

POLITECNICO DI MILANO

SCUOLA DI ARCHITETTURA, URBANISTICA E INGEGNERIA DELLE
COSTRUZIONI

LAUREA MAGISTRALE – INGEGNERIA DEI SISTEMI EDILIZI



SISTEMI DI INDOOR MAPPING ABBINATI A MODELLI BIM PER LA
GESTIONE DELLE ATTIVITA' DI FACILITY MANAGEMENT

Relatore: Prof. Arch. Alberto PAVAN, Politecnico di Milano

Tesi di Laurea Magistrale:

Francesco DE MARCO; Matricola: 820684

Beatrice NUTI; Matricola: 839219

Anno Accademico 2015 / 2016

INDICE

Abstract inglese	1
Abstract italiano	2
Introduzione	3
Capitolo 1 - Strumenti e metodi a supporto del Facility Management: lo stato dell'arte	5
1.1. Il mercato del Facility Management.....	5
1.2. Facility management e gestione immobiliare: significato, struttura e criticità	7
1.3. Il nuovo Codice Degli Appalti Pubblici: novità introdotte sui servizi di Facility Management 13	
1.4. L'introduzione del building information modeling (BIM) alla dimensione del Facility Management	16
1.4.1. Case study 1: gestione delle attività non core, con particolare riferimento allo space management, tratto da <i>"il futuro del disegno con il BIM per ingegneri ed architetti, Anna Osello"</i> (7).....	23
1.4.2. Case study 2: linee guida bim del Facilities Management Service'S (FMS) dell'Università del sud California (USC) applicate al caso del cinema arts complex, tratto da <i>"BIM Guidelines inform Facilities Management Databases: a case study over time, Karen Kenses"</i> (24).	26
1.4.3. Case study 3: il bim applicato al rilevamento di problematiche sulla gestione degli impianti, tratto da <i>"knowledge –assisted-bim-based visual analytics for failure root cause detection in facilities management, Ali Motamedi, Amin Hammad, Yoosef Asen"</i> (25).....	28
1.4.4. Case study 4: sistema di visualizzazione mobile integrati al BIM per il facility management, il caso applicativo di taiwan, tratto da <i>"Developing Mobile- and BIM-Based Integrated Visual Facility Maintenance Management System, Yu-Cheng Lin and Yu-Chih Su "</i> (26). 33	
1.5. Tecnologie mobile e sensori a supporto del Facility Management	36
1.5.1. Applicazioni mobili per segnalazione di guasti ed anomalie.....	37
1.5.2. Il cloud e l'operatività sul campo	43
1.5.3. Sensori incorporati e scansione di codici per la gestione dei servizi di Facility Management.....	45

Capitolo 2 - Strumenti e metodi per l'aggiornamento dei dati patrimoniali: l'esperienza del progetto dell'Arcidiocesi di Milano	54
2.1. Due diligence immobiliare e tecnica	54
2.2. Una piattaforma web per l'archiviazione digitale della documentazione catastale e tecnica	
56	
2.2.1. L'inventario dei beni immobili: il patrimonio	57
2.2.2. Il fascicolo del fabbricato.....	59
2.2.3. Il piano di manutenzione ordinaria	66
2.3. Limiti del sistema e possibilità di sviluppo future.....	68
Capitolo 3 - Manutenzione, gestione e flussi operativi: scenari a confronto	71
3.1. Manutenzione: definizioni e classificazioni	71
3.2. Manutenibilità e affidabilità	73
3.3. Gestione per processi, approccio sistemico e building commissioning	76
3.4. La manutenzione operativa	78
3.5. Logica di scelta della politica manutentiva	80
3.6. Manutenzione correttiva e flussi manutentivi	85
3.7. Approcci operativi: la fase ispettiva.....	92
3.8. Strumenti e metodi di supporto alle attività di Facility Management: Scenari a confronto .	94
3.8.1. Ipotesi 1: Modello BIM in mano all'utente.....	94
3.8.2. Ipotesi 2: Modello BIM in cloud per le segnalazioni dell'utente e modello BIM centrale	
al gestore	96
3.8.3. Ipotesi 3: Mappatura di componenti con codici QR collegati al modello BIM	98
3.8.4. Ipotesi 4: Automazione, domotica e sistemi BMS per l'individuazione di	
malfunzionamenti.....	99
3.8.5. Ipotesi 5: Sensori recepiti da dispositivi mobili per la comunicazione dei guasti	102
3.9. Analisi economiche.....	103
3.9.1. Ipotesi 1	103
3.9.2. Ipotesi 2	105

