e pianerottoli. Dunque, risulterebbe eccessivo modellare singolarmente le piastre di ancoraggio, i gradini e le ringhiere, dal momento che non servirà eseguire una scheda di manutenzione per ognuno di questi elementi, ma saranno effettuati dei controlli complessivi sull'intero oggetto. Allo stesso modo, a livello informativo, il singolo elemento dovrà contenere tutte le informazioni utili ad un controllo di tipo periodico delle prestazioni, che non sarebbero di norma presenti in un modello pensato per un altro scopo. Tra queste rientrano la data di installazione dell'oggetto, la periodicità del controllo da effettuare (es. Annuale; Biennale; Semestrale ecc.), la data dell'ultimo controllo, l'ispezionabilità dell'oggetto.

Per quanto riguarda l'uso che verrà fatto del modello, bisogna considerare che il professionista che eseguirà i controlli in loco (potrebbe essere ad esempio un geometra), potrebbe non avere la disponibilità o dimestichezza con software BIM come Revit. Per questo motivo bisogna pensare che probabilmente il modello verrà esportato (per esempio in formato IFC) in modo tale che il professionista che deve eseguire il controllo possa aprire il file su un software a lui congeniale per il lavoro da svolgere, magari aprendolo direttamente su tablet o smartphone per poter lavorare sul posto del controllo. Si parlerà in seguito più nel dettaglio delle configurazioni per l'esportazione corretta del modello da RVT a IFC; per il momento si consideri solo che tutti i dati informativi, le geometrie, le famiglie importate, i parametri condivisi, dovranno essere disponibili nel modello ispezionato dal professionista. Anche per questo motivo un livello di dettaglio troppo elevato potrebbe provocare perdite di informazioni durante l'esportazione, o al momento dell'apertura del modello su altri software.

Da queste considerazioni iniziali, si è pensato di utilizzare un livello di dettaglio assimilabile al livello C (qui inteso come LOD secondo la norma italiana "UNI 11337-4:2017"), anche se forse la

descrizione più accurata sarebbe una via di mezzo tra il LOD 200 e il LOD 300, secondo la norma di riferimento USA, "AIA G202-2013".

5.3 Descrizione delle geometrie

Come annunciato il modello usato come esempio è molto semplice nelle geometrie. Il motivo principale della scelta è dovuto al fatto che un numero limitato di elementi ed informazioni contenute sono più semplici da monitorare nei processi di esportazione e di apertura del modello su diversi software. In questo modo è stato possibile ottimizzare l'esportazione del modello in IFC e verificare più agilmente l'idoneità dei IFC viewer e dei software che potevano essere utilizzati dal professionista per lo svolgimento dei suoi compiti.

Il modello come anticipato è stato realizzato tramite Autodesk Revit 2021, e richiama un modulo di capannone industriale. Nel particolare è composto da tamponamenti esterni in laterizio, sei pilatri in calcestruzzo armato, un solaio di base (al livello 0 m), un solaio di copertura (al livello 3,30 m), quattro travi in acciaio HE 200A, due dispositivi di illuminazione a soffitto, una controsoffittatura, due serramenti e due ventilconvettori a parete adibiti al condizionamento. Gli elementi inseriti sono stati considerati i minimi indispensabili per poter fare delle considerazioni sui tipi di controlli periodici da effettuare e per la realizzazione delle schede di manutenzione.

Gestione dei controlli di manutenzione tramite sistemi e modelli informativi

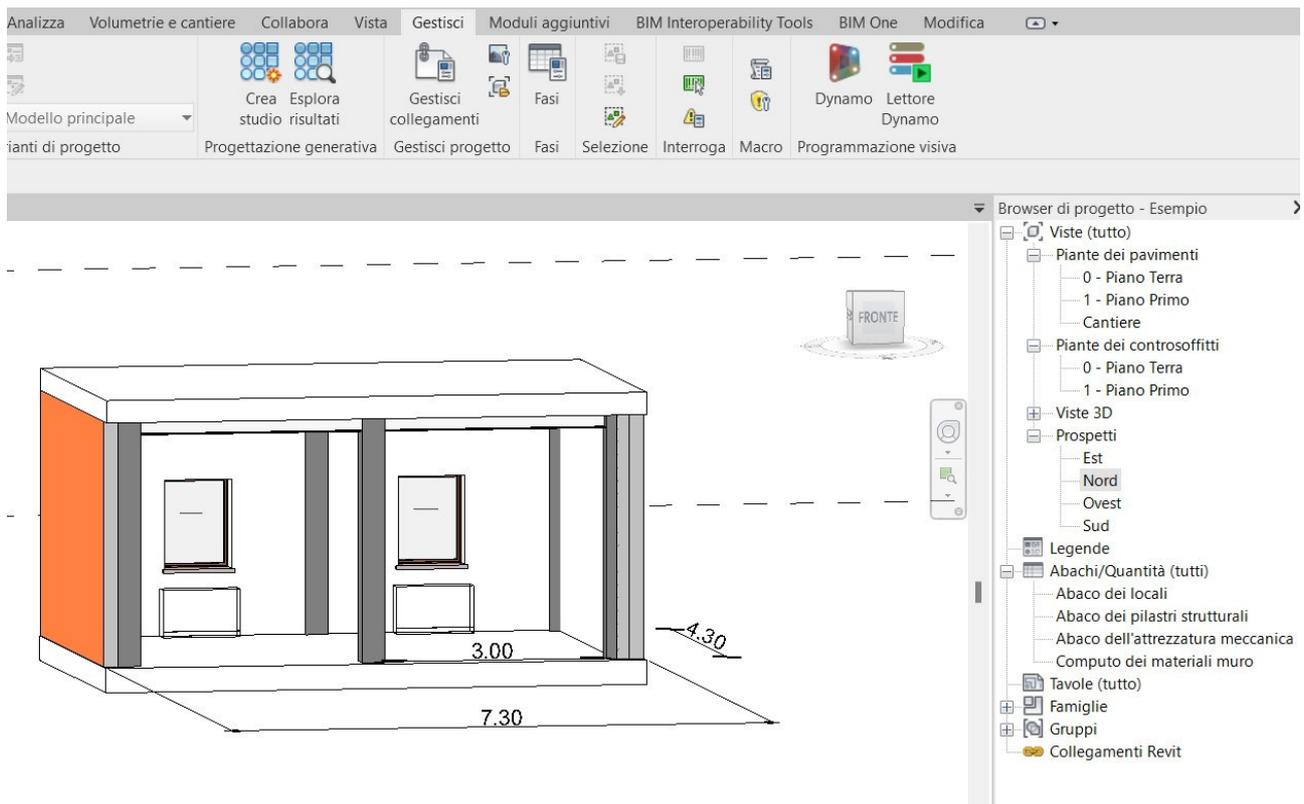


FIGURA 39 MODELLO CREATO SU AUTODESK REVIT [FONTE: PERSONALE]

5.4 Creazione parametri condivisi (shared parameters)

Uno dei numerosi vantaggi del Building Information Modeling consiste nell'implementazione diretta delle informazioni. Nel software Autodesk Revit è possibile procedere alla creazione di nuovi parametri utili all'informatizzazione dei singoli componenti costruttivi del modello, al fine di ottenere una vera e propria scheda tecnica digitale, contenuta all'interno del software stesso. All'interno di Revit è possibile creare tre tipologie di parametri:

- Parametri di progetto
- Parametri condivisi
- Parametri globali

Le loro caratteristiche possono essere consultabili direttamente dal sito ufficiale Autodesk (knowledge.autodesk.com). Qui si vede come i parametri di progetto sono contenitori di informazioni definiti e quindi aggiunti a più categorie di elementi in un progetto. Questi sono specifici del progetto e non possono essere condivisi con altri progetti. I parametri condivisi sono invece definizioni di parametri che è possibile aggiungere a famiglie o progetti. Le definizioni dei parametri condivisi vengono memorizzate in un file indipendente da qualsiasi file di famiglia o

Metodologie alternative per la gestione dei controlli di manutenzione

progetto di Revit; in tal modo è possibile accedere al file da diverse famiglie o diversi progetti. Infine, i parametri globali sono specifici per un singolo file di progetto, ma non sono assegnati a categorie come i parametri di progetto. Questi possono essere valori semplici, valori ottenuti da equazioni o valori ricavati dal modello mediante altri parametri globali.

Concentrando l'attenzione sui parametri condivisi, già dalla descrizione è facile comprenderne l'utilità. Il loro funzionamento permette, come detto, la condivisione di dati tra progetti e file diversi, aspetto fondamentale per la gestione delle attività nel Facility Management. Per questo motivo, il modello d'esempio precedentemente descritto è stato implementato con una lista di parametri condivisi. Alcuni di questi sono stati compilati in fase progettuale, in quanto sono informazioni proprie dell'elemento e necessarie al professionista per effettuare i controlli di manutenzione; come la frequenza dei controlli, le schede tecniche (nel caso dei fan coil). Altri dovranno essere compilati dal professionista stesso nello svolgimento delle sue mansioni; come l'andamento dei controlli, la data del controllo, eventuali note.

I parametri condivisi vengono creati direttamente tramite Revit, attraverso il comando "parametri condivisi", presente nel campo "gestisci" della barra degli strumenti del programma. Questi possono essere raggruppati in un gruppo di parametri (per suddividerli in categorie), che nel caso specifico è stato chiamato "scheda di manutenzione". Quindi si procede con la creazione dei parametri veri e propri, che vengono salvati in un file di testo che può essere memorizzato in rete per consentire l'accesso ad altri utenti. Quando si crea un nuovo parametro bisogna impostare nelle proprietà un nome con cui viene salvato, la disciplina a cui si riferisce e il tipo di parametro che si intende creare (lunghezza, testo, area, Url, data, ecc.).

Proprietà parametro

Nome:
Frequenza

Disciplina:
Comune

Tipo di parametro:
Testo

Descrizione comandi:
<Nessuna descrizione comando. Modificare il parametro per
Modifica descrizione comandi...

OK Annulla

FIGURA 40 PROPRIETÀ DEI PARAMETRI CONDIVISI NEL MODELLO [FONTE: PERSONALE]

Una volta impostate le proprietà è possibile aggiungere il parametro al progetto in uso, attraverso il comando “parametri progetto”. Il parametro può essere aggiunto dall’elenco dei parametri condivisi creati in precedenza, o creato come nuovo parametro di progetto. A questo punto bisogna impostare il parametro come tipo o istanza; quindi, indicare dove si vuole visualizzarlo nella scheda proprietà dell’elemento, compilando il campo “raggruppa parametro in”, dove comparirà un elenco a discesa.

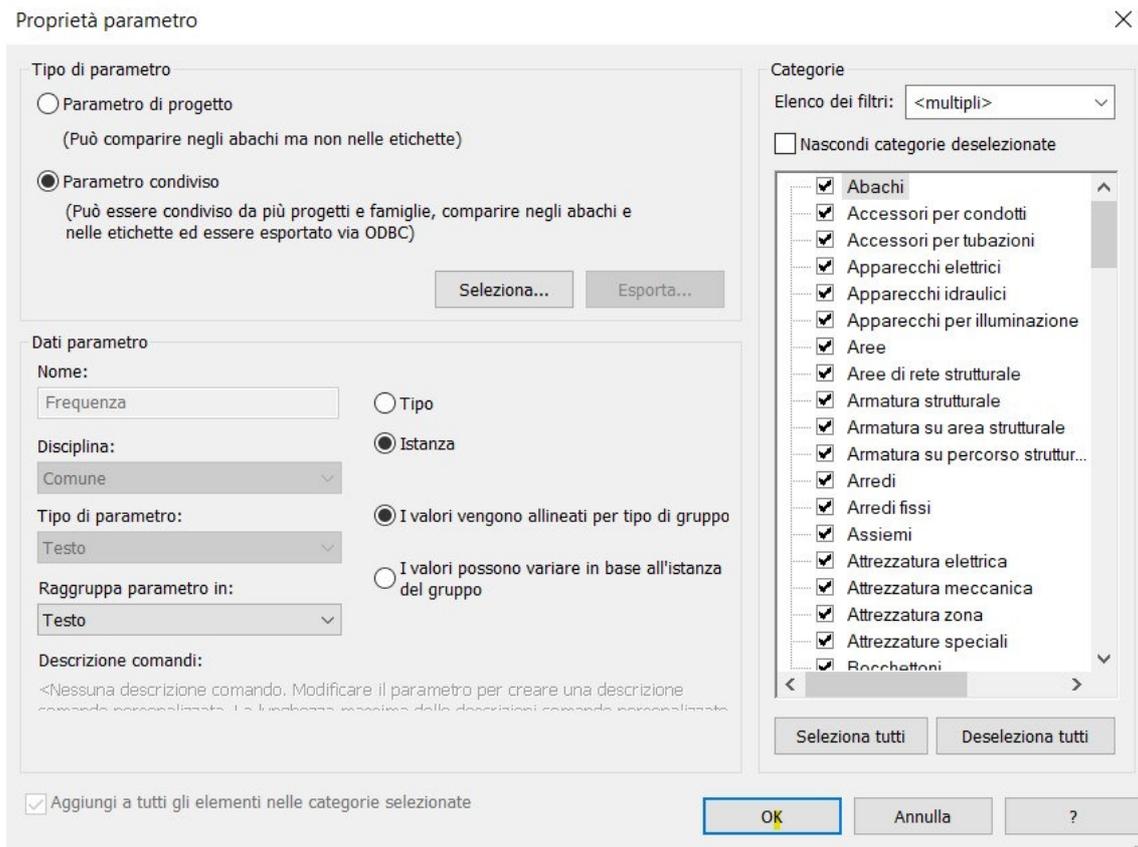


FIGURA 41 IMPOSTAZIONE DEL PARAMETRO DI PROGETTO [FONTE: PERSONALE]

Come si vede dall'immagine estratta direttamente da Autodesk Revit, l'ultimo passaggio è indicare a quali categorie si vuole associare il parametro creato. Per quasi tutte le casistiche, il parametro creato è stato associato a tutte le categorie, essendo comune a tutti gli elementi del modello. Fa eccezione il parametro "scheda tecnica", a cui è stato assegnato un Url che collega la scheda tecnica dei Fan coil e che è stata quindi associata ad "attrezzatura meccanica". Come detto questi parametri vengono salvati da Revit in formato .txt.

Gestione dei controlli di manutenzione tramite sistemi e modelli informativi

```

Parametro condiviso - 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 Scheda di manutenzione
*PARAM GUID NAME DATATYPE DATACATEGORY GROUP VISIBLE DESCRIPTION USERMODIFIABLE HIDEWHENNOVALUE
PARAM 61a1a70b-4b84-4f3e-b7c3-a74162c59633 Nome operatore TEXT 1 1 1 1 0
PARAM 48dd560e-3a48-48cc-b8df-a06acc192673 Intervento TEXT 1 1 1 1 0
PARAM 64343c30-6eeb-4845-aa77-cc46da7d064f Scheda tecnica URL 1 1 1 1 0
PARAM c2dcfd3a-3fe4-4b12-9001-8358f4e54122 Tipologia controllo TEXT 1 1 1 1 0
PARAM 2656ea62-d032-405d-8e51-d1e3990dd52f Note TEXT 1 1 1 1 0
PARAM 1e2cfd6d-5751-4108-9f6c-90a70e22be04 Frequenza controllo TEXT 1 1 1 1 0
PARAM 05b44789-9562-4e75-9ffa-a19bffa50dcf Data controllo TEXT 1 1 1 1 0
PARAM 2fc4b98d-97a1-4ed1-b274-09864edde60e Codice elemento TEXT 1 1 1 1 0
PARAM 1eb94aa3-3ef5-4c21-819f-a3e48ea680d2 Anno messa in opera TEXT 1 1 1 1 0
PARAM 9475ceae-3df4-496e-9885-e21d1bc15445 Ispezionabilità TEXT 1 1 1 1 0
PARAM 8ecc29e0-fae6-47c2-b8c5-e12821d9fa1b Numero scheda NUMBER 1 1 1 1 0
PARAM 9a8d09f8-60a9-4395-9231-7b220c1c39aa Quota TEXT 1 1 1 1 0
    
```

FIGURA 42 PARAMETRI CONDIVERSI IN FORMATO .TXT [FONTE: PERSONALE]

Di seguito è stato riportato l'elenco dei parametri condivisi che sono stati creati per i controlli di manutenzione. Anche in questo caso l'immagine è stata estratta direttamente da Revit.

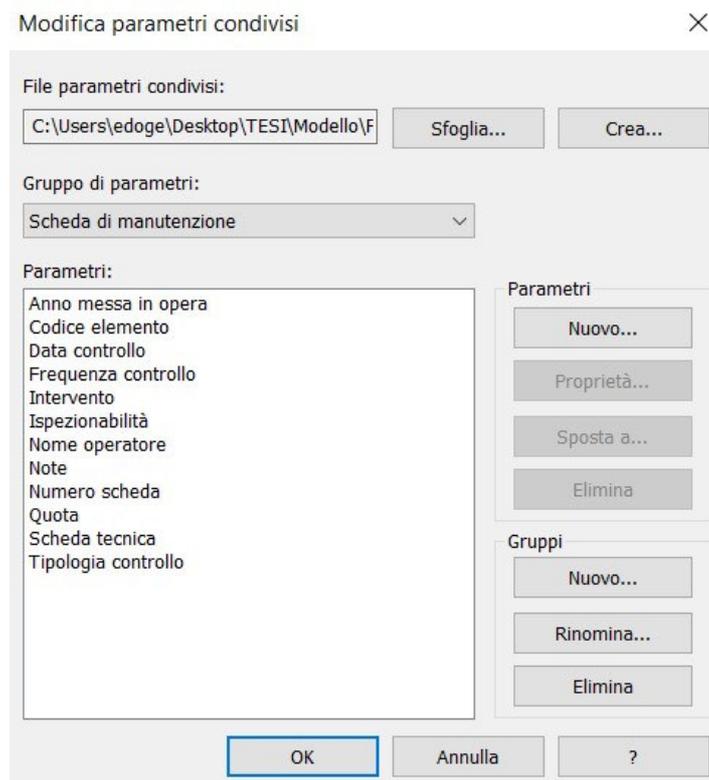


FIGURA 43 ELENCO PARAMETRI CONDIVERSI SU REVIT [FONTE: PERSONALE]

5.5 Compilazione dei parametri con dati di input

Per logica di creazione, i parametri creati si dividono in due tipologie. Sono parametri che possono essere compilati dal progettista, (come la “Frequenza del controllo”, il “codice dell’elemento”) e parametri riguardanti il controllo specifico della manutenzione, che devono essere compilati in una fase successiva dal professionista incaricato (vi rientrano ad esempio il “nome dell’operatore” e la “data del controllo”). Nella tabella seguente vengono classificati i parametri inseriti secondo questa distinzione:

| PARAMETRI DI INPUT | PARAMETRI DEL CONTROLLO |
|---------------------------|-------------------------|
| Codice elemento | Numero scheda |
| Quota | Nome operatore |
| Anno della messa in opera | Ispezionabilità |
| Frequenza controllo | Data controllo |
| - | Tipologia di controllo |
| - | Intervento |
| - | Note |

FIGURA 44 TIPI DI PARAMETRI DA COMPILARE [FONTE: PERSONALE]

Partendo dai parametri da inserire come input, è possibile compilarli direttamente sul software Revit, selezionando l’elemento e andando a modificarne il contenuto nella scheda “Proprietà”; sotto la voce in cui il parametro è stato aggiunto (per esempio “dati identità”). Si è tuttavia cercata una strategia alternativa e più funzionale per la compilazione dei parametri, vista la poca funzionalità del metodo manuale che prevede la selezione di molti elementi del modello. Si specifica che queste soluzioni non sono essenziali nel modello usato come esempio, poiché è caratterizzato da un numero relativamente basso di elementi geometrici e di informazioni. Tuttavia, in un progetto di dimensioni standard e con un numero di oggetti modellati molto superiore, le metodologie semplificate o automatiche per la compilazione dei parametri di progetto potrebbero rivelarsi fondamentali nella gestione dei dati.

Una possibile soluzione per la gestione delle informazioni potrebbe essere l’uso del software di programmazione visiva Dynamo. Questo è un modulo aggiuntivo di programmazione per la progettazione che permette di programmare nel linguaggio Python, tradotto da Revit attraverso l’utilizzo di Nodi. Dynamo permette quindi di creare degli “script” composti da algoritmi personalizzati che permettono di elaborare dati e creare nuove geometrie. L’uso di Dynamo può rivelarsi molto utile in svariati utilizzi relativi alla gestione dei dati.

Ad esempio, sono stati creati due semplici “script” per la compilazione dei parametri condivisi nel progetto. Il primo permette di compilare in modo automatico tutti i parametri con nome univoco, appartenenti ad una categoria di elementi. Nell’esempio riportato, si è voluto indicare che, per tutti i pilastri strutturali, la frequenza dei controlli dovesse essere effettuata con cadenza annuale. Nello script di destra è invece indicabile un singolo parametro di un oggetto del modello specifico; in modo da poterlo compilare in modo univoco rispetto agli altri parametri di istanza. È il caso del “codice dell’elemento” per esempio, che deve essere univoco per ogni oggetto modellato.

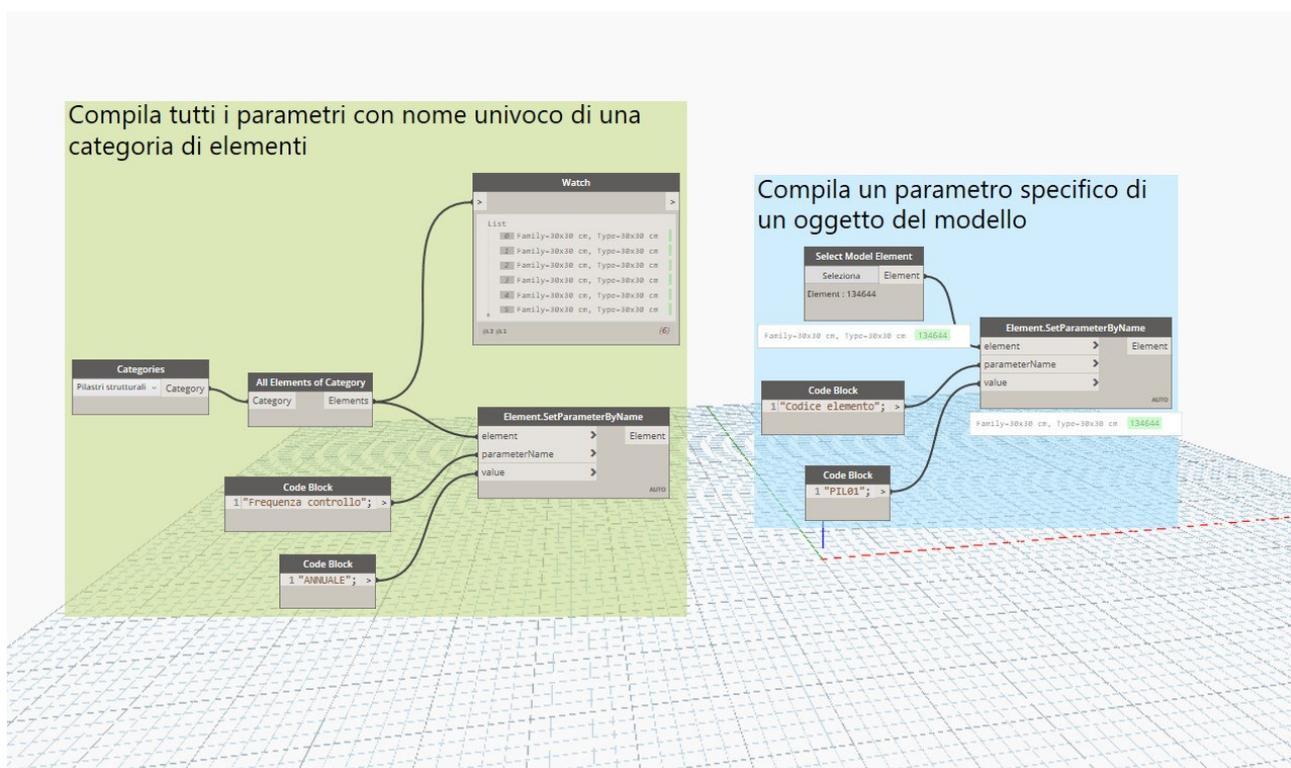


FIGURA 45 SCRIPT DI DYNAMO PER LA COMPILAZIONE AUTOMATICA E MANUALE DEI PARAMETRI CONDIVISI [FONTE: PERSONALE]

Un altro metodo che è stato testato è l’utilizzo del software Excel di Office come strumento intermedio per la caratterizzazione dei parametri. Per collegare Excel a Revit esistono due strade; la prima vede nuovamente l’utilizzo di Dynamo, la seconda l’utilizzo di un plug in compatibile con il software BIM. Se si vuole procedere tramite Dynamo, occorrerà utilizzare due distinti script. Uno per l’esportazione degli abachi creati su Revit in un foglio di calcolo Excel e uno per reimportare i dati da Excel a Revit. Ovviamente, nel caso i dati da inserire siano già disponibili e occorre semplicemente inserirli all’interno dei parametri condivisi di Revit, basterà utilizzare il secondo script Dynamo.

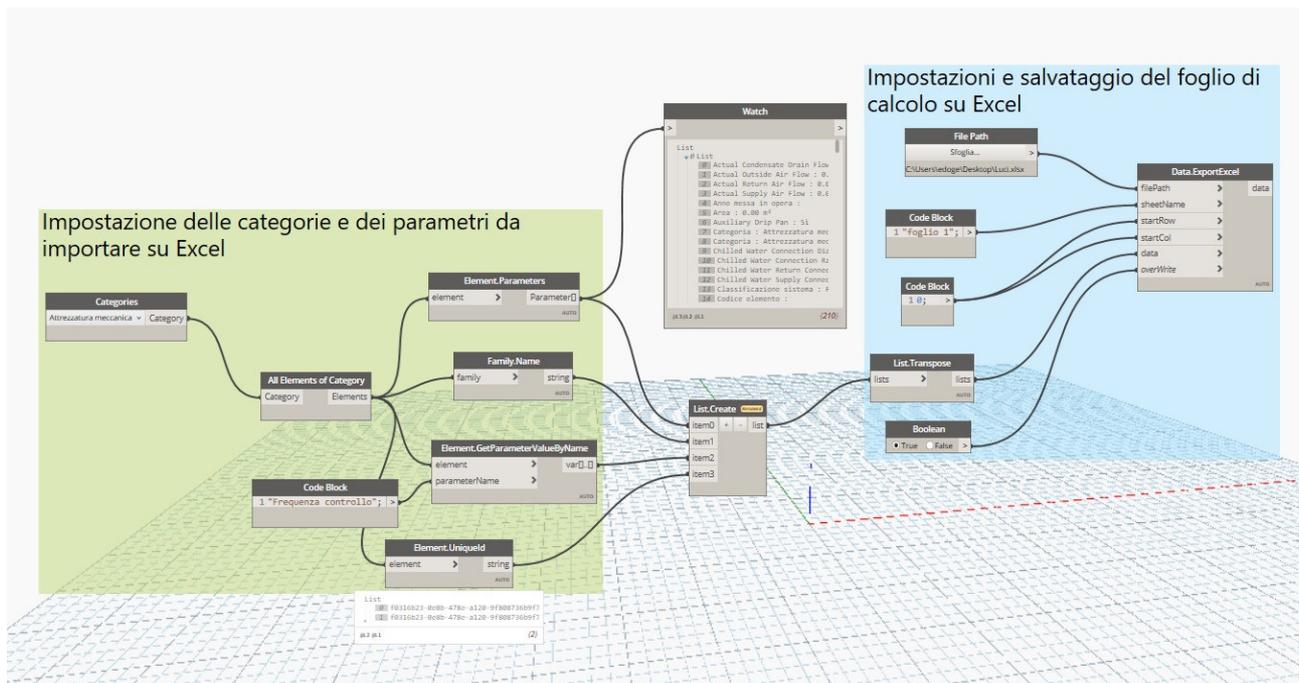


FIGURA 46 SCRIPT DYNAMO PER L'ESPORTAZIONE DEI DATI DA REVIT A EXCEL [FONTE: PERSONALE]

Dall'immagine si può osservare il primo script di Dynamo tra quelli descritti in precedenza e composto di due parti. La prima serve per indicare quali categorie e quali proprietà dell'oggetto si vogliono importare su Excel (per fare ciò è opportuno creare delle liste). La seconda parte (in azzurro) serve per la creazione del foglio di calcolo e la sua impostazione grafica, in particolare il nome del foglio, la colonna e la riga di partenza e il percorso di salvataggio.

Come detto, per importare i dati da un foglio di calcolo Excel a Revit è stato creato un altro script. Questo può essere utilizzato sia per reimportare i parametri degli abachi precedentemente esportati (con lo script mostrato precedentemente) e modificati su Excel, sia per importare i dati contenuti in un file Excel nuovo. Nell'esempio che verrà mostrato, è stato creato un nuovo foglio di calcolo, contenente alcuni dei dati che devono essere importati sul software. In particolare, si sono voluti compilare i campi relativi a "codice elemento", "nome operatore" e "tipologia di controllo".

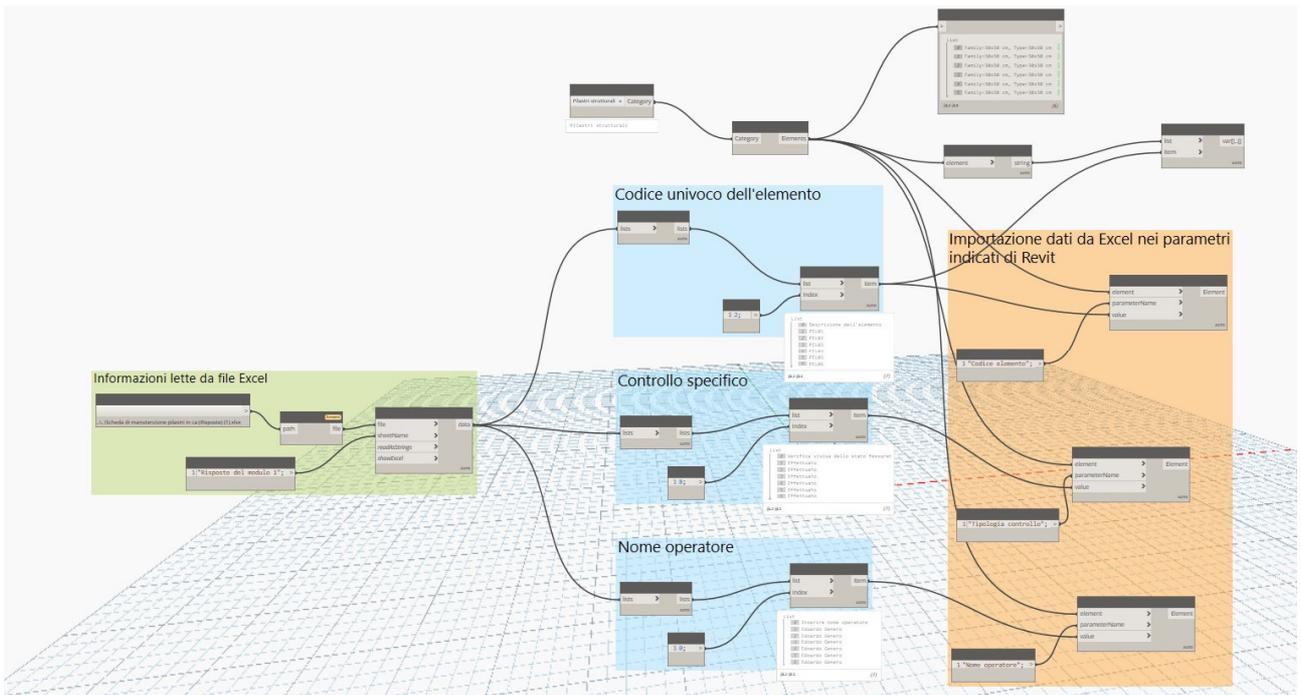


FIGURA 47 SCRIPT DYNAMO PER L'IMPORTAZIONE DEI DATI DA EXCEL A REVIT [FONTE: PERSONALE]

Dallo script si nota che nella prima parte viene indicato il foglio Excel che deve essere letto. I gruppi azzurri indicano i campi dati di Excel che si vogliono importare dentro Revit. I gruppi arancioni, infine, servono per specificare i parametri condivisi del modello che si vogliono compilare. Nella parte alta (esterna ai gruppi creati) si indica la categoria di famiglia in cui ricercare i parametri scritti. Questo è un passaggio fondamentale, che evita di sovrascrivere i dati all'interno dei parametri omonimi di tutti gli oggetti, ma solamente di quelli voluti.

Metodologie alternative per la gestione dei controlli di manutenzione

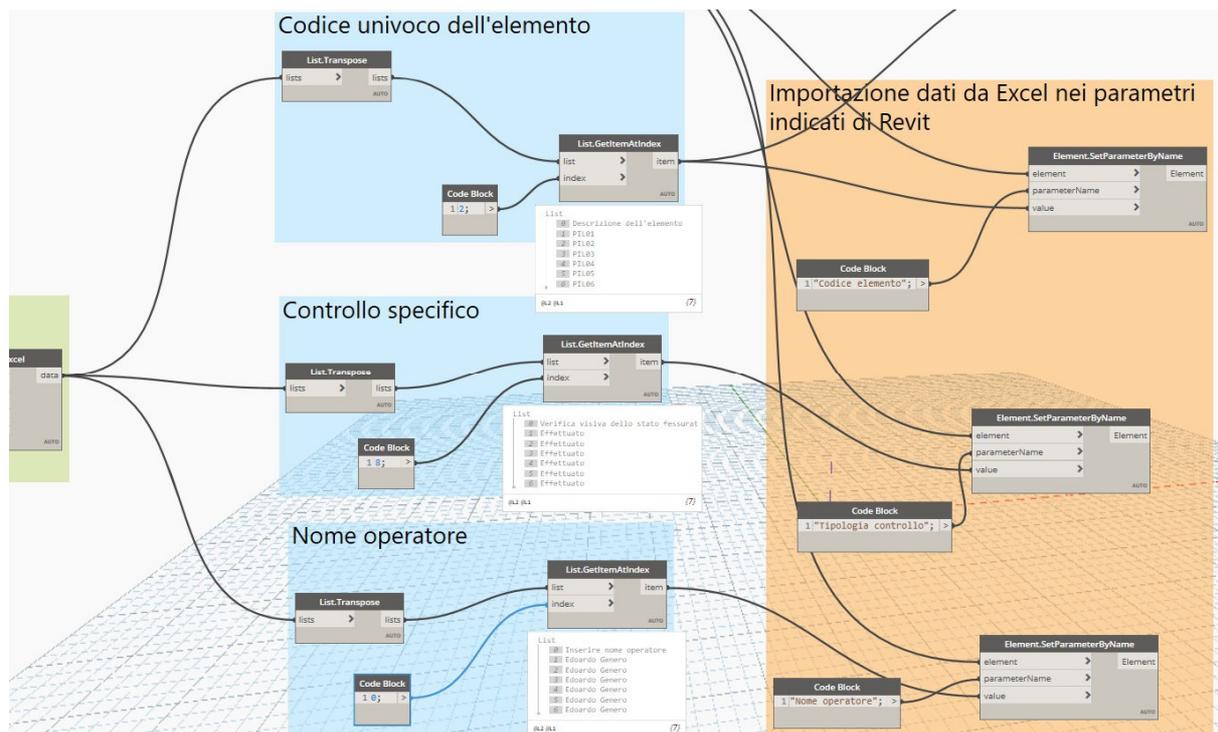


FIGURA 48 DETTAGLIO DEI PARAMETRI REVIT COMPILATI CON I DATI ESTERNI [FONTE: PERSONALE]

Esistono poi un vasto numero di plug in che permettono l'esportazione di informazioni su Excel da Revit e viceversa. Questi funzionano solitamente attraverso gli abachi. Ad esempio, si è utilizzato il plug in di BIM One "Import/Export Excel"; un'applicazione molto utile per esportare gli abachi su Excel, (così come sono stati organizzati su Revit), modificarne i campi sfruttando le potenzialità del programma di office e quindi reimportarli su Revit. Basti pensare alla semplicità della compilazione dei codici dell'elemento (con numeri sequenziali) tramite Excel; cosa che su Revit sarebbe dovuta avvenire manualmente ed elemento per elemento.

| <Abaco dei pilastri strutturali> | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------------|-----------------|--------------------|----------------|----------------------------|------------|---------------------|------------------|------|
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
| Nome operatore | Numero scheda | Codice elemento | Anno messa in oper | Data controllo | Famiglia | Intervento | Frequenza controllo | Ispersionabilità | Note |
| | | | | | Pilastro in calcestruzzo - | | | | |
| | | | | | Pilastro in calcestruzzo - | | | | |
| | | | | | Pilastro in calcestruzzo - | | | | |
| | | | | | Pilastro in calcestruzzo - | | | | |
| | | | | | Pilastro in calcestruzzo - | | | | |