3.9.3.	Ipotesi 3.....	105
3.9.4.	Ipotesi 4.....	107
3.9.5.	Ipotesi 5.....	109
3.9.6.	Confronto tra le ipotesi.....	111
Capitolo 4 -	Caso di studio: applicazione del sistema ad un patrimonio parrocchiale.....	117
4.1.	Realizzazione del modello BIM.....	117
4.1.1.	La modellazione tridimensionale del patrimonio edilizio oggetto del caso di studio.	119
4.1.2.	Archiviazione documentale su base BIM	122
4.1.3.	Modello BIM: realizzazione del database informatico ai fini gestionali	124
4.2.	Sensori abbinati a software per l'invio di segnalazioni	133
4.2.1.	Beacons comunicanti con app per dispositivi mobile per la georeferenziazione indoor	134
4.2.2.	Sensori di movimento per la registrazione di dati	137
4.3.	Il cloud a supporto dell'attività operativa sul campo	138
4.4.	Struttura dei processi di Facility Management: diagrammi di flusso	142
4.4.1.	Manutenzioni su richiesta di impianti: segnalazioni georeferenziate	143
4.4.2.	Componenti di arredo: richiesta di fornitura e sostituzione.....	148
4.4.3.	Segnalazione di guasti a componenti fisici e richiesta di riparazione	152
4.4.4.	La manutenzione programmata: un metodo per la gestione degli interventi.....	155
4.4.5.	Servizi no core: l'ottimizzazione dell'organizzazione delle pulizie.....	159
4.5.	La norma UNI 11337:2009 per la codificazione ed uniformazione di componenti e dati...	162
Capitolo 5 -	Considerazioni conclusive sul sistema teorizzato e possibili sviluppi futuri.....	164
5.1.	Considerazioni qualitative ed economiche sul sistema teorizzato.....	165
5.2.	Tecnologie laser scanning per la realizzazione di rilievi tridimensionali	169
5.3.	Realtà aumentata: project tango e google glasses.....	172

INDICE DEGLI ALLEGATI

Allegati	177
1. Allegato A: analisi dei costi di sistema	177
1.1. Analisi dei costi caso di studio	177
1.2. Analisi dei costi patrimonio esteso.....	179
1.3. Analisi dei costi patrimonio ridotto	181
2. Allegato B: capitolato tecnico: l'architettura informatica del sistema	184
2.1. Premessa	184
2.2. Oggetto.....	184
2.3. Requisiti di interoperabilità e di sistema	186
2.4. Architettura logica del sistema.....	189
2.5. Utenti e interfacce	195
Bibliografia.....	201