FIGURA 49 ABACO DEI PILASTRI STRUTTURALI DA COMPILARE [FONTE: PERSONALE]

Gestione dei controlli di manutenzione tramite sistemi e modelli informativi

| C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|----------------|---------------|-----------------|---------------------|----------------|---|----------------|---------------------|-----------------|------|
| Nome operatore | Numero scheda | Codice elemento | Anno messa in opera | Data controllo | Famiglia | Intervento | Frequenza controllo | Ispezionabilità | Note |
| Text | Number | Text | Text | | Elementid | Text | Text | Text | Text |
| | 1 | PIL01 | 2022 | | Pilastro in calcestruzzo - Rettangolare | Non necessario | ANNAULE | | |
| | 2 | PIL02 | 2022 | | Pilastro in calcestruzzo - Rettangolare | Non necessario | ANNAULE | | |
| | 3 | PIL03 | 2022 | | Pilastro in calcestruzzo - Rettangolare | Non necessario | ANNAULE | | |
| | 4 | PIL04 | 2022 | | Pilastro in calcestruzzo - Rettangolare | Non necessario | ANNAULE | | |
| | 5 | PIL05 | 2022 | | Pilastro in calcestruzzo - Rettangolare | Non necessario | ANNAULE | | |
| | 6 | PIL06 | 2022 | | Pilastro in calcestruzzo - Rettangolare | Non necessario | ANNAULE | | |

FIGURA 50 ABACO DEI PILASTRI STRUTTURALI COMPILATO [FONTE: PERSONALE]

Si ricorda che una volta completato l’inserimento dei parametri di input, utili per le fasi successive, il modello dovrà essere esportato in formato IFC (come si vedrà nei capitoli successivi) in modo tale da permettere al professionista incaricato dei controlli di manutenzione di poter aprire il file e compilare i parametri rimanenti, legati proprio alla manutenzione. Per ricapitolare il procedimento, viene proposto il seguente schema riassuntivo, in cui si identificano i passaggi chiave e le caratteristiche del modello che si ottengono da questi:

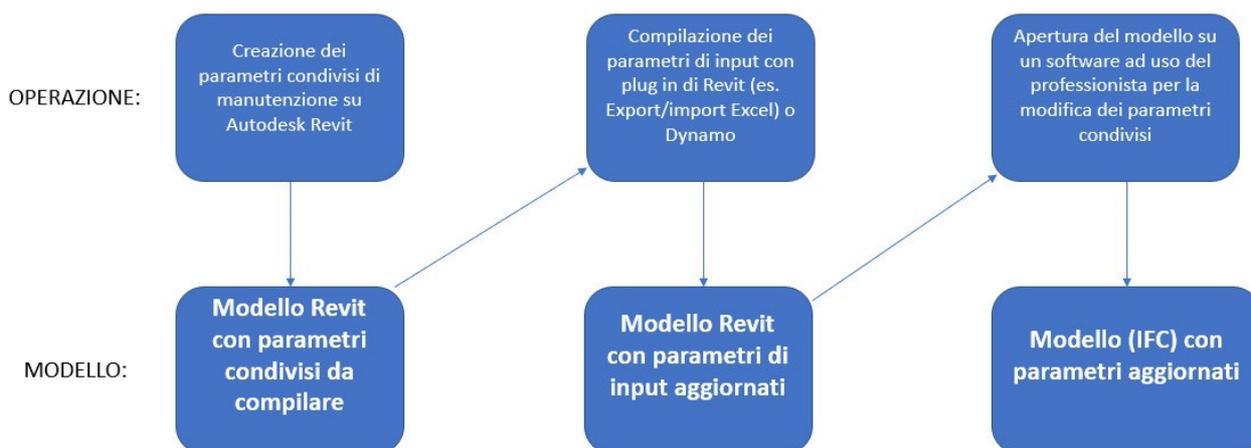


FIGURA 51 SCHEMA RELATIVO ALLA COMPILAZIONE DEI PARAMETRI CONDIVISI E CONSEGUENTE ESPORTAZIONE DEL MODELLO IN FORMATO IFC [FONTE: PERSONALE]

5.6 Il formato aperto di scambio IFC e l’open Bim

Facendo un passo in avanti, si ritrova il concetto di Open Bim e di condivisione dei dati, già esposto all’inizio della trattazione e ripreso più volte durante lo sviluppo della tesi. Riconsiderando gli obiettivi del modello creato (esposti nel capitolo 5.2), è stata specificata l’importanza di dover condividere i dati del progetto con il professionista che si occuperà dei controlli di manutenzione. Dal momento che il professionista incaricato non userà Revit per lo svolgimento delle sue attività. Si

Metodologie alternative per la gestione dei controlli di manutenzione

è pensato quindi di esportare il modello dal formato Rvt (proprio del software Revit) al già citato formato IFC (acronimo di Industry Foundation Classes).

L'IFC è un formato standard aperto per lo scambio di dati BIM e ha l'obiettivo di facilitare la collaborazione tra i diversi stakeholders del settore edilizio; inoltre è stato registrato come standard internazionale ufficiale nella *ISO 16739:2013*. Entrando nello specifico è un formato di file aperto e neutrale, (non controllato da alcun produttore specifico di software) e può essere utilizzato per scambiare e condividere in maniera affidabile i dati tra le varie applicazioni sviluppate da differenti software house. Ciò permette quindi a tutti i professionisti di consultare e analizzare la geometria contenente i dati delle altre discipline coinvolte. Risulta inoltre l'unico formato in grado di conservare in maniera inalterata informazioni come:

- la geometria degli elementi modellati;
- la topologia degli oggetti;
- le proprietà dei materiali e dei parametri contenuti negli oggetti;

Questi aspetti pongono tale formato in un ruolo chiave nella collaborazione e nell'interoperabilità che sono alla base di un processo BIM stesso. L'interoperabilità IFC tra gli applicativi BIM dà la possibilità di estrarre dal modello i dati necessari per effettuare attraverso software dedicati importanti analisi, quali quelle strutturali, energetiche, HVAC, computi estimativi e attività del Facility Management (quali la manutenzione e la sua gestione).

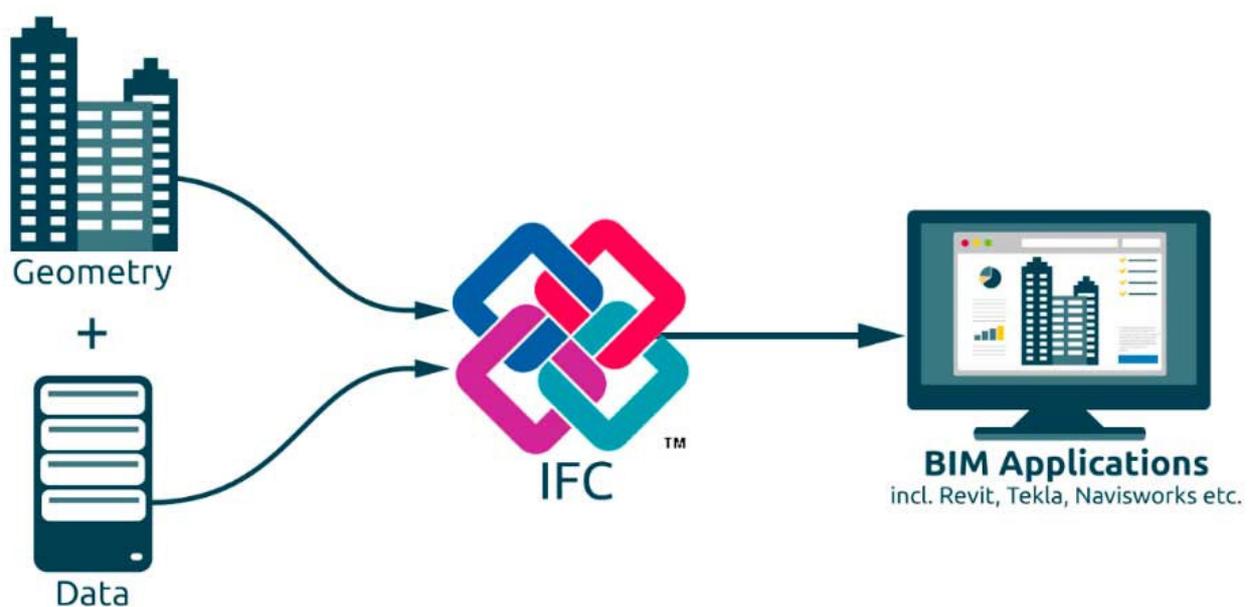


FIGURA 52 INTEROPERABILITÀ TRA SOFTWARE BIM ATTRAVERSO IL FORMATO IFC [FONTE: WWW.BIMCOMMUNITY.COM]

Nonostante ciò, esistono ancora limiti evidenti nell'utilizzo attuale dei formati IFC. Questi vengono riscontrati soprattutto al momento dell'importazione dei file, dove software molto diversi tra loro potrebbero avere un'interpretazione delle informazioni rilevate all'interno del file IFC non identiche all'originale. Un'altra problematica riscontrabile in alcuni software è la mancanza di completa sovrapposizione degli elementi o la mancanza di alcune informazioni contenute negli oggetti. Queste problematiche sono dovute al fatto che per il momento le case produttrici di software privilegiano l'utilizzo di un formato file proprietario (es. Revit = formato Rvt), lasciando in secondo piano l'uso di un formato di scambio neutrale. Per limitare questi inconvenienti di esportazione è utile utilizzare dei visualizzatori IFC (come verrà fatto nei paragrafi successivi). Questi sono utili per verificare che le caratteristiche volute del modello siano state esportate correttamente.

5.6.1 Struttura dell'IFC

Nonostante i difetti appena elencati, il file IFC è stata una vera rivoluzione nel mondo dell'AEC, in quanto rappresenta un linguaggio comune a tutti gli operatori coinvolti nell'intero ciclo di vita dell'opera. Leggendo l'articolo di approfondimento rilasciato da ACCA Software relativo ai "IFC File", si apprende che la logica del formato si fonda su 3 concetti fondamentali, che rappresentano la sua stessa struttura. Questi definiscono:

- IfcObjectDefinition: le entità (oggetti)
- IfcRelationship: le relazioni tra le entità
- IfcPropertyDefinition: le proprietà associate alle entità.

Analizzando velocemente e riassumendo questi concetti è possibile stabilire che la classe IfcObjectDefinition racchiude tutti gli oggetti utili a descrivere compiutamente un manufatto del costruito; l'IfcProduct, è invece la classe base per tutte le entità di un progetto ed è costituita da elementi spaziali, elementi fisici, elementi di analisi strutturale. Infine, l'IfcPropertyDefinition consente la generalizzazione di tutte le proprietà che possono essere assegnate agli oggetti. Questa generalizzazione permette la definizione di set di proprietà che definiscono a loro volta le informazioni condivise tra più istanze di oggetti. Questi concetti sono schematizzati nell'immagine che segue:



FIGURA 53 STRUTTURA GERARCHICA DI UN FILE IFC [FONTE: BIM.ACCA.IT]

5.7 Esportazione di un file IFC e Model Checking attraverso IFC model viewer

L'esportazione del modello in un file IFC è uno dei passaggi fondamentali dell'iter procedurale. Questo perché la perdita di informazioni al momento del passaggio di formato comprometterebbe tutte le attività successive, oltre a rendere inutile gli sforzi fatti per la corretta realizzazione del modello originale sul software BIM authoring.

Anche in questo caso per esportare correttamente un modello in IFC, occorre tener conto dell'uso a cui il file è destinato. Da "Esporta" > "Opzioni" > "Opzioni IFC" è possibile osservare a quali classi IFC verranno assegnate le categorie di Revit. Da qui è possibile modificare il nome della classe, o indicare che la categoria non è da esportare.

Fatto ciò, è possibile esportare un progetto aperto in Revit attraverso il comando "Esporta IFC". Da qui, oltre a nominare e salvare il file, è possibile modificarne la configurazione, indicando ad esempio una fase in particolare da esportare, il livello di dettaglio, i gruppi di proprietà. Attraverso queste modifiche sarà possibile esportare elementi del modello come gli abachi, gli elementi presenti in una determinata vista o file collegati come IFC separati.

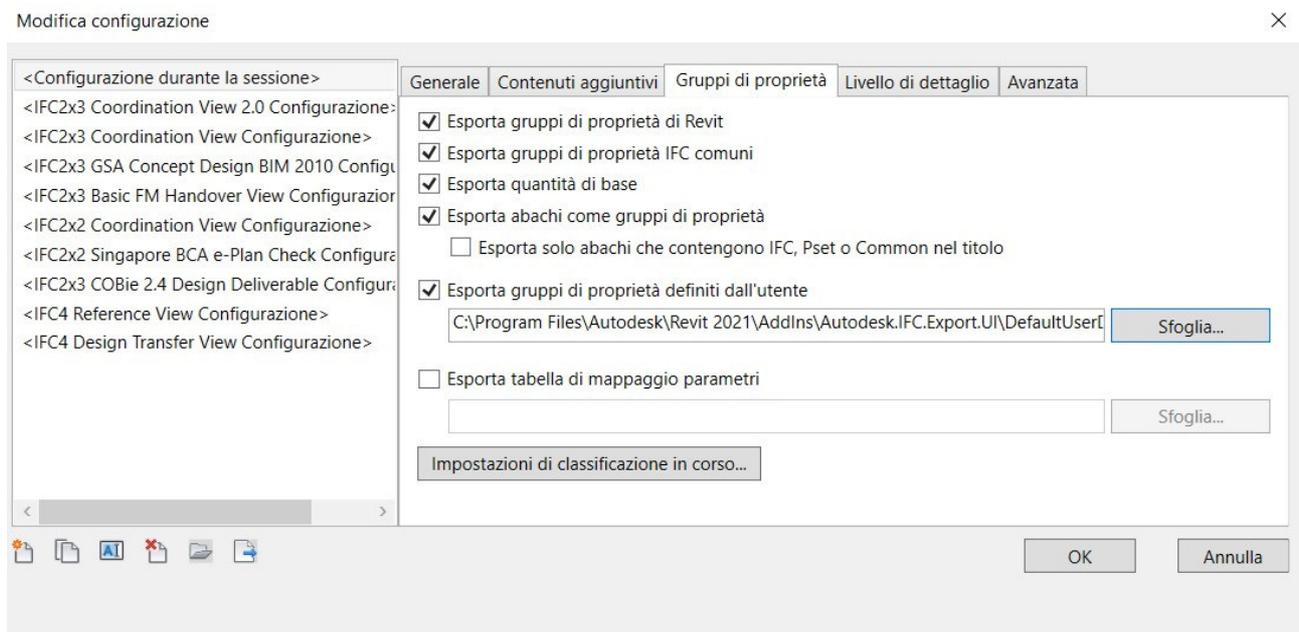


FIGURA 54 CONFIGURAZIONE DI ESPORTAZIONE IFC DA REVIT [FONTE: PERSONALE]

Una volta esportato il file è conveniente effettuare un ulteriore passaggio prima del suo utilizzo o della consegna ai professionisti che lo utilizzeranno su altri software. Come esposto nei capitoli introduttivi al formato (in particolare il capitolo 5.6), il passaggio di esportazione del modello potrebbe presentare alcune lacune, sia a livello geometrico che informativo. Vale la pena effettuare il cosiddetto Model Checking del file, per assicurarsi che i risultati dell’esportazione siano quelli desiderati. Per fare ciò viene normalmente utilizzato un visualizzatore IFC (o IFC model viewer), che permette di aprire e navigare il file.

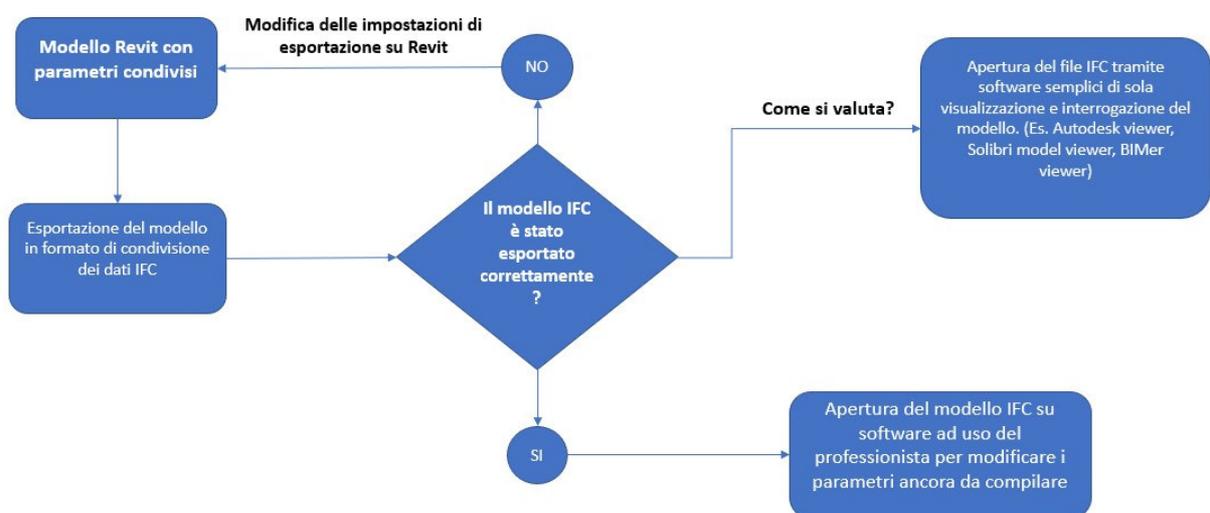


FIGURA 55 FLOW CHART DELLA PROCEDURA DI ESPORTAZIONE E VISUALIZZAZIONE DEL MODELLO IFC [FONTE: PERSONALE]

Metodologie alternative per la gestione dei controlli di manutenzione

Sul mercato sono disponibili numerosi visualizzatori, alcuni dei quali (come Naviswork) presentano altre funzionalità utili come il test delle interferenze nel modello o la simulazione del workflow di costruzione (quarta dimensione del BIM). Tuttavia, se l'unica operazione che si vuole effettuare è il controllo del modello, per verificarne la corretta esportazione di informazioni, geometrie e fasi, è sufficiente l'utilizzo di un IFC viewer "rapido"; che presenta un'interfaccia più semplice e un numero di comandi limitati. Di seguito viene indicato un elenco di alcuni IFC model viewer presenti sul mercato, i quali sono stati utilizzati per la verifica del modello:

- Autodesk Viewer;
- Solibri model viewer;
- BMer viewer;
- BIM viewer Online;
- UsBIM viewer+;

Questi visualizzatori permettono di caricare il file direttamente sulla versione gratuita e online del software. Ciò permette di verificare la correttezza dell'esportazione senza dover scaricare nessun visualizzatore aggiuntivo sul dispositivo, aprendo l'IFC da controllare dovunque (ad esempio anche su tablet o smartphone).

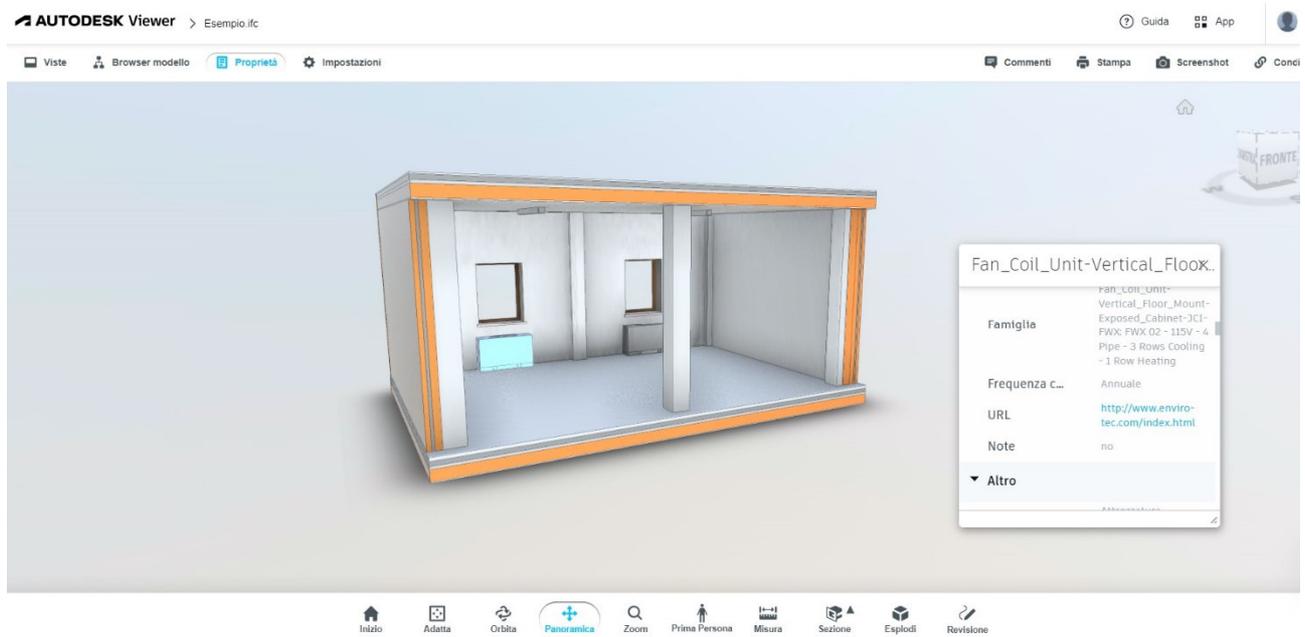


FIGURA 56 IFC MODEL VIEWER - AUTODESK VIEWER [FONTE: PERSONALE]

Nell'immagine è stato riportato a titolo di esempio il visualizzatore Autodesk viewer online, su cui è stato caricato il file IFC salvato localmente. Si nota come il modello IFC sia navigabile e le

informazioni esportate degli oggetti siano consultabili. Vi sono poi altre funzioni utili, come la possibilità di creare sezioni, esplosi o aggiungere dei commenti o testi scritti direttamente sul modello.

5.8 Studio dei software per l'apertura e la modifica di modelli IFC

Attraverso i visualizzatori si è quindi verificato che il modello esportato rispettasse i requisiti richiesti. A questo punto il modello IFC può essere caricato su software utili per la gestione dei controlli di manutenzione. Si ricorda che il workflow operativo prevede che il modello, una volta esportato, sia navigabile e le informazioni all'intero delle proprietà dell'oggetto siano implementabili, in modo tale da poter redigere una sorta di scheda di manutenzione personalizzata per ogni oggetto del modello. Si ricorda inoltre che uno dei principali requisiti cercati all'interno delle soluzioni analizzate è la versione "Freeware", dal momento che le soluzioni integrate con licenza a pagamento (che dal punto di vista unicamente gestionale e funzionale rappresentano delle soluzioni sicuramente preferibili) sono state già trattate nei capitoli relativi alle piattaforme CMMS e IWMS. Analizzati gli obiettivi di questa fase, sono stati ricercati dei software che permettessero:

- Il caricamento e l'apertura di formati IFC;
- La visualizzazione delle geometrie e la consultazione delle proprietà degli oggetti;
- L'impostazione di filtri di selezione (sulla base di famiglie di oggetti e proprietà);
- La modifica e/o aggiunta delle proprietà IFC all'istanza voluta;
- L'esportazione dei dati e delle proprietà per la creazione di database;

Tra queste funzioni, la più complessa da soddisfare si è rivelata la modifica/aggiunta delle proprietà degli elementi modellati ed esportati in IFC. Usando come base di ricerca queste funzioni, si è individuato in "*UsBIM.viewer+*" il freeware adatto per la continuazione del workflow operativo prima descritto.

5.9 UsBim viewer+

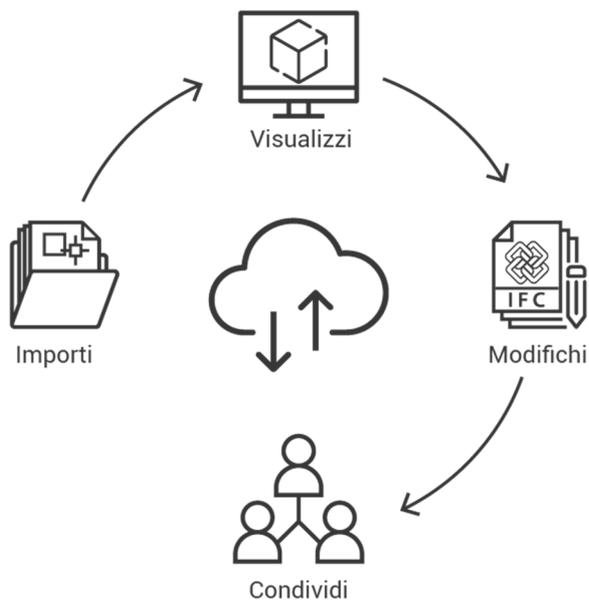


FIGURA 57 CICLO DELL'INFORMAZIONE SU USBIM.VIEWER+ [FONTE: WWW.ACCA.IT]

UsBim viewer+ è un freeware (software gratuito) rilasciato da ACCA software e certificato da BuildingSmart international per la gestione dei file IFC. Il Software nasce come un IFC viewer, ma in realtà presenta molte più funzioni di un normale visualizzatore (come, ad esempio, Autodesk viewer che è stato visto nei paragrafi precedenti). In particolare, il programma permette di importare ed esportare i file IFC, di convertire in file IFC i modelli in alcuni formati proprietari (come dwg, rvt, skp), di condividere gratuitamente i progetti su una piattaforma BIM Management e soprattutto di editare le proprietà IFC (creando anche filtri di

selezione). Le modifiche apportate sul file possono anche essere condivise sul cloud della piattaforma UsBIM, che tuttavia risulta gratuito per un periodo limitato; dopodiché va comprata la licenza, così come per i software UsBIM in generale (fatta eccezione come detto per UsBIM.viewer+).

Di seguito, viene mostrata una tabella che individua quelli che sono i principali vantaggi e svantaggi riscontrati nell'uso dell'applicazione:

| VANTAGGI | SVANTAGGI |
|---|---|
| Applicazione gratuita (scaricabile sul sito ufficiale di ACCA) | Serve un account ACCA (gratuito) |
| Visualizza geometrie e proprietà degli oggetti | Importa ed esporta file unicamente in formato IFC |
| Creazione di gruppi e filtri di selezione | - |
| Modifica e/o aggiunta di proprietà all'istanza IFC | - |
| Salvataggio della scheda "Proprietà" di un oggetto in formato. Xlsx | - |

FIGURA 58 VANTAGGI E SVANTAGGI DI USBIM.VIEWER+ [FONTE: PERSONALE]

È stato poi creato uno schema riassuntivo dell'iter procedurale, i cui passaggi sono stati in parte già anticipati, ma che verranno mostrati nello specifico nel corso dei prossimi capitoli. Dallo schema si nota come il punto di partenza, così come quello di arrivo, sia il software Revit, mentre le procedure intermedie sono necessarie per la creazione delle schede di manutenzione e del database, che verrà successivamente reimportato proprio in Revit. Quindi i passaggi chiave sono:

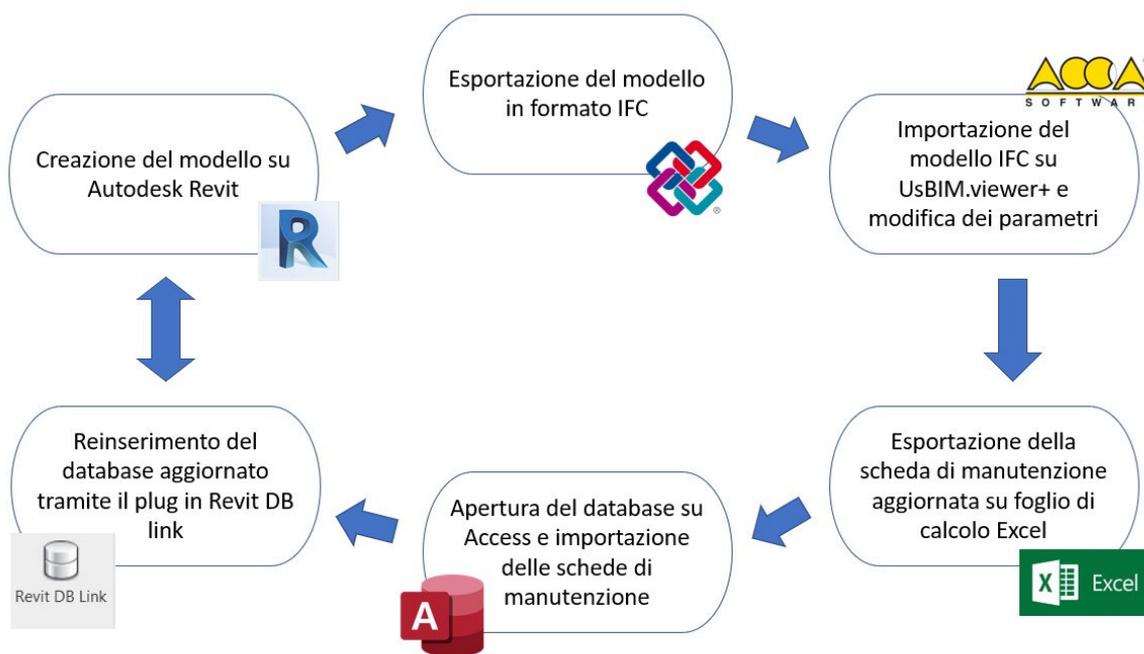


FIGURA 59 ITER PROCEDURALE CON L'UTILIZZO DI USBIM.VIEWER+ [FONTE: PERSONALE]

5.10 Modifica dei parametri IFC

Quando il modello in formato IFC è stato correttamente caricato all'interno del software, cliccando su un elemento del modello è possibile visualizzare al suo interno l'elenco delle proprietà che si sono esportate da Revit. A questo punto, per poter compilare i parametri utili per il controllo manutentivo, occorre premere il comando "Edita IFC" presente nella barra di comando. Si aprirà quindi una nuova interfaccia del programma, che permetterà di modificare la geometria o il posizionamento degli oggetti del modello; oppure, come nel caso voluto, di modificare/aggiungere le proprietà di progetto. Una volta compilati tutti i parametri desiderati, tramite l'icona di salvataggio (nella scheda proprietà stessa), il programma salverà i gruppi di parametri desiderati in un foglio di calcolo Excel. Nell'immagine seguente, viene mostrato uno screen estratto direttamente dal programma, che mostra i comandi appena descritti:

Metodologie alternative per la gestione dei controlli di manutenzione

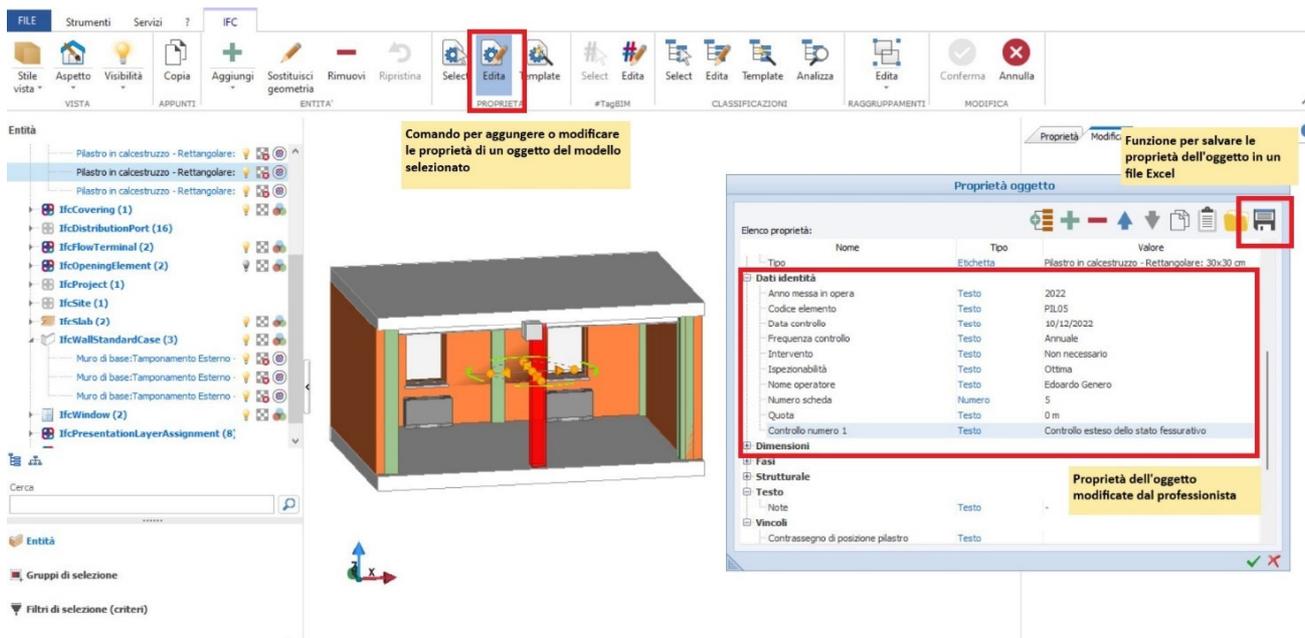


FIGURA 60 EDITING DEI PARAMETRI MANUTENTIVI SUL SOFTWARE USBIM.VIEWER [FONTE: PERSONALE]

In questo caso, i parametri di progetto erano stati organizzati sotto la voce “Dati identità”. Al momento dell’esportazione delle proprietà dell’oggetto su Excel, si potrà specificare se esportare solo i parametri relativi alla voce desiderata o quelli presenti sottogruppi diversi (come il materiale dell’oggetto, le dimensioni, la fase di creazione ecc.). I parametri da compilare vengono stabiliti dal progettista al momento della realizzazione del modello BIM, tuttavia come detto, questi sono implementabili (o eventualmente eliminabili) direttamente sul Software di gestione, ciò rende le schede manutentive ampiamente personalizzabili. Inoltre, oltre a poterle creare manualmente, il programma dà anche la possibilità di caricare le proprietà di un’istanza direttamente da un file Excel, cosa che può essere molto utile nel caso i parametri da inserire siano numerosi. Nel caso di un pilastro strutturale per cui sono stati esportati unicamente i parametri modificati, il foglio Excel prodotto dal software risulta così strutturato:

| | A | B | C | D |
|----|---------------|---------------------|--|---|
| 1 | PSet Name | Property Name | Property Default Value | |
| 2 | Dati identità | Anno messa in opera | 2022 | |
| 3 | Dati identità | Codice elemento | PIL05 | |
| 4 | Dati identità | Data controllo | 10/12/2022 | |
| 5 | Dati identità | Frequenza controllo | Annuale | |
| 6 | Dati identità | Intervento | Non necessario | |
| 7 | Dati identità | Ispezionabilità | Ottima | |
| 8 | Dati identità | Nome operatore | Edoardo genero | |
| 9 | Dati identità | Numero scheda | 5 | |
| 10 | Dati identità | Quota | 0 m | |
| 11 | Dati identità | Controllo numero 1 | Controllo esteso dello stato fessurativo | |
| 12 | Testo | Note | Nessuna nota | |
| 13 | | | | |
| 14 | | | | |
| 15 | | | | |
| 16 | | | | |

FIGURA 61 PARAMETRI DI UN PILASTRO STRUTTURALE ESPORTATE SU EXCEL DA BIM.VIEWER+ [FONTE: PERSONALE]

Un'altra funzionalità che può rivelarsi utile ai fini gestionali delle indagini da effettuare è la possibilità di creare dei filtri di selezione sulla base dei contenuti informativi degli oggetti. Un esempio applicativo potrebbe essere la visualizzazione dei gruppi di oggetti privi di una data di avvenuta indagine, piuttosto che con la medesima frequenza di controllo. Ciò può essere comodo al professionista incaricato della manutenzione, sia come verifica aggiuntiva, sia per tenere sotto controllo gli elementi che devono essere ancora verificati. Il procedimento per creare i gruppi di selezione è simile a quello del software Revit. È necessario indicare le categorie facenti parte del gruppo di oggetti che si vuole valutare (es: Pilastri strutturali) e impostare una “condizione” che deve essere rispettata affinché si attivi il filtro di visualizzazione. Nell’esempio successivamente riportato, si è impostato un filtro di selezione per visualizzare sul modello gli elementi con una frequenza annuale del controllo di manutenzione:

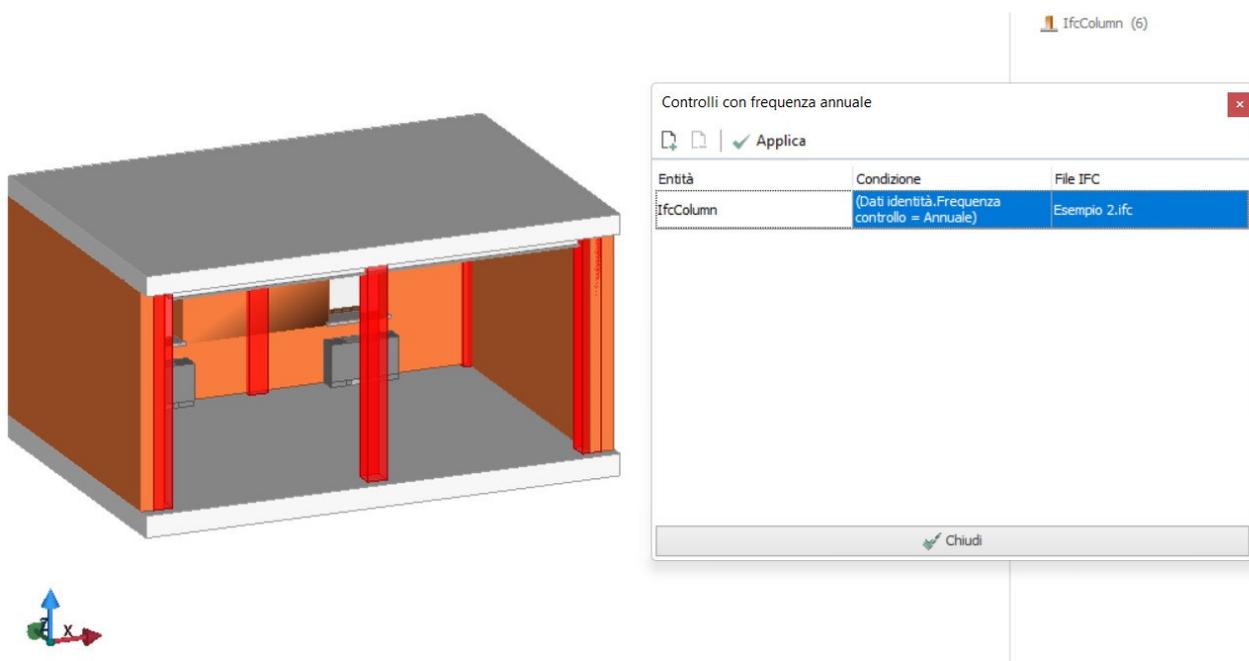


FIGURA 62 FILTRO DI SELEZIONE IMPOSTATO SU USBIM.VIEWER+ [FONTE: PERSONALE]

5.11 Reimportazione dei parametri aggiornati su Revit

Il passaggio finale della metodologia prevede l'importazione dei parametri compilati dal professionista, in seguito ai controlli, nuovamente sul software di partenza (in questo caso Revit). In questo modo si otterrà un modello originale aggiornato con le informazioni derivanti dai controlli di manutenzione effettuati. Questo risulterà utile per i controlli futuri, dal momento che interrogando il modello salteranno all'occhio le istanze per le quali sono state effettuate indagini e interventi, o eventualmente le problematiche riscontrate. Poi il software permetterà una serie di funzioni utili ai professionisti, come la creazione di filtri di visualizzazione per gli oggetti con anomalie, o per data del controllo (in modo simile a quanto mostrato sul software di ACCA). Bisogna anche considerare che disporre del contenuto aggiornato di tutti i parametri è un passaggio obbligato per poter ottenere da Revit un Database completo e corretto degli interventi sull'edificio. Per importare i dati dalle schede di manutenzione di Excel (che si ricorda, sono state esportate da BIM.viewer+), si potrebbe utilizzare nuovamente il software di programmazione visiva Dynamo, così come è stato fatto per compilare i parametri condivisi nel capitolo 5.5. Tuttavia, si è pensato fosse più conveniente ragionare in termini di database. Per questo motivo si è deciso di utilizzare il plug in di Revit "DB link".

5.11.1 Revit DB link

Autodesk Revit DB Link è un applicativo utile per esportare i dati di un progetto di Revit in un database, modificarli e quindi reimportarli nel progetto di Revit. Questo plug in è stato reso nuovamente disponibile per Revit a partire dalla versione 2020 del programma e permette di utilizzare 2 tipi di database:

- *Microsoft Access*
- *SQL Server 2005/2008/2012*

Nel caso specifico si è scelto di utilizzare per l'esportazione il software di Office "Microsoft Access". Attraverso l'applicazione di Office, la procedura risulta essere molto semplice, dal momento che la bidirezionalità del processo di esportazione/importazione del database in Revit permette la modifica o integrazione dei parametri in ambedue le piattaforme, così come è mostrato nello schema seguente:

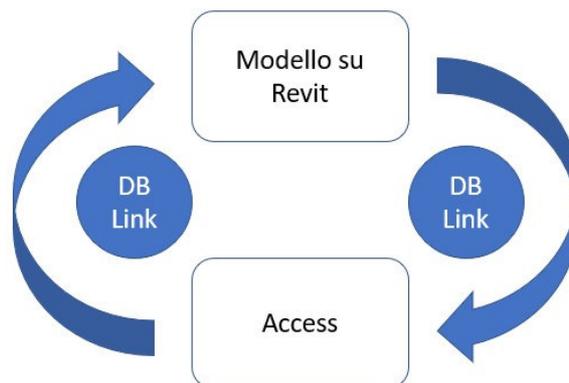


FIGURA 63 BIDIREZIONALITÀ TRA REVIT E ACCESS GRAZIE A DB LINK [FONTE: PERSONALE]

Tuttavia, durante l'utilizzo si è riscontrata un'anomalia nella creazione del database mediante l'opzione "Connessione MS Access 2007-2016", che provocava un messaggio di errore e l'arresto improvviso del programma. In seguito, si è scoperto che Revit DB Link non supporta attualmente il motore di database di Microsoft Access o Runtime 2016. La problematica si è risolta scaricando "Microsoft Access Database Engine 2010 Redistributable", un pacchetto che semplifica il trasferimento dei dati tra le applicazioni di Office e quelle diverse da Office. Questo installa una serie di componenti che facilitano il trasferimento di dati tra file di Office esistenti come i file di

Metodologie alternative per la gestione dei controlli di manutenzione

Microsoft Office Access 2010 (.mdb e .accdb) e Microsoft Office Excel 2010 (.xls, .xlsx e .xlsb) ad altre origini dati.

Risolve questa problematica, per esportare il database dal progetto di Revit, basta cliccare sull'icona DB link in "moduli aggiuntivi" nella barra degli strumenti di Revit, indicare una nuova connessione e iniziare l'esportazione.

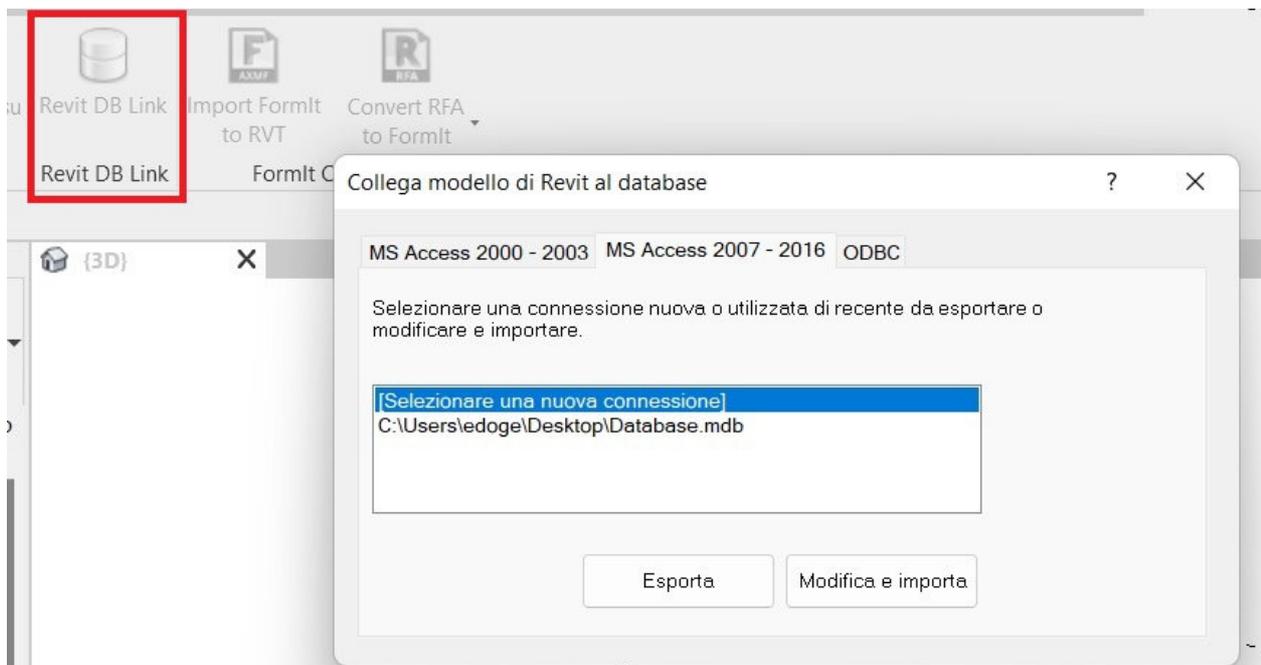


FIGURA 64 ESPORTAZIONE DEL DATABASE REVIT TRAMITE DB LINK [FONTE: PERSONALE]

Aperto il file di Access che è stato creato in seguito a questa operazione, è possibile visualizzare tutte le proprietà di progetto e i dati in esso contenute, che erano già visibili su Revit. In particolare, DB link crea su Access un numero di tabelle pari alle categorie di Revit (comprese le categorie in cui non compaiono elementi del modello, queste saranno di conseguenza vuote). I parametri di progetto del modello potranno quindi essere modificati o compilati nelle tabelle di Access, prima di essere reimportati sul software BIM.

In altre parole, aprendo per esempio su Access la tabella esportata da Revit relativa dei pilastri strutturali (StructuralColumns), si vedranno i parametri condivisi nel progetto Revit. Inclusi sia quelli di Input, compilati nel paragrafo 5.5; che quelli con i campi vuoti, in quanto sono stati compilati su UsBIM.viewer. Nella barra delle funzioni di Access, è poi possibile creare una nuova origine dati, da "dati esterni", in modo da creare ulteriori tabelle contenenti i dati di un database esterno o di un file (ad esempio in formato Excel, di testo, CVS, XML). In questo caso a noi interessa creare una

origine dati con il foglio di calcolo Excel creato su UsBIM.viewer (capitolo precedente), in cui sono contenuti i dati relativi al controllo di un elemento. Selezionata l'origine dati, si aprono le impostazioni per modificare le caratteristiche della tabella da importare, nel caso si vogliano ad esempio rinominare i campi, importare solo alcune righe o colonne, o nominare la tabella di destinazione dei dati. Quindi si può decidere se creare una nuova tabella o accodarne una copia ad una tabella già esistente.

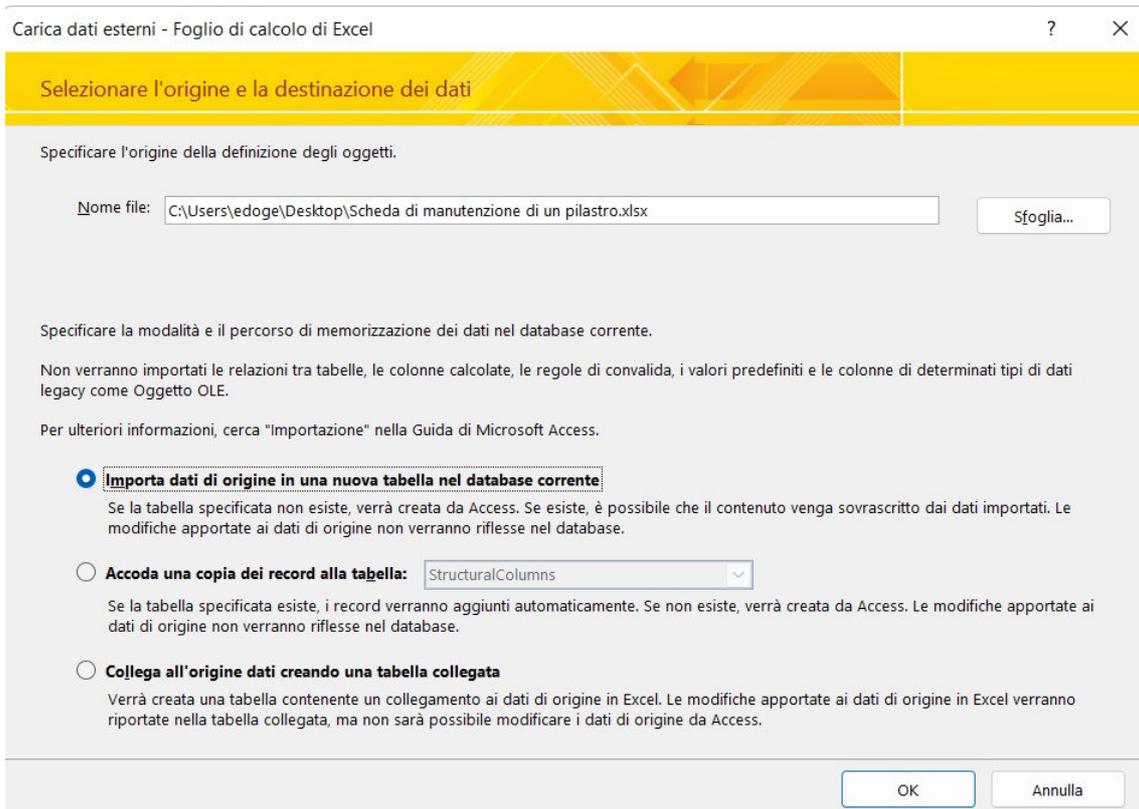


FIGURA 65 IMPOSTAZIONI DELL'ORIGINE DATI ESTERNA SU ACCESS [FONTE: PERSONALE]

Inoltre, Access permette di salvare i percorsi e le impostazioni di importazione, in modo da sveltire notevolmente le importazioni successive provenienti dalle medesime origini dati.

Ricapitolando, in seguito al collegamento con i file contenenti i dati voluti, si è ottenuto un ambiente di lavoro in cui coesistono due tabelle riferite ai parametri dei pilastri. Una estratta da UsBIM.viewer, contenente i dati relativi al controllo sul singolo pilastro (in questo caso il pilastro indentificato come PIL05) e una estratta da Revit (StructuralColumns), i cui campi vuoti dovranno essere compilati proprio con i dati della prima tabella. Successivamente, quest'ultima dovrà essere reimportata su Revit (attraverso DB link) seconda la stessa connessione creata per l'esportazione del database. Tramite questa operazione, i parametri di progetto stessi contenuti in Revit verranno aggiornati in automatico, secondo le modifiche avvenute su Access.

The screenshot shows the Microsoft Access interface with two tables open. The top table, 'Scheda pilastri da ACCA', has columns: ID, PSet Name, Property Name, Property Default Value, and Fare clic per aggiungere. The bottom table, 'StructuralColumns', has columns: Id, IDtipo, Anno messa, Codice elemi, Intervento, Ispezionabili, Nome operatore, Numero schi, Quota, Tipologia controllo, Data control, and Frequenza cc.

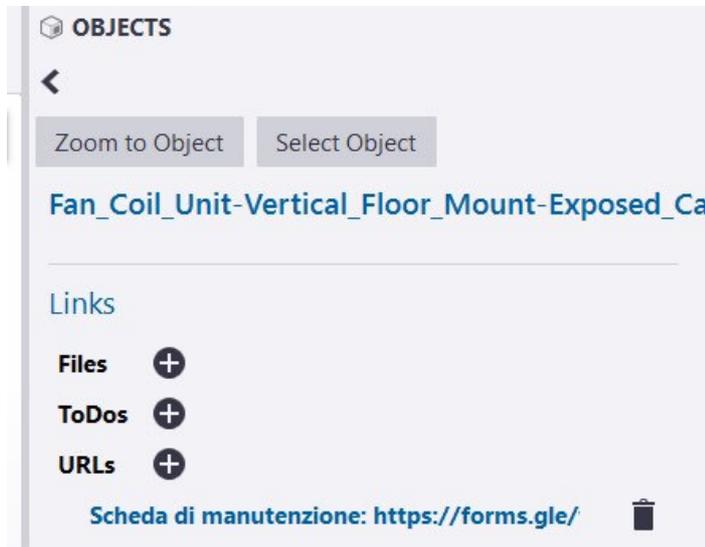
| Id | IDtipo | Anno messa | Codice elemi | Intervento | Ispezionabili | Nome operatore | Numero schi | Quota | Tipologia controllo | Data control | Frequenza cc |
|--------|----------|------------|--------------|----------------|---------------|----------------|-------------|-------|-----------------------------|--------------|--------------|
| 134562 | 30x30 cm | 2022 | PIL01 | Non necessario | Ottima | Edoardo Genero | 1 0 m | | Controllo stato fessurativo | 10/12/2022 | Annuale |
| 134590 | 30x30 cm | 2022 | PIL02 | Non necessario | Ottima | Edoardo Genero | 2 0 m | | Controllo stato fessurativo | 10/12/2022 | Annuale |
| 134620 | 30x30 cm | 2022 | PIL03 | Necessario | Ottima | Edoardo Genero | 3 0 m | | Controllo stato fessurativo | 10/12/2022 | Annuale |
| 134644 | 30x30 cm | 2022 | PIL04 | Necessario | Ottima | Edoardo Genero | 4 0 m | | Controllo stato fessurativo | 11/12/2022 | Annuale |
| 134646 | 30x30 cm | 2022 | PIL05 | Non necessario | Ottima | Edoardo Genero | 5 0 m | | Controllo stato fessurativo | 11/12/2022 | Annuale |
| 134648 | 30x30 cm | 2022 | PIL06 | Non necessario | - | | 6 - | | - | - | - |

FIGURA 66 TABELLE DEI PILASTRI STRUTTURALI SU ACCESS [FONTE: PERSONALE]

5.12 Trible Connect (prima Tekla Bimsight)

L'uso di UsBIM.Viewer+ si è rivelato soddisfacente per quelli che erano gli obiettivi individuati nella gestione dei controlli di manutenzione. Tuttavia, ci si è chiesti se fosse possibile un diverso approccio, senza l'utilizzo di parametri condivisi nel modello che fungessero da scheda di manutenzione. Per questo motivo, in un secondo momento si è esplorata una diversa metodologia, basata sul presupposto di utilizzare delle schede di manutenzione più dettagliate e collegate al modello di riferimento. Si è individuata come possibile soluzione l'utilizzo del freeware "Trimble Connect" per Windows, evoluzione del più conosciuto "Tekla BIM sight". Il software è rilasciato da Trimble, un'azienda internazionale focalizzata sulla tecnologia relativa ai software di modellazione avanzata delle informazioni degli edifici e l'ingegneria strutturale. Questa è una piattaforma di collaborazione, basata su cloud, con condivisione dello stato del progetto in tempo reale. È inoltre disponibile per Web e in versione mobile. Grazie alle sue funzionalità, nasce come visualizzatore IFC; nonostante ciò, è pensato principalmente come ambiente di sviluppo e condivisione di dati comuni (CDE) basato su cloud, in cui le informazioni possono essere condivise anche in tempo reale a tutti i professionisti coinvolti. A livello gestionale, la sua flessibilità di accesso multi-dispositivo rappresenta un aspetto da non sottovalutare. Tuttavia, è stato utilizzato all'interno di questa tesi per la sua possibilità di collegare ad un oggetto del modello eventuali files, commenti e soprattutto

URLs. Da qui è nata l'idea di poter collegare al singolo oggetto la propria scheda di manutenzione. Analizzando meglio le funzionalità, è anche possibile collegare ad uno specifico oggetto un file o creare una "lista di interventi", che nel programma viene chiamata "ToDoS". Attraverso i ToDoS, è possibile creare commenti, programmare interventi da effettuare (indicando le scadenze) e



condividere queste informazioni con altri professionisti. Si vuole sottolineare l'importanza di questi aspetti, poiché si legano in qualche modo al tema della creazione di un programma di manutenzione e alla manutenzione preventiva che è stato affrontato durante lo studio dei software di gestione del Facility Management.