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.1 - Il trend di mercato pubblico del fm in italia nel periodo 2007-2012: bandi di gara pubblicati (1)	6
Figura 1.2 - il mercato pubblico del fm in italia nel periodo 2007-2012: bandi di gara pubblicati per modalità di richiesta del servizio (1)	6
Figura 1.3 - Impatto dei costi di applicazione del BIM durante il ciclo di vita di un edificio: diagramma di Macleamy (22).....	21
Figura 1.4 - Adozione del BIM per il Facility Management al Politecnico di Torino: flusso di informazioni tra piattaforme (23)	24
Figura 1.5 - Interoperabilità tra Revit e Google Docs - diagramma di flusso (24).....	27
Figura 1.6 - Esempio di albero di guasto (25).....	30
Figura 1.7 - Visualizzazione customizzata di un guasto (25)	31
Figura 1.8 - Architettura logica del sistema "FMVAS" (25)	31
Figura 1.9 - "BIMFMM" framework (26)	35
Figura 1.10 - Visualizzazione BIM FMM su tablet (26)	36
Figura 1.11 - "Fixmystreet": interfaccia grafica per la segnalazione di un problema (29).....	39
Figura 1.12 - "Fixmystreet": interfaccia grafica delle segnalazioni inviate (29).....	39
Figura 1.13 - App per segnalazioni e richieste di intervento di Pisa: interfaccia grafica.....	40
Figura 1.14 - Magic plan: realizzazione del rilievo	42
Figura 1.15 - Magic Plan: restituzione grafica della segnalazione	42
Figura 1.16 - Magic Plan: georeferenziazione	43
Figura 1.17 - A360: interfaccia grafica generale	44
Figura 1.18 - A360: visualizzazione dati Componenti	45
Figura 1.19 - Codice QR.....	46
Figura 1.20 - Sistema BIMFM: interfaccia grafica (32)	47
Figura 1.21 - Sistema BIMFM: diagramma di flusso (32)	48
Figura 1.22 - Etichette RFID.....	49
Figura 1.23 - PLC: struttura logica	52
Figura 1.24 - Esempio di datalogger.....	53
Figura 2.1 - portale dell'arcidiocesi per l'Inventario dei beni immobili: patrimonio	57
Figura 2.2 - Portale dell'arcidiocesi per l'inventario dei beni immobili: dati catastali	58
Figura 2.3 - Portale web dell'arcidiocesi: fascicolo del fabbricato – struttura.....	60

Figura 2.4 - Portale web dell'arcidiocesi: fascicolo del fabbricato – Interfaccia per l’inserimento della documentazione tecnica	61
Figura 2.5 - Portale web dell'arcidiocesi: segnalazioni automatiche	62
Figura 2.6 - Portale web dell'arcidiocesi: stato conservativo	63
Figura 2.7 - valutazione dello Stato conservativo: Legenda dei giudizi.....	63
Figura 2.8 - Portale web dell'arcidiocesi: contratti di manutenzione	64
Figura 2.9 - Contratti di manutenzione: riepilogo dati.....	64
Figura 2.10 – Portale web dell’arcidiocesi - Interfaccia sulla sicurezza.....	66
Figura 2.11 - Piano di manutenzione: interfaccia per l'inserimento dei dati	67
Figura 2.12 - Piano di manutenzione ordinaria: restituzione grafica del portale.....	67
Figura 3.1 - Logica di scelta delle politiche manutentive	81
Figura 3.2 - Logica di scelta delle politiche manutentive tramite BIM.....	82
Figura 3.3 - Manutenzione su richiesta: diagramma di flusso.....	90
Figura 3.4 - Manutenzione su richiesta: possibile diagramma di flusso con introduzione del BIM.....	91
Figura 3.5 - Modello BIM all'utente: diagramma di flusso	94
Figura 3.6 - Modello centrale al gestore e modello cloud all'utente - diagramma di flusso.....	96
Figura 3.7 – Codici QR abbinati a modelli BIM: diagramma di flusso.....	98
Figura 3.8 – Automazione e domotica per il monitoraggio dei parametri di funzionamento: diagramma di flusso	100
Figura 3.9 - Sistemi di indoor mapping per la segnalazione di guasti: diagramma di flusso.....	102
Figura 3.10 - Confronto economico metodi: costi totali di sistema nel tempo	114
Figura 4.1 - Modello bim del patrimonio: contestualizzazione	119
Figura 4.2 - Modello BIM: Chiesa "Nostra Signora della misericordia"	120
Figura 4.3 - Modello BIM: casa parrocchiale	120
Figura 4.4 - Modello BIM: Oratorio maschile e femminile	121
Figura 4.5 - Modello BIM: scuola dell'infanzia	121
Figura 4.6 - Modello BIM: archiviazione documentale	123
Figura 4.7 - Archiviazione digitale sul modello: logica di archiviazione dei files scansionati	124
Figura 4.8 - Modello BIM: locali.....	126
Figura 4.9 - Componenti Revit: dati di istanza estintore	127
Figura 4.10 - Modello Revit: abaco attrezzature antincendio	127
Figura 4.11 - Componenti Revit: dati per tipo – estintore	128
Figura 4.12 - Caricamento dati su modello Revit: dati generali	129
Figura 4.13 - Caricamento dati su modello Revit: dati tecnici componenti di illuminazione.....	129