FIGURA 67 FUNZIONI DI TRIMBLE CONNECT [FONTE: PERSONALE]

Come per UsBIM.viewer+, anche per questo freeware viene riportata una tabella riassuntiva con gli aspetti vantaggiosi e svantaggiosi che si sono riscontrati nell'utilizzo del software.

| VANTAGGI | SVANTAGGI |
|---|---|
| Applicazione gratuita (In versione desktop, mobile e Online) | Per il download è richiesta la registrazione (gratuita) al sito Tekla |
| Importa i file in formato IFC | Non permette di modificare le proprietà degli oggetti |
| Visualizza geometrie e proprietà degli oggetti | Non permette di creare filtri di selezione per gli oggetti |
| Permette di caricare i progetti sul cloud e condividerlo in tempo reale tra più professionisti | La versione gratuita del programma permette il caricamento di un numero limitato di progetti in contemporanea |
| Permette di creare etichette direttamente sugli oggetti del modello, contenenti appunti o liste di cose da fare (ToDoS) | - |
| Permette di creare una bozza di manutenzione preventiva | - |
| Crea collegamenti tramite URL direttamente sugli oggetti (per aprire ad esempio una scheda di manutenzione) | - |

FIGURA 68 VANTAGGI E SVANTAGGI NELL'USO DI TRIMBLE CONNECT [FONTE: PERSONALE]

Metodologie alternative per la gestione dei controlli di manutenzione

Anche in questo caso, viene proposto uno schema per riassumere i passaggi chiave e i programmi che sono stati utilizzati come integrazione a Trimble Connect per ottenere i database da reimportare su Revit.

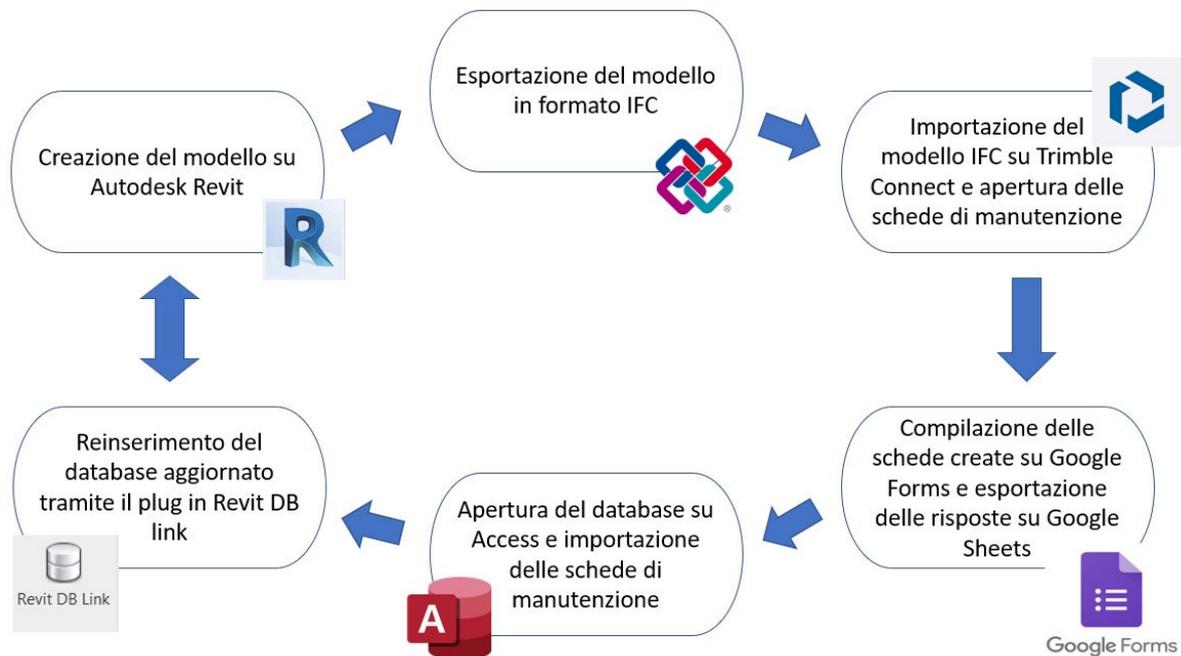


FIGURA 69 ITER PROCEDURALE CON L'UTILIZZO DI TRIMBLE CONNECT [FONTE: PERSONALE]

Come è già stato anticipato, il principale vantaggio dell'applicazione, nonché principale motivo per cui si è scelto di utilizzare il software, è la sua capacità di collegare tramite URL un oggetto alla sua scheda di manutenzione. Una volta creato il collegamento, comparirà il simbolo di riferimento direttamente sull'oggetto del modello. Basterà cliccare sul simbolo presente sull'oggetto per aprire la pagina a cui esso è collegato. Questo applicativo fornisce un'opzione aggiuntiva all'organizzazione delle schede di manutenzione da parte del professionista incaricato di compilarle; nonché un'alternativa al Facility Manager (o comunque a colui che crea il piano di manutenzione), che non sarà costretto a inoltrare separatamente le schede, ma che potrà organizzarle direttamente sul modello. Nell'immagine seguente viene quindi mostrato uno screen estratto direttamente dalla piattaforma Trimble Connect, che mostra i collegamenti delle diverse schede agli oggetti, sul modello IFC esportato da Revit e caricato su Trimble Connect.

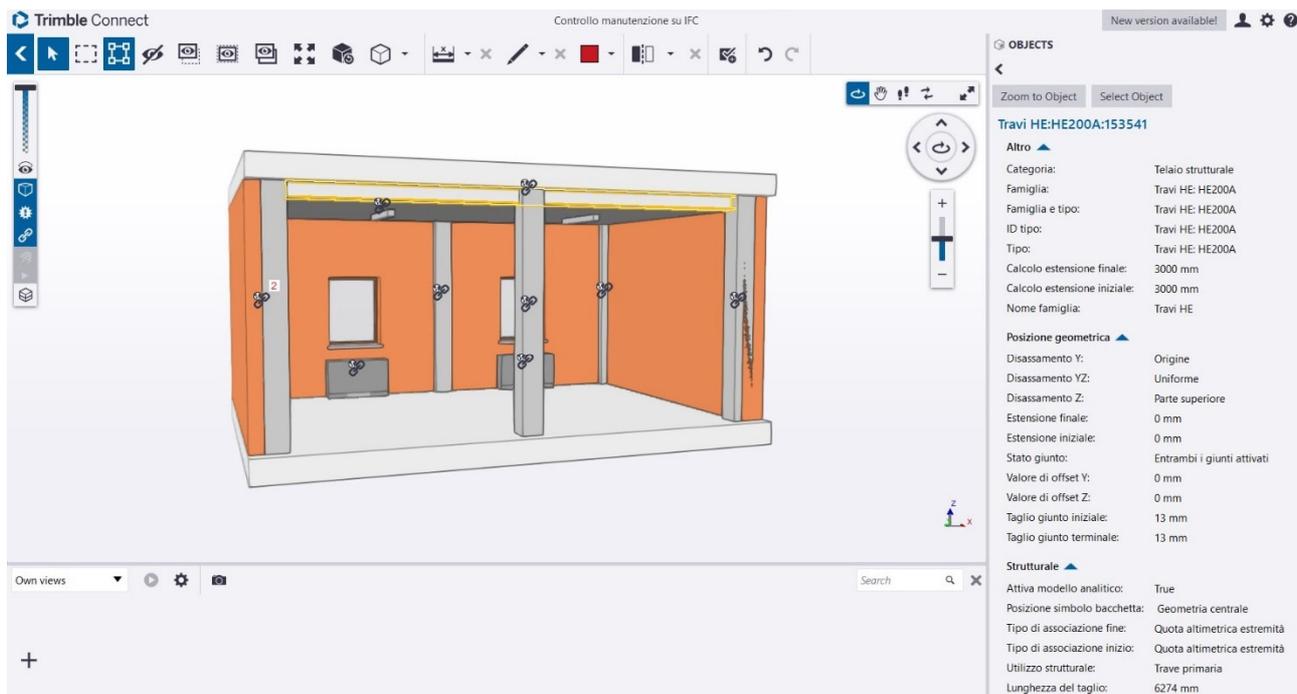


FIGURA 70 COLLEGAMENTO DELLE SCHEDE DI MANUTENZIONE AL MODELLO IFC SU TRIMBLE CONNECT [FONTE: PERSONALE]

Qual ora dovesse creare problemi con la visualizzazione delle geometrie, i simboli possono essere spenti nella vista; rimarranno comunque presenti nella scheda proprietà dell'oggetto in questione.

Prima di mostrare il procedimento per creare le schede di manutenzione, tuttavia, si ritiene doveroso fare la seguente precisazione. In accordo con quanto indicato nel capitolo relativo alle procedure dei controlli manutentivi (capitolo 3.2), la sola scheda di manutenzione di per sé, non è sufficiente per effettuare i controlli richiesti sulla struttura. Ad essa dovrà essere allegato un piano di monitoraggio e manutenzione, in cui figura la descrizione aggiornata del manufatto, un manuale d'uso, un manuale di manutenzione e un piano di manutenzione vero e proprio. Si ricorda come questi siano documenti indispensabili, rispettivamente per: Le modalità di fruizione, le anomalie riscontrabili e per il sottopiano dei controlli e degli interventi. Le schede di manutenzione sono strumenti che vengono usati per effettuare le verifiche richieste dal progettista, sulla base delle informazioni riportate nei documenti prima citati e raccolti a loro volta nel piano di manutenzione. Nello stesso, dovrebbe essere riportato anche il sistema di codifica degli elementi e il calendario degli interventi da effettuare durante il periodo indicato, realizzato dal progettista o dal Facility Manager.

5.13 Creazione delle schede di manutenzione tramite Google Forms

Le schede di manutenzione sono state create con l'utilizzo dell'applicazione "Google Forms" (letteralmente "moduli di Google"), inclusa nella suite di Google Drive.

Google forms è uno strumento che consente di raccogliere informazioni dagli utenti tramite un sondaggio o un quiz personalizzato. Le informazioni vengono quindi raccolte e automaticamente collegate a un foglio di calcolo. Il foglio di calcolo è poi compilato con le risposte degli utenti. Bisogna fare attenzione a non confondere Google Forms con l'applicazione "Google Sheets". Come detto il primo è una soluzione per creare questionari, verifiche, test e sondaggi basata su cloud (da far compilare agli utenti a cui viene inviato il link) con collaborazione in tempo reale e potenti strumenti per personalizzare le domande dei moduli. Può essere utilizzato anche per creare quiz online. Il secondo serve per creare dei fogli di lavoro e di calcolo, consultabili online e che possono essere visualizzati o modificati tramite computer, tablet o smartphone.

Di seguito verrà quindi mostrato come creare, impostare ed inviare moduli Google.

Quando viene creato un modulo nuovo, bisogna innanzitutto impostare le modalità di presentazione delle domande e delle risposte, che sono ampiamente personalizzabili. Specialmente le impostazioni riguardanti le risposte possono essere molto utili ai fini organizzativi e di raccolta dei dati. Per esempio, è possibile tenere traccia degli indirizzi mail di chi compila il modulo, inoltrare automaticamente a chi risponde una copia della risposta e rendere le risposte stesse modificabili dopo un primo invio.

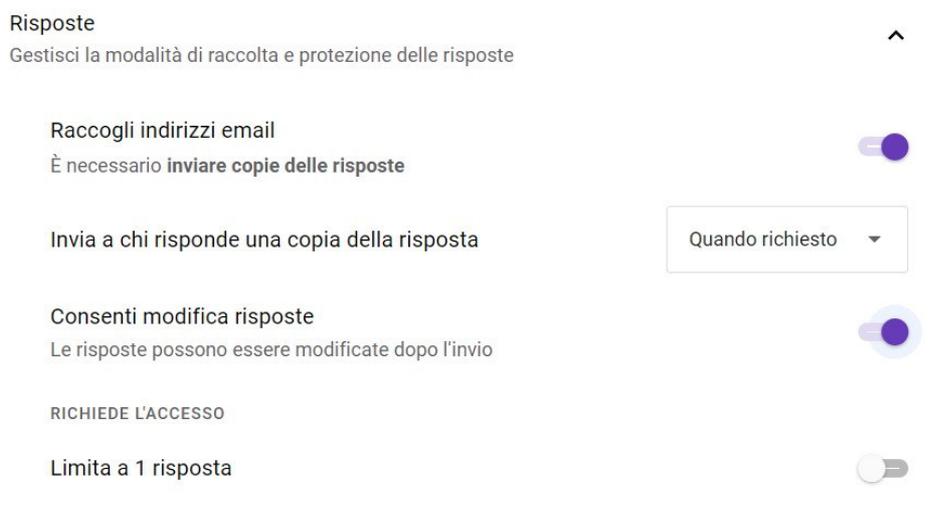


FIGURA 71 IMPOSTAZIONE DELLE RISPOSTE IN GOOGLE MODULI [FONTE: PERSONALE]

Gestione dei controlli di manutenzione tramite sistemi e modelli informativi

Allo stesso modo si può personalizzare la presentazione del documento, rendendo alcune risposte obbligatorie, ricevere un messaggio di conferma dell'avvenuta compilazione del modulo e creare in automatico un riepilogo dei risultati.

Una volta creata la scheda di manutenzione, l'applicazione consente di inviare il modulo tramite mail o di generare un URL.

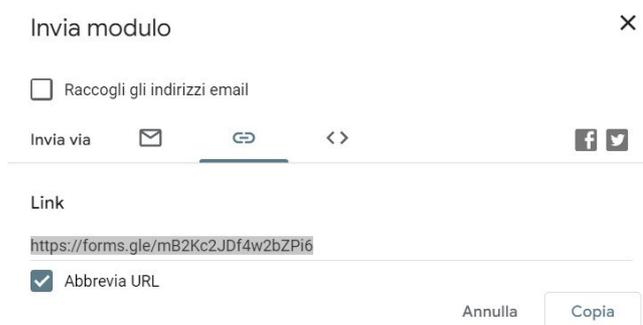


FIGURA 72 URL CREATO SU GOOGLE MODULI [FONTE: PERSONALE]

Copiato l'URL è ora possibile inserirlo nell'apposito Link di richiamo nel software Trimble Connect (con la procedura vista nel paragrafo precedente). Come detto precedentemente, quando viene cliccato un simbolo di collegamento sull'oggetto del modello, l'utente sarà reindirizzato direttamente sulla pagina di compilazione della scheda di manutenzione su Google Forms. Di questa, viene allegata la prima pagina, in cui compaiono i dati da inserire dell'operatore e la prima parte di anagrafica dell'elemento (in questo caso riferito alle travi in acciaio). Oltre i punti visibili nella scheda riportata a pagina seguente, vanno a completare l'anagrafica dell'elemento: L'inserimento del materiale di cui è composto (per esempio calcestruzzo armato, acciaio o elementi misti), l'ispezionabilità (in cui l'operatore che esegue le indagini può indicare se l'ispezionabilità dell'elemento è ottimale, sufficiente o difficoltosa) e la data in cui è stata compilata l'anagrafica dell'elemento, che dovrebbe corrispondere con la data di inizio dei controlli in questione.

Scheda di manutenzione
Trave in acciaio

*Campo obbligatorio

1. Inserire nome operatore *

Anagrafica dell'elemento

2. Numero della scheda

3. Descrizione dell'elemento

4. Quota

Contrassegna solo un ovale.

3,30 m

5. Localizzazione

FIGURA 73 ESTRATTO DEL PIANO DI MANUTENZIONE STAMPATO DA GOOGLE FORMS [FONTE: PERSONALE]

In accordo con quanto detto sul paragrafo precedente, riguardo il piano di monitoraggio, per completezza è stato inserito un campo (successivo all'anagrafica) dove è possibile collegare il suddetto piano, in modo che sia consultabile direttamente sul modulo dei controlli compilato. Dopodiché la scheda si sviluppa indicando i controlli che devono essere effettuati sull'oggetto. Di seguito è allegato un estratto raffigurante il controllo delle unioni bullonate da effettuare sulle travi in acciaio, così come è stato organizzato all'interno del modulo stesso.

Gestione dei controlli di manutenzione tramite sistemi e modelli informativi

Secondo controllo

17. Controllo delle unioni bullonate

Seleziona tutte le voci applicabili.

- Effettuato
- Non effettuato
- Opzione 3

18. Data del singolo controllo

Esempio: 7 gennaio 2019

19. Tipo di controllo

Contrassegna solo un ovale.

- Esteso
- A campione (10%)

20. Frequenza

Contrassegna solo un ovale.

- Trimestrale
- Quadrimestrale
- Semestrale
- Annuale
- Biennale
- Quinquennale

21. Stagione prevista per il controllo

Contrassegna solo un ovale.

- Estiva
- Invernale
- Non specificata

22. Valutazione del controllo

Contrassegna solo un ovale.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> |

23. Note e/o documentazione fotografica

Metodologie alternative per la gestione dei controlli di manutenzione

In generale, nella scheda di manutenzione compariranno tante sezioni quante sono le indagini che devono essere effettuate sull'elemento specifico da piano di manutenzione. Ad esse si sommeranno le sezioni iniziali che saranno invece standard per ogni scheda. Oltre alle già citate sezioni riguardanti l'anagrafica dell'elemento e il piano di manutenzione, si aggiunge la sezione dedicata alla descrizione dell'elemento oggetto di indagine, contenente anche il campo in cui l'operatore deve inserire il suo identificativo. Alla risposta possono essere poi allegate fotografie (ad esempio di ammaloramenti o danni alle strutture, presunti o evidenti), video o file PDF, per arricchire i report. Per il modello d'esempio sono state create in tutto quattro schede di manutenzione, relative a: Pilastri strutturali in calcestruzzo armato, Travi strutturali in acciaio, Ventilconvettori dell'impianto meccanico e dispositivi di illuminazione.