Figura 4.14 - Caricamento dati su modello Revit: dati tecnici attrezzatura elettrica	130
Figura 4.15 - Caricamento dati su modello Revit: dati tecnici componenti impianto di riscaldamento	131
Figura 4.16 - Caricamento dati su modello Revit: dati tecnici componenti antincendio	132
Figura 4.17 - Caricamento dati su modello Revit: dati tecnici ascensore	132
Figura 4.18 - Caricamento dati su modello Revit - dati serramenti	133
Figura 4.19 - Dispositivi "beacons"	134
Figura 4.20 - Sistema di indoor mapping per la mappatura degli asset aziendali (34)	136
Figura 4.21 - Nextome: interfaccia grafica di navigazione	136
Figura 4.22 - Sensori "smartcheck"	137
Figura 4.23 - BIM 360 Glue: interfaccia grafica di consultazione delle proprietà dei componenti.....	139
Figura 4.24 - BIM 360 Field: interfaccia generale	140
Figura 4.25 - BIM 360 Field: programma di manutenzione	141
Figura 4.26 - BIM 360 Field: consultazione allegati.....	142
Figura 4.27 - Segnalazione guasto su revit: interfaccia grafica	144
Figura 4.28 - Interfaccia revit: consultazione dati tecnici	144
Figura 4.29 - Problema risolto: interfaccia grafica	146
Figura 4.30 - Gestione delle manutenzioni su richiesta: diagramma di flusso	147
Figura 4.31 - Mappatura su revit con parametri url dei componenti di arredo.....	149
Figura 4.32 - Segnalazione di guasto e ordine di fornitura: diagramma di flusso.....	151
Figura 4.33 – Riparazione di un componente fisico: diagramma di flusso	154
Figura 4.34 - Calendario e avviso di intervento pianificato.....	156
Figura 4.35 – Manutenzioni programmate: diagramma di flusso.....	158
Figura 4.36 - Gestione delle pulizie: diagramma di flusso	161
Figura 5.1 – Confronto tra costo di sistema e benefici	168
Figura 5.2 - Esempio di laser scanner.....	169
Figura 5.3 - Laser scanner tipo: componenti.....	170
Figura 5.4 - Sistema laser scanning: visualizzazione 3D	172
Figura 5.5 - Visori per realtà virtuale.....	173
Figura 5.6 - Google glass: componenti	174
Figura 5.7 – Arredamento virtuale con Google Glasses.....	175
Figura 5.8 – Visualizzazione degli impianti in 3D su Project Tango.....	176

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1.1 - Sistema "FMVAS": flusso operativo.....	32
Tabella 3.1 – Costi scenari a confronto nell’ anno di installazione del sistema	111
Tabella 3.2 - Costi scenari a confronto a partire dal secondo anno di utilizzo.....	112
Tabella 3.3 - Ipotesi a confronto: costi totali di sistema dopo 10 anni	113
Tabella 3.4 – Costi totali primo anno patrimonio con superfici maggiori.....	114
Tabella 3.5 – Costi totali secondo anno patrimonio con superfici maggiori.....	115
Tabella 3.6 – Costi totali primo anno patrimonio con superfici minori.....	116
Tabella 3.7 – Costi totali secondo anno patrimonio con superfici minori.....	116
Tabella 4.1 - Protocolli di comunicazione per beacons: due modelli a confronto (34).....	135
Tabella 5.1 – Rapporto tra costi di sistema e benefici	167