Sono state compilate come esempio le schede riguardanti i pilastri strutturali. Essendoci nel modello sei pilastri, sono state ipotizzate sei risposte ai moduli Google collegati al software Trimble Connect. I dati delle risposte vengono archiviati all'interno dello stesso Google Forms; quindi, il software raccoglie automaticamente le informazioni ricevute all'interno di una sorta di riepilogo, dove le informazioni vengono organizzate sotto forma di grafici riassuntivi. Per facilitarne la visualizzazione, è possibile convertire i file di risposta in Fogli Google (Google Sheets). Di seguito è stato riportato un estratto del foglio Google riguardante i pilastri, con i dati inseriti nei report di Google Forms:

| | B | C | D | E | F | G | H | I | K |
|----|-------------------------|---------------------|---------------------------|-------|----------------|-----------------|---------------------|------------|---|
| 1 | Inserire nome operatore | Numero della scheda | Descrizione dell'elemento | Quota | Localizzazione | Ispezionabilità | Materiale | Data: | Verifica visiva dello stato fessurativo |
| 2 | Edoardo Genero | 01 | Pilastro strutturale 01 | 0 m | 01 | Ottima | Calcestruzzo armato | 10/12/2022 | Effettuato |
| 3 | Edoardo Genero | 02 | Pilastro strutturale 02 | 0 m | 02 | Ottima | Calcestruzzo armato | 10/12/2022 | Effettuato |
| 4 | Edoardo Genero | 03 | Pilastro strutturale 03 | 0 m | 03 | Ottima | Calcestruzzo armato | 10/12/2022 | Effettuato |
| 5 | Edoardo Genero | 04 | Pilastro strutturale 04 | 0 m | 04 | Ottima | Calcestruzzo armato | 11/12/2022 | Effettuato |
| 6 | Edoardo Genero | 05 | Pilastro strutturale 05 | 0 m | 05 | Ottima | Calcestruzzo armato | 11/12/2022 | Effettuato |
| 7 | Edoardo Genero | 06 | Pilastro strutturale 06 | 0 m | 06 | Ottima | Calcestruzzo armato | 11/12/2022 | Effettuato |
| 8 | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | |

FIGURA 74 PARTE DEI DATI SUI CONTROLLI DEI PILASTRI ESPORTATI IN FOGLI GOOGLE [FONTE: PERSONALE]

Gestione dei controlli di manutenzione tramite sistemi e modelli informativi

Come detto, i fogli Google possono essere molto utili come raccolta dei dati e per riepilogare i controlli effettuati. Allo stesso modo, anche i grafici creati su Google Forms possono essere utili per visionare l'andamento delle indagini sul campo. Di seguito, vengono allegati due esempi di grafico (relativi ai controlli sui pilastri): Il primo mostra in che percentuale le indagini sono state svolte, il secondo indica il risultato del controllo secondo una stima effettuata dallo stesso professionista (in una scala da 1 a 5).

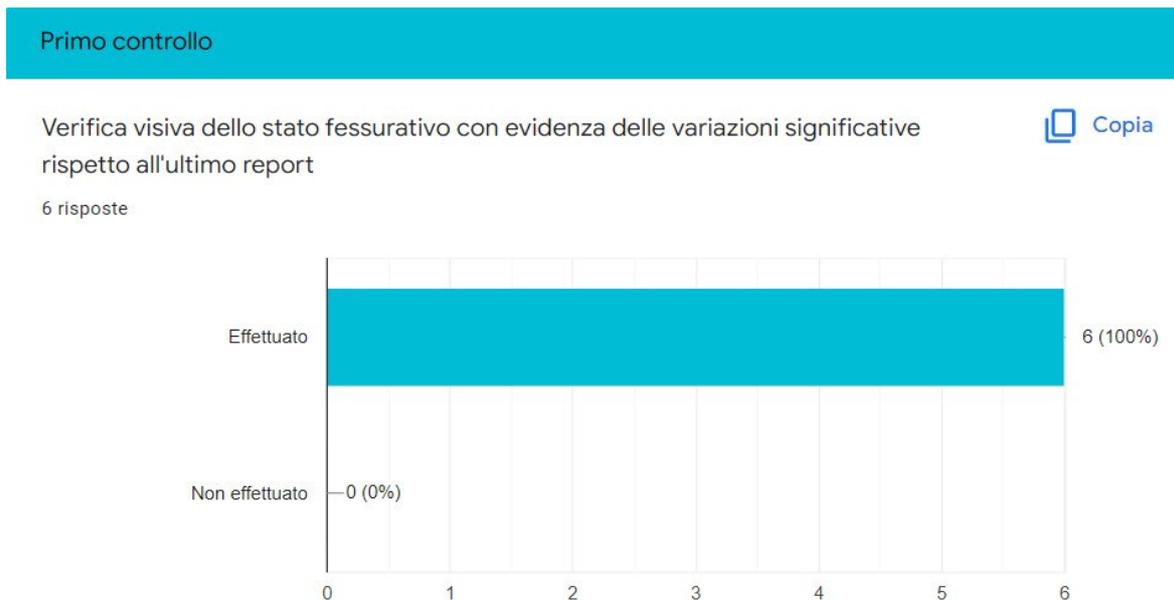


FIGURA 75 GRAFICO DI GOOGLE FORMS CHE MOSTRA SE IL CONTROLLO SUI SINGOLI PILASTRI È STATO EFFETTUATO O MENO [FONTE: PERSONALE]

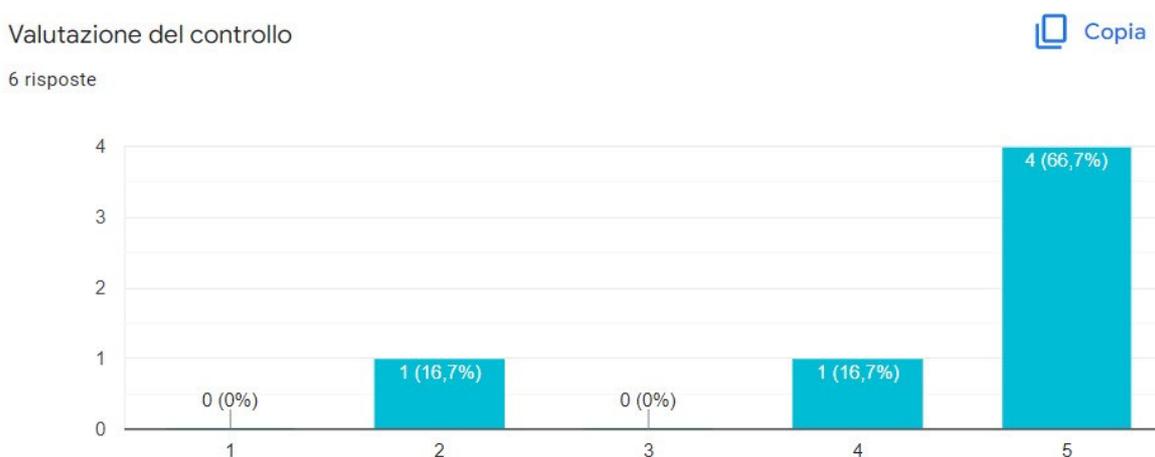


FIGURA 76 GRAFICO DI GOOGLE FORMS CHE MOSTRA LA VALUTAZIONE PERSONALE DEL PROFESSIONISTA SUL CONTROLLO EFFETTUATO [FONTE: PERSONALE]

5.14 Reimportazione dei parametri aggiornati su Revit

Così come è avvenuto per i dati ottenuti tramite UsBIM.viewer, anche in questo caso il passaggio conclusivo è la reimportazione delle informazioni ottenute dalle indagini in sito sul software di partenza del modello (che si ricorda essere Autodesk Revit). Anche per questa casistica si è affidata l'operazione al plug in di Revit, DB link. Per questo passaggio, è risultata molto utile la funzionalità di Google Sheets che permette di salvare il foglio di calcolo in formato Excel. In questo modo è stato più semplice importare le tabelle (mostrata come esempio nella figura 71) all'interno di Access, con una procedura analoga a quanto mostrato per l'importazione delle tabelle create dal software ACCA. Ad ogni modo, questa non era l'unica strada percorribile per l'inserimento delle tabelle su Access, sebbene si sia rivelata la più comoda e funzionale per il trasferimento dei dati. Infatti, attraverso un'applicazione aggiuntiva di Google Workplace, chiamata Form Director, è possibile usare i dati delle domande o delle risposte ai moduli di Google Forms per creare dei database. Questi database sono poi implementabili all'interno di Access come nuova origine dati (in modo simile a quanto avviene per i file Excel). Siccome le schede di manutenzione sono state realizzate in riferimento al modello digitale, si è cercato di creare una corrispondenza tra i campi da compilare nella scheda stessa e i parametri di progetto inseriti nel modello Revit. In questo modo, risulta molto semplice confrontare su Access le tabelle, rispettivamente estratte da Revit tramite DB Link e create da Google Form.

Si è poi effettuato un passaggio aggiuntivo su Access, per creare delle relazioni tra queste tabelle, con il fine di collegarne i campi e i record delle stesse. Le relazioni all'interno del programma sono molto utili, sia per agevolare le creazioni di "query", che per l'organizzazione di maschere e report successivi. In particolare, è stata usata una relazione "uno-a-uno", in modo che ogni record della prima tabella potesse avere solo un record corrispondente nella seconda tabella e viceversa. Al momento dell'esportazione da Revit, il database che si è creato su Access conteneva già un grande numero di relazioni, che il programma ha creato in automatico per collegare i campi delle diverse tabelle; si sono aggiunte poi nuove relazioni per collegare le stesse tabelle con quelle importate dalla nuova origine dati.

Gestione dei controlli di manutenzione tramite sistemi e modelli informativi

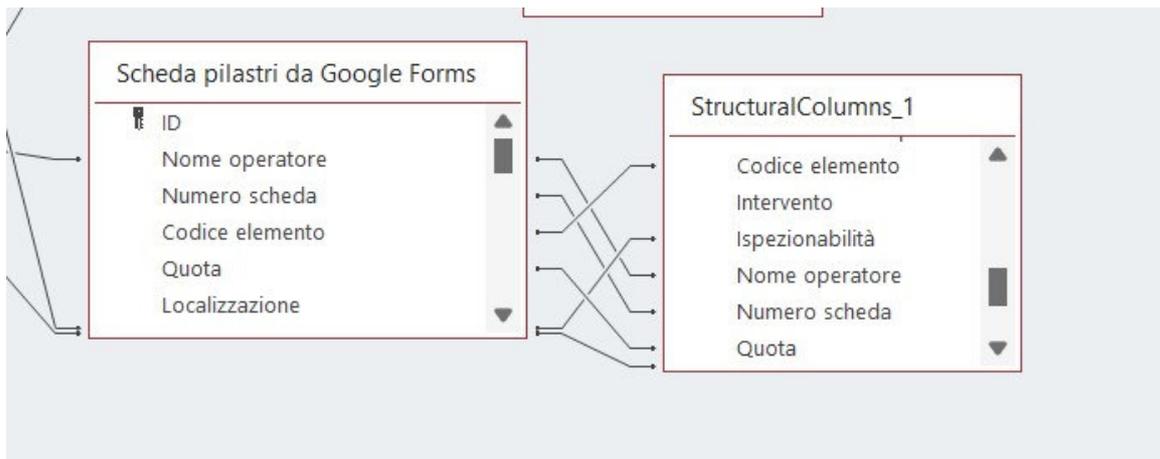


FIGURA 77 ESEMPIO DI RELAZIONE CREATA SU ACCESS TRA TABELLE RELATIVE AI CONTROLLI DEI PILASTRI [FONTE: PERSONALE]

Si ricorda che le tabelle create dalle risposte delle schede di manutenzione (visibile nello screen di Access sopra allegato, sotto nome di “Scheda pilastri da Google Forms”) contengono i dati che devono essere inseriti nelle tabelle collegate al database di Revit, in modo tale che al momento della reimportazione del database nello stesso Revit (sempre attraverso DB Link), i parametri presenti nel software e gli abachi risultino aggiornati dei dati relativi ai controlli in sito.

Ipotizzando di prendere come esempio i controlli sui pilastri in calcestruzzo (così come fatto per la dimostrazione del software di ACCA), la visualizzazione delle tabelle presenti su Access, di cui prima è stata mostrata la relazione creata, risulterebbe come nel seguente screen:

The screenshot shows two tables in Microsoft Access. The top table, "Scheda pilastri da Google Forms", has the following data:

| Nome operatore | Numero scheda | Codice elemento | Quota | Localizzazione | Ispezionabilità | Materiale | Data controllo | Tipologia controllo | Frequenza cont |
|----------------|---------------|-----------------|-------|----------------|-----------------|---------------------|----------------|---|----------------|
| Edoardo Genero | 01 | PIL01 | 0 m | 01 | Ottima | Calcestruzzo armato | 10/12/2022 | Verifica visiva dello stato fessurativo | Annuale |
| Edoardo Genero | 02 | PIL02 | 0 m | 02 | Ottima | Calcestruzzo armato | 10/12/2022 | Verifica visiva dello stato fessurativo | Annuale |
| Edoardo Genero | 03 | PIL03 | 0 m | 03 | Ottima | Calcestruzzo armato | 10/12/2022 | Verifica visiva dello stato fessurativo | Annuale |
| Edoardo Genero | 04 | PIL04 | 0 m | 04 | Ottima | Calcestruzzo armato | 11/12/2022 | Verifica visiva dello stato fessurativo | Annuale |
| Edoardo Genero | 05 | PIL05 | 0 m | 05 | Ottima | Calcestruzzo armato | 11/12/2022 | Verifica visiva dello stato fessurativo | Annuale |
| Edoardo Genero | 06 | PIL06 | 0 m | 06 | Ottima | Calcestruzzo armato | 11/12/2022 | Verifica visiva dello stato fessurativo | Annuale |

The bottom table, "StructuralColumns", has the following data:

| Id | Anno messa in opera | Nome operatore | Numero scheda | Codice elemento | Quota | Tipologia controllo | Data controllo | Ispezionabilità | Int |
|--------|---------------------|----------------|---------------|-----------------|-------|---------------------|----------------|-----------------|-----|
| 134562 | 2022 | | | PIL01 | 0m | | | | |
| 134590 | 2022 | | | PIL02 | 0m | | | | |
| 134620 | 2022 | | | PIL03 | 0 m | | | | |
| 134644 | 2022 | | | PIL04 | 0 m | | | | |
| 134646 | 2022 | | | PIL05 | 0 m | | | | |
| 134648 | 2022 | | | PIL06 | 0 m | | | | |

FIGURA 78 TABELLE RELATIVE AI CONTROLLI SUI PILASTRI - [IN ALTO] SCHEDA CREATA DA GOOGLE FORMS, [IN BASSO] SCHEDA ESPORTATA DA REVIT TRAMITE DB LINK [FONTE: PERSONALE]

Metodologie alternative per la gestione dei controlli di manutenzione

Dall'immagine riportata si nota come il nome dei campi delle tabelle coincidano. Si nota anche che alcune delle colonne presenti nella tabella esportata da Revit "StructuralColumns" risultano essere già compilate, poiché rappresentano dati di input inseriti direttamente in Revit prima dell'esportazione del modello in formato IFC (vedi capitolo 5.5). Ovviamente questi dati di input corrispondono a quelli presenti nelle relative schede di manutenzione, come è osservabile ad esempio dal campo "Codice elemento".

6. CONCLUSIONI E CONSIDERAZIONI FINALI

In questa tesi si è cercato di analizzare e proporre delle metodologie che permettessero di gestire le indagini relative alle manutenzioni dell'edificio che devono essere effettuate in sito ed in particolare attraverso l'uso della metodologia BIM ed in generale con modelli informativi. Per fare ciò si è inizialmente fornita un'introduzione di insieme della metodologia BIM stessa, per poi analizzare più nello specifico quelli che sono i vantaggi del suo utilizzo nell'attività del Facility Management. Entrando ancor di più nello specifico, si è focalizzata l'attenzione sull'attività di manutenzione degli edifici, dapprima in modo generale, per poi passare alla gestione dei controlli.

Il fine di questa prima parte introduttiva, era legarsi alla cosiddetta standardizzazione delle procedure di manutenzione; ovvero l'utilizzo di procedure standard che permettessero la risoluzione di alcune problematiche relative all'attività in questione. Tra queste troviamo:

- La digitalizzazione del processo;
- L'uso integrato di modelli digitali;
- Abbassamento dei costi di gestione e riduzione delle tempistiche operative;
- Miglioramento nella comunicazione tra il professionista incaricato e la committenza (o il Facility Manager);
- Tener traccia dello stato di avanzamento dei controlli;
- L'elaborazione automatica di un database e di uno storico degli interventi;

Focalizzati gli obiettivi, si sono voluti mettere in paragone l'utilizzo di piattaforme e software pensati per la gestione delle strutture e per il Facility Management (di cui è di norma necessaria una licenza), con l'utilizzo di freeware e metodologie alternative.

A tale scopo, sono state prima analizzate diverse tipologie di software per la gestione integrata dell'edificio (ARCHIBUS, Mainsim e BIM360 Ops), mentre in seguito sono stati descritti due approcci alternativi, in particolare attraverso l'utilizzo dei programmi UsBIM.viewer+ (di ACCA) e Trimble Connect. Si sottolinea comunque che il risultato finale che si è ricercato è il medesimo per tutte le metodologie descritte, ovvero la standardizzazione del processo e il soddisfacimento dei requisiti prima elencati.

Iniziamo ad individuare quelle che sono le similitudini tra i diversi workflow. Sia nel caso dei software per la manutenzione, che nell'uso dei programmi gratuiti, il primo passaggio prevede la

Conclusioni

realizzazione e l'organizzazione di un modello digitale (o con la modifica nel caso sia già esistente). Anche l'esportazione del modello in formato di scambio IFC è un passaggio spesso obbligato, a prescindere dall'uso che ne deve essere fatto e della piattaforma utilizzata.

Come è facile intuire, i software integrati di Facility Management offrono delle funzionalità utili (come la creazione automatica di un database o la bidirezionalità con il software BIM authoring) che sono assenti nei freeware utilizzati. Di conseguenza per ottenere risultati paragonabili, per questi ultimi è stato necessario l'integrazione di funzioni attraverso applicazioni collegate e ulteriori passaggi esterni.