INDOOR MAPPING SYSTEMS LINKED TO BUILDING INFORMATION MODELS (BIM) FOR SUPPORTING FACILITY MANAGEMENT ACTIVITIES

Authors: Francesco De Marco, Beatrice Nuti

Supervisor: Prof. Ing. Alberto Pavan

Key words: *Facility Management, BIM, Beacons, Indoor Mapping, Indoor Positioning, Maintenance, Interoperability, digital communication, reporting, georeferencing*

ABSTRACT INGLESE

Italian land is filled of several and different buildings that need to be managed, monitored and maintained, in order to preserve the compliance with quality, performance evolving standards and regulatory. Building elements deteriorate over time, so there is the necessity of a system capable to facilitate the knowledge of the buildings and the technological elements that constitute it, in order to manage the maintenance operations.

The thesis aims to introduce an integrated system of management of a housing that allows to facilitate digital communication between signalers users, managers and business / maintenance services , relating to information about maintenance work, by exploiting the potential of technological tools able to detect the location.

Building information modeling (BIM) is introduced for the scope of this thesis: digital three-dimensional models of buildings, that contain useful information for maintenance purposes, are made, integrated with the implementation of a system capable of coordinating the communication flows between the actors of the maintenance process.

The system is designed to be applied to the case study of a parish of the Archdiocese of Milan, taking advantage of the opportunity offered by the recent interest of the Archdiocese to digitize the document management of the managed real estate.

The scope is primarily concerned with the conduct of requests for maintenance work due to fault signal; it was decided to evaluate three types of technical elements of a building: a physical element, a plant element and a furniture component, in order to understand, for each, which information is required for maintenance purposes and how to handle the communication flow between the actors in the process.

SISTEMI DI INDOOR POSITIONING ABBINATI A MODELLI BIM PER LA GESTIONE DELLE ATTIVITÀ DI FACILITY MANAGEMENT

Autori: Francesco De Marco, Beatrice Nuti

Relatore: Prof. Ing. Alberto Pavan

Parole chiave: *Facility Management, BIM, Beacons, Indoor Mapping, Indoor Positioning, manutenzione, interoperabilità, comunicazione digitale, segnalazioni, georeferenziazione*

ABSTRACT ITALIANO

Il territorio italiano è caratterizzato da un patrimonio edilizio vasto e diversificato, che necessita di essere gestito, monitorato e mantenuto, al fine di preservarne nel tempo la rispondenza agli standard qualitativi e prestazionali, sempre in evoluzione, ed ai sopravvenuti vincoli normativi. Gli edifici, nel tempo, vanno inevitabilmente incontro a situazioni di guasto degli elementi che lo compongono, e si pone pertanto il problema di identificare un sistema che faciliti la conoscenza di un patrimonio, degli immobili che ne fanno parte e degli elementi tecnologici che lo costituiscono, per poi gestirne gli interventi manutentivi..