Per riassumere quindi quelli che sono i vantaggi e gli svantaggi dei metodi descritti, sono stati utilizzati i seguenti parametri di confronto:

- Formazione del personale;
- Costi;
- Tempi;
- Livello di difficoltà nell'utilizzo dei programmi;

Per il seguente ragionamento sono state prese in considerazione le soluzioni possibili che sono state introdotte nel corso della tesi, per questo motivo i software di Facility Management sono stati considerati come un'unica metodologia (a prescindere che si tratti di software di tipo IWMS o CMMS), senza tenere in considerazione le diverse funzionalità che possiedono i singoli programmi o quando l'utilizzo di uno sia preferibile ad un altro (per questo argomento si rimanda alla lettura del capitolo 4.1). Per quanto riguarda i parametri prima esposti, questi programmi presentano inoltre caratteristiche tra loro paragonabili, a differenza dei freeware utilizzati successivamente.

6.1 Analisi delle risorse umane

In primo luogo, sono state analizzate le risorse umane necessarie nei due flussi di lavoro. Questo si traduce in particolare nella formazione che i professionisti devono avere nelle diverse casistiche. Considerando ad esempio la piattaforma ARCHIBUS (come software per il Facility Management), si nota già dall'interfaccia grafica come il numero di funzionalità e di comandi possibili sia molto variegato (per l'approfondimento vedi paragrafo 4.4.1). La guida stessa di ARCHIBUS web central risulta essere molto dettagliata sull'organizzazione dei compiti di gestione. Da ciò ne deriva che un suo utilizzo da parte dei professionisti potrebbe non essere immediatamente vantaggioso. Bisogna poi considerare che spesso i professionisti incaricati delle indagini manutentive non possiedono

necessariamente dimestichezza con software per la gestione integrata, preferendo l'uso di programmi più semplici, come Excel per le schede di manutenzione o Word per le relazioni sulle indagini. Dal punto di vista della formazione necessaria, i freeware che sono stati considerati nel capitolo 5 sono sicuramente più accessibili. Questo per via della semplicità di interfaccia dei programmi stessi, che non presentano un gran numero di funzioni e per il loro utilizzo integrato con programmi più famigliari (Excel, Access ecc.). Lo stesso workflow che deve essere eseguito nei freeware è a sua volta estremamente semplice e con pochi passaggi, come è stato mostrato nei capitoli a loro dedicati.

Questa maggiore semplicità è senz'altro un aspetto positivo dal punto di vista della formazione del professionista prevista. Non va tuttavia visto a priori come un aspetto necessariamente positivo. Come è stato più volte esposto (anche nel corso del capitolo 4.), l'utilizzo di un determinato software dipende soprattutto dagli obiettivi da raggiungere. In determinate circostanze, un programma troppo elaborato può impattare in modo negativo sul raggiungimento degli obiettivi prefissati. Allo stesso modo se la funzione di un programma è troppo specifico, un suo utilizzo può essere eccessivamente riduttivo per il raggiungimento degli obiettivi prefissati.

Ad esempio, essendo la tematica presa in esame molto specifica, i freeware utilizzati per la gestione dei controlli si sono rivelati adeguati a quelle che erano le finalità del processo; o grazie a funzioni presenti nei programmi stessi, o grazie all'integrazione con ulteriori programmi. Se si fosse voluto andare più nello specifico o si fossero volute considerare diverse attività in contemporanea, probabilmente si sarebbe rivelato più indicato l'uso di software diversi.

6.2 Analisi dei costi

La tematica dei costi è sicuramente una delle più impattanti per quanto riguarda la scelta della metodologia da adottare. In questo caso la differenza risulta essere evidente, dal momento che i software per la gestione integrata e di Facility Management presentano delle versioni demo gratuite per poi passare di solito ad una versione con licenza a pagamento. I costi delle licenze sono variabili e molto variegati, oltre ovviamente ad eventuali costi di formazione del personale. Di conseguenza il loro acquisto in uno studio o un'azienda è da considerarsi al pari di un investimento, che può portare alla lunga benefici in termini di guadagni o meno. Anche per questo motivo la scelta del giusto software va effettuata con molta attenzione, eventualmente introducendo la voce di costo all'interno di un'analisi costi-ricavi.

Conclusioni

In questo caso la metodologia alternativa, che prevede l'utilizzo di freeware, vede proprio nel costo del software forse la differenza più evidente. Dopotutto alla base stessa della ricerca di metodi alternativi ai software di Facility Management vi era proprio la prerogativa dell'utilizzo di programmi ad uso gratuito. Da questo aspetto ci si può legare al grafico relativo ai costi totali della manutenzione (figura 23), in cui viene mostrato che un eccesso di prevenzione (in cui è ovviamente inclusa un'eventuale licenza per software di gestione) può impattare in modo negativo sul totale dei costi stimati, senza diminuire in modo sufficiente i costi della manutenzione correttiva. Quindi, a seconda del budget a disposizione, anche l'uso del software specifico è determinante nella scelta della strategia, a seconda ovviamente di ogni caso specifico.

6.3 Analisi dei tempi

Per quanto riguarda le tempistiche, se si considera unicamente l'attività di controllo manutentivo, probabilmente non vi è una grande differenza nell'utilizzo delle diverse metodologie. In questo caso la maggiore differenza potrebbe essere ancora il tempo della formazione dei professionisti all'uso del programma in questione. In questo senso, la formazione per l'utilizzo di una piattaforma di lavoro integrata risulterà sicuramente più lenta, per via del grande numero di funzionalità presenti nei software. D'altra parte, nelle metodologie che prevedono l'utilizzo di freeware, il tempo dovuto alla formazione è pressoché nullo ed è sostituito dalle procedure utilizzate e alle integrazioni tra i programmi (aspetti presenti anche se si utilizzano software a pagamento).

Si sottolinea che per l'analisi delle tempistiche di esecuzione, non viene considerata l'organizzazione del modello informativo, dal momento che è un passaggio comune ad entrambe le metodologie.

Nell'esempio oggetto di studio, i passaggi che sono mostrati all'interno dei vari programmi, possono essere eseguiti in modo relativamente rapido, una volta chiari i passaggi. Tuttavia, va considerato che il modello usato come esempio era (volutamente) estremamente semplice, per facilitare le prove di esportazione e l'esecuzione di diversi percorsi metodologici. Di conseguenza, anche se si ritiene che i processi mostrati attraverso i freeware possano essere efficaci anche nella gestione di modelli molto più complessi, probabilmente più un modello risulta dettagliato, più dal punto di vista delle tempistiche operative, l'utilizzo di un software che consenta la gestione dei controlli e la creazione di un database all'interno dello stesso, potrebbe essere da preferire. Specialmente nel caso la gestione della manutenzione preveda il controllo di diverse sedi e molteplici modelli.

6.4 Analisi del livello di difficoltà previsto

Il tema relativo al livello di difficoltà che divide le due metodologie, si lega in qualche modo a tutti gli altri parametri che sono stati pocanzi illustrati. Riassumendo anche quanto è stato già detto, si vede come i processi eseguiti sui freeware siano oggettivamente più semplici, se circoscritti all'attività considerata. Da qui, ci si lega ovviamente al tema della formazione prevista per l'utilizzo dei programmi, che è direttamente proporzionale alla complessità del programma stesso. Un altro aspetto da considerare è che l'utilizzo integrato dei freeware con programmi noti ai più, quali Excel, Access, Google sheets, ha la capacità di rendere l'intero processo più familiare ai (numerosi) professionisti che hanno ancora poca dimestichezza con metodologie relativamente nuove nell'ambiente dell'edilizia (come, ad esempio, l'uso dello standard COBie). Questo è un evidente vantaggio dei metodi illustrati come alternativi alle piattaforme integrate; almeno per quanto riguarda eventuali difficoltà nell'apprendere il processo.

D'altra parte, non è detto che questo sia un aspetto esclusivamente positivo. Come è stato esposto all'inizio del capitolo 4, la standardizzazione delle procedure di manutenzione è un passaggio fondamentale in questi ultimi anni e l'utilizzo di software specifici di gestione (quali IWMS o CMMS) rappresenta ad oggi la soluzione più completa, in termini di prestazioni; non a caso moltissime aziende e Facility Manager, anche in Italia, si stanno affidando sempre di più a queste tipologie di software per gestire le attività legate all'edificio. Tuttavia, essendo l'edilizia un settore fortemente legato ai metodi classici, questo passaggio non può essere istantaneo in tutti gli ambienti. Per questo motivo, (dal punto di vista funzionale) i processi alternativi che sono stati descritti nel capitolo 5 possono fungere da intermezzo tra l'utilizzo di software specifici di Facility Management e l'uso di metodi tradizionali, che ad oggi risultano antiquati. Dopotutto, come anticipato sin dall'inizio nella trattazione, la grande innovazione rispetto ai metodi classici di gestione dell'edificio è ancora una volta l'uso integrato del BIM, che oggi è già ben radicato all'interno dell'intero settore edile e sta alla base di ambedue le metodologie descritte.

Bibliografia

- Matteo Del Giudice, "Il disegno e l'ingegnere bim handbook for building and civil engineering students", Levrotto & Bella editrice, 2019.
- Acca Software, "Guida al BIM, La rivoluzione digitale dell'edilizia (seconda edizione), Acca Software, 2018.
- Paul Shillcock, "From BS 1192 to ISO 19650 and everything in between", NBS article, 2019.
- Rafael Sacks, Chuck Eastman, Ghang Lee, "BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers" (terza edizione), Jhon Wiley & Sons Inc, 2018.
- Alberto Felice De Toni, "La gestione del Facility Management", Il sole 24 ore S.p.A, 2007.
- S. Curcio, "Lessico del facility management. Gestione integrata e manutenzione degli edifici e dei patrimoni immobiliari", Il sole 24 ore S.p.A, 2003.
- Osello A., Ugliotti F. M., Semeraro F., Il BIM orientato al Facility Management, Infobuild, 2016
- Andrea Ciaramella, Oliviero Tronconi, "Manuale del Facility Management, metodi e pratiche", Il sole 24 ore, 2006.
- Roberto Cigolini, Stefano Valentini, Angelo Villa, "Facility management e global service", 2005.
- A. Baldin, "Qualità del servizio manutenzione ovvero il servizio manutenzione per un sistema qualità", Rivista "De Qualitate", 1996.
- Francesco Vagliasindi, "Gestire la manutenzione", Franco Angeli, 2003.
- S. Bordin, "Metodi di analisi dei costi e benefici per il monitoraggio delle condizioni", Rivista "Manutenzione", 1997.
- Cecconi Corrado, "La strategia Building Information Modeling (BIM) per il facility management di un impianto sportivo/natatorio - caso di studio", Tesi di laurea magistrale, Università di Bologna, 2016.
- Carlotta Balardi "Standard e procedure aperte per l'interoperabilità degli strumenti BIM: una applicazione per il complesso demaniale in piazza VIII Agosto a Bologna, sede del Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche Lombardia – Emilia-Romagna", tesi di laurea magistrale, Università di Bologna, 2020.
- Riccardo Canetto, "Metodologia BIM e interoperabilità per il facility management in ambito MEP" tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino, 2021.

Sitografia

- <https://www.autodesk.it/solutions/bim>
- <https://www.infobuild.it/appfondimenti/bim-rivoluzione-digitale-edilizia-building-information-modeling/>
- <https://biblus.acca.it/come-il-bim-cambia-il-nostro-modo-di-lavorare/>
- <https://www.infobuild.it/>
- <https://www.labtecdesign.com/>
- <https://www.infobuild.it/appfondimenti/bim-building-information-modeling-e-appalti-pubblici/>
- <https://www.ingenio-web.it/>
- <https://www.ingenio-web.it/29519-nuova-norma-uni-en-17412-1-dai-lod-al-livello-di-fabbisogno-informativo>
- <https://blog.archicad.it/bim/tutto-sulla-iso-19650-concetti-e-principi>
- <https://www.ukbimalliance.org/international-bim-standards/>
- <https://www.pbctoday.co.uk/news/bim-news/video-the-state-of-uk-bim-iso-19650-vs-bs1192-and-the-information-delivery-cycle/111183/>
- <https://www.ingenio-web.it/33640-il-facility-management-cose-a-cosa-serve-normativa-di-riferimento>
- http://www.ifma.it/index.php?pagina=articolo.php&id_articolo=27&var_id_menu=69&nodata
- <https://docs.dicatechpoliba.it/filemanager/25/a.a.%202020-21/BIM%20Sistemi%20Edilizi%202020-21/FM%20per%20BIM%202020-21.pdf>
- <https://www.complexlab.it/topic/facility-management-e-finanza-immobiliare/facility-management-e-complessita-la-necessita-di-una-corretta-impostazione>
- <https://www.acca.it/software-piano-manutenzione>
- <https://www.aeffeci.it/differenza-tra-manutenzione-ordinaria-e-straordinaria/#:~:text=In%20sintesi%2C%20la%20manutenzione%20ordinaria,e%20sezioni%20strutturali%20della%20casa.>
- <https://www.diacs.it/evoluzione-della-manutenzione/>
- <https://www.mainsim.com/academy/tipi-di-manutenzione/>

- <https://www.ibm.com/it-it/topics/what-is-a-cmms>
- <https://spaceiq.com/blog/difference-between-iwms-cmms-cafm-eam/>
- <https://www.facilityforce.com/cmms>
- https://www.youtube.com/watch?v=AsCVlfeG_r4
- <https://www.01building.it/bim/bim-standard-cobie-interoperabilita-facility-management/>
- <https://www.bis-lab.eu/2017/04/09/cobie-una-soluzione-ifc-based-al-problema-del-facility-management/>
- <https://www.shelidon.it/?p=2903>
- <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-cobie>
- https://www.mainsim.com/mainsim-cmms-software/?gclid=Cj0KCQjw4uaUBhC8ARIsANUuDjWJzMEKHVohu8TzOD5w6IXTfWJLMC98oGrm1e80BP1S_9sUk1Q_4fsaArPnEALw_wcB
- http://www.unp.it/software_manutenzione.html
- <https://archibus.com/>
- <https://www.bimportale.com/archibus-v25-1/>
- https://www.archibus.net/ai/abizfiles/v21.2_help/archibus_help_it/Subsystems/webc/webc.htm#overview.htm%3FTocPath%3DGuida%20dell'utente%20ARCHIBUS%20Web%20Centrale%7C_____1
- <https://www.autodesk.com/autodesk-university/class/Autodesk-Facilities-and-BIM-360-Ops-How-We-Integrated-Our-Systems-and-Why-2019>
- <https://www.graitec.it/bim/bim-360j>
- <https://www.autodesk.com/autodesk-university/class/Revit-BIM-360-Ops-Exporting-Asset-and-Location-Data-Facilities-Management-2019>
- <https://knowledge.autodesk.com/it/support/revit/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ITA/Revit-Model/files/GUID-114C68A9-FF2B-4D4C-A2DF-3AE7E1F174C8-htm.html>
- [Cos'è Dynamo? | Dynamo Primer \(dynamobim.org\)](https://dynamobim.org/)
- <https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/campaigns/emea/docs/impl-180213-ifc-handbuch-it.pdf>
- <https://adhox.it/formato-ifc/>
- <https://www.acca.it/ifc-viewer>

- <https://bimsoftwaretraining.accasoftware.com/it/corso-gratuito-ifc-viewer/>
- <https://www.ingenio-web.it/17789-usbimviewer-il-primo-visualizzatore-di-file-ifc-gratuito>
- <https://knowledge.autodesk.com/it/support/revit/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2020/ITA/Revit-AddIns/files/GUID-97BF753E-F628-40BE-8757-0CA8304BFA37-hm.html>
- <https://forum.dynamobim.com/t/using-revit-db-link/41596>
- <https://www.microsoft.com/it-it/download/details.aspx?id=13255>
- <https://www.tekla.com/products/tekla-bimsight/download>
- https://bim.archiproducts.com/it/notizie/la-nuova-versione-di-tekla-bimsight-il-software-free-per-coordinare-progetto-e-costruzione_37557
- https://www.edilportale.com/prodotti/harpaceas/software-online-cloud/trimble-connect_346925.html
- <https://www.creativemotions.it/google-forms/>

Ringraziamenti

Per concludere la trattazione, vorrei dedicare questo spazio a tutti coloro che ho avuto la fortuna di avere accanto, che hanno condiviso con me questo percorso ricco di soddisfazioni e che hanno contribuito alla stesura di questo elaborato.

In primo luogo, voglio ringraziare l'Ing. Fabio Manzone e l'Ing. Maurizio Marco Bocconcino, che con dedizione e pazienza hanno reso possibile la stesura di questa tesi, contribuendo con infinita disponibilità ad ogni step dell'elaborato, fin dalla scelta dell'argomento.

Colgo l'occasione anche per ringraziare l'azienda "Costruzioni Generali Gilardi", che mi ha permesso di svolgere il tirocinio curriculare e le cui attività svolte sono state di ispirazione per l'argomento della trattazione.

Un pensiero ai miei amici "esterni" all'università. Anche se inconsciamente, i momenti di leggerezza passati con voi mi hanno permesso di staccare la spina e di affrontare più serenamente la vita universitaria.

Per quanto riguarda la gente conosciuta al "Poli", ci sono talmente tante persone a cui vorrei rivolgere un pensiero che servirebbe un'altra tesi solo per i ringraziamenti. Non vi nominerò uno ad uno, ma vi ringrazio per aver condiviso con me questo percorso, per i progetti fatti insieme, i mille caffè, le ansie comuni, le lezioni, gli esami, le battute, le problematiche dovute al Covid, le lunghe chiamate su Skype, le uscite e infinite altre cose. Spero non vi dispiaccia se non vi nomino tutti, ma io il vostro nome non lo dimenticherò.

Un ringraziamento speciale però lo voglio rivolgere a Gabriel, Stefania e Angelo (scommetto che già pensavate non vi nominassi). Non posso riportare qui tutti i momenti che abbiamo passato in questi anni, né posso sceglierne soltanto uno. Posso dire però che probabilmente gli anni dell'università vengono ricordati per tutta la vita, con i momenti belli e brutti che li caratterizzano. Grazie a voi, i ricordi belli saranno molti di più.

Soprattutto ringrazio i miei familiari, mia madre, mio padre e mio fratello. Senza il vostro supporto e suggerimenti, non avrei mai portato a compimento questo importante traguardo. Oggi sarete fieri di me, così come lo siete sempre stati; sappiate che io lo sarò sempre di voi.

Vorrei infine rivolgere un pensiero speciale a coloro che mi hanno lasciato durante questo lungo percorso. In particolare, zia Michelina, zia Luciana e nonna Lilli. Grazie poi a nonna Tilde, che probabilmente più di tutti sarebbe stata contenta oggi. Se dovessi dedicare a qualcuno questa tesi e questo percorso, saresti tu; dopotutto mi chiamavi ingegnere dal giorno in cui mi sono iscritto al Politecnico.

Ancora una volta, GRAZIE A TUTTI!