La tesi si pone l'obiettivo di introdurre un sistema integrato di gestione di un patrimonio edilizio che permetta, sfruttando le potenzialità di strumenti tecnologici capaci di rilevare la localizzazione e di agevolare la comunicazione digitale tra utenti segnalatori, gestori e imprese/servizi di manutenzione, riguardo alle informazioni inerenti gli interventi di manutenzione. Il fine preposto per questa tesi trova un valido alleato nel building information modeling (BIM): si realizzano, per i fabbricati di un patrimonio, dei modelli tridimensionali digitali contenenti le informazioni utili ai fini manutentivi, integrati con l'implementazione di un sistema capace di coordinare i flussi di comunicazione tra gli attori del processo manutentivo. Il sistema viene studiato per essere applicato al caso pratico di un complesso parrocchiale dell'Arcidiocesi di Milano, sfruttando l'occasione offerta dal recente interesse dell'ente a digitalizzare la gestione documentale ed informativa del patrimonio sotto la sua tutela. Il campo di applicazione che si va ad approfondire riguarda principalmente la conduzione delle richieste di intervento a seguito di segnalazione di guasti; si è deciso infatti di valutare nello specifico tre tipologie di elementi tecnici di un edificio: un elemento fisico, un elemento impiantistico ed un componente di arredo, al fine di comprendere, per ciascuno, di quali informazioni si necessita ai fini manutentivi e come gestire il flusso comunicativo tra gli attori del processo.

INTRODUZIONE

La gestione degli immobili, intesa nella sua completezza, e dunque in tutti i suoi aspetti (dalla gestione dell'anagrafica documentale, all'organizzazione dei servizi di pulizia ed igiene, fino alla gestione della manutenzione e degli impianti) è un ambito dell'edilizia tanto complesso quanto attuale, dato il volume consistente del patrimonio edilizio esistente e le tendenze del mercato immobiliare italiano, volte alla riqualificazione ed alla conservazione.

La tesi non può pertanto prescindere da un lavoro di ricerca volto ad indagare sul significato di Facility Management e sul peso economico della gestione della vita utile di un edificio, dal quale si può avere un primo riscontro dei limiti dei sistemi operativi e di metodo utilizzati negli anni passati.

Si procede poi a valutare gli approcci più significativi adottati negli ultimi anni in tema di building information modeling applicato anche alla settima dimensione, quella del Facility Management (capitolo 1).

Risulta tuttavia evidente, dall'analisi condotta sullo stato dell'arte, l'onerosità che il BIM comporta in termini di tempi e costi. Soprattutto se si fa riferimento all'edilizia esistente, infatti, ci si rende ben presto conto di come le poche documentazioni a disposizione in termini di elaborati progettuali, informazioni ed aggiornamento delle stesse rendano particolarmente difficoltosa e dispendiosa la realizzazione di un modello tridimensionale preciso e completo di tutti i dati necessari relativamente all'intero ciclo di vita, dalla progettazione, alla costruzione, all'esercizio, per terminare con la dismissione. Tutto ciò è peraltro dovuto proprio ad un'organizzazione e gestione disordinata delle informazioni sugli edifici e sugli elementi tecnici e tecnologici che lo compongono, spesso basata su documenti cartacei.

Lo studio dello stato dell'arte è stato arricchito dall'esperienza personale maturata nell'attività di tirocinio formativo svolto presso l'Arcidiocesi di Milano, relativa alla sperimentazione di una piattaforma digitale per l'archiviazione e la gestione digitale della documentazione degli immobili. Durante tale attività si sono potute valutare su un caso concreto le criticità relative alla difficoltà di reperire dati aggiornati e completi su edifici esistenti, e sulle possibilità comunicative che la tecnologia può apportare sfruttando la componente visiva, e quindi immediatamente intuitiva, di un modello tridimensionale arricchito di volta in volta con i dati tecnici reperiti in loco sugli specifici componenti oggetto di intervento. Gli edifici del patrimonio patrimoniale su cui si è svolta l'attività di tirocinio vengono poi utilizzati in questa tesi per ipotizzare la sperimentazione del processo e del sistema teorizzati (capitolo 2).

Viene quindi svolta un'indagine preliminare relativa all'approccio tradizionale delle imprese che forniscono servizi di manutenzione e Facility Management, al fine di comprendere qual è l'iter processuale che caratterizza gli interventi. Questo studio serve a capire quali sono le fasi del processo che possono essere snellite tramite l'adozione di nuove tecnologie. Si confrontano poi, dal punto di vista qualitativo ed economico, cinque diversi possibili approcci in termini di sistema di supporto alle attività di Facility Management (capitolo 3).

Il fulcro della ricerca è la teorizzazione di una metodologia che, sfruttando gli strumenti tecnologici attuali, permetta il passaggio automatizzato delle informazioni sulla gestione degli interventi manutentivi a seguito di segnalazioni di guasti. La tesi si sofferma poi anche sulle possibilità applicative relative all'organizzazione operativa delle manutenzioni programmate e delle altre attività inerenti il settore del Facility Management, come la gestione dei servizi no core.

Lo scopo è dunque quello di mettere a disposizione del gestore uno strumento BIM di partenza semplice, dotato delle informazioni essenziali, e dunque poco oneroso, ma vivo, ossia oggetto di aggiornamenti continui in occasione degli interventi di manutenzione, che lo arricchiscano e lo dettagliano nel tempo. Questo strumento, per garantire la sua funzione, deve però essere in grado di gestire il flusso di informazioni con l'utente segnalatore dei problemi, da un lato, e con il personale che si occupa degli interventi di manutenzione, dall'altro. Si analizzano quindi possibili scenari in funzione delle tipologie di componenti malfunzionanti e si realizzano diagrammi di flusso per la definizione delle esigenze processuali, dei requisiti di sistema e delle necessità di implementazione tecnologica per creare una piattaforma di supporto alle attività di Facility Management (capitolo 4).

L'attività di ricerca si conclude con l'indagine delle potenzialità che le recenti tecnologie possono apportare se integrate nella gestione computerizzata delle manutenzioni, con riferimento soprattutto alle applicazioni del laser scanner per la creazione di rilievi digitali georeferenziati e della realtà aumentata come strumento operativo sul campo (capitolo 5).

Capitolo 1 - STRUMENTI E METODI A SUPPORTO DEL FACILITY MANAGEMENT: LO STATO DELL'ARTE

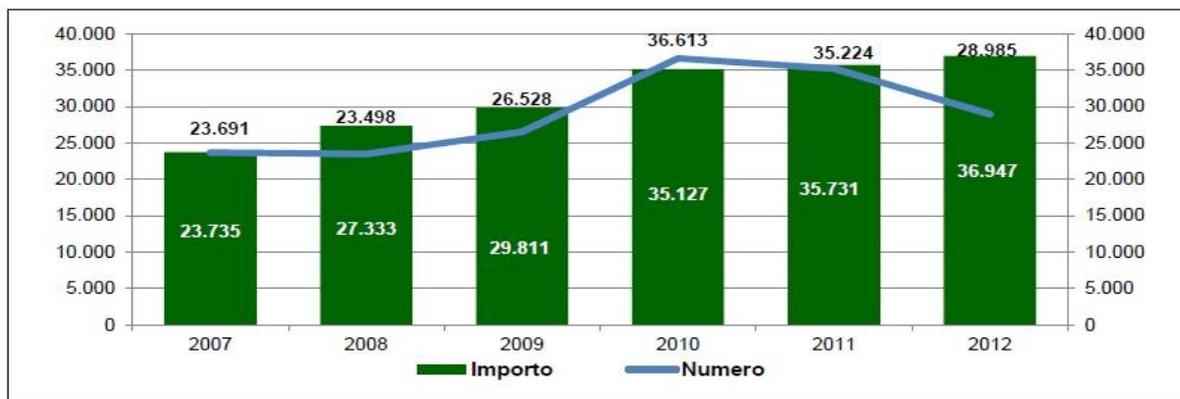
1.1. IL MERCATO DEL FACILITY MANAGEMENT

E' indubbio che l'aspetto economico, in tutte le fasi del ciclo di vita di un manufatto edilizio ed in particolar modo nella gestione dell'immobile, che è quella più duratura, è essenziale per una valutazione degli oneri che gli edifici determinano non solo in fase di progettazione e costruzione, ma anche nell'esercizio; non si può pertanto prescindere dall'analisi del mercato relativo ai servizi di Facility Management.

Una lettura critica di questo aspetto può infatti portare a trarre delle importanti considerazioni sulle esigenze di questo settore dell'edilizia e, di conseguenza, sulla direzione da seguire per migliorare il rapporto tra la qualità dei servizi ed il peso economico della gestione.

Si è deciso di utilizzare come supporto il rapporto del 2012 del Cresme (centro di ricerche di mercato e servizi per chi opera nel mondo delle costruzioni e dell'edilizio) che riporta i dati dell'Osservatorio Nazionale del Facility Management (1) arricchito con degli articoli de "Il Sole 24 Ore" (2) inerenti l'argomento.

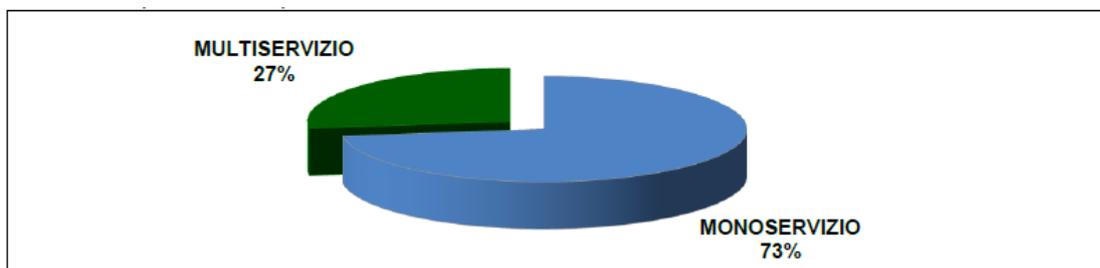
Gli studi condotti nel 2012 dal Cresme sul patrimonio edilizio italiano denotano una tendenza all'esternalizzazione dei servizi, intesa sia nelle forme semplici di appalti di servizi che in quelle integrate e coordinate di Facility Management. I dati dell'Osservatorio nazionale registrano infatti un aumento del 22% dei bandi pubblici classificabili in questa categoria, con un aumento degli importi a base d'asta del 56%; tutto ciò in un periodo che registra invece un calo del 50% nel mercato relativo alla sola esecuzione di lavori pubblici (1). E' utile notare che, se si considerano i trends del mercato pubblico del Facility Management dal 2007 al 2012, la domanda si sia nel tempo orientata dalla richiesta di appalti di sola esecuzione a quella integrata di progettazione, costruzione, gestione e manutenzione integrata (figura 1.1). A questa tendenza occorre pertanto che il mercato risponda con l'espletazione di servizi di Facility Management organizzati, intesi nell'accezione di gestione integrata e coordinata degli spazi, delle prestazioni e delle infrastrutture.



Fonte: elaborazione CRESME Europa Servizi su dati Osservatorio Nazionale del Facility Management (www.osservatoriomf.it) promosso da ANAEPA-Confartigianato e CNA Costruzioni
 NB: il numero comprende i bandi con importo non segnalato

FIGURA 1.1 - IL TREND DI MERCATO PUBBLICO DEL FM IN ITALIA NEL PERIODO 2007-2012: BANDI DI GARA PUBBLICATI (1)

L'indagine del Cresme denota un aumento anche degli importi a base di gara, che dai 24 miliardi di euro del 2007 sono saliti, con un trend di continua crescita, a 37 miliardi. Entrando maggiormente nel merito delle analisi, l'Osservatorio palesa che, per il 73% degli importi nell'intero periodo 2007 e per il 69% nel solo 2012, si tratta di bandi monoservizio, non caratterizzati dunque dal grado di innovazione ed integrazione tipici dei multiservizio (figura 1.2); le tendenze di crescita sono tuttavia presenti per entrambe le tipologie di bando, con un rapporto tra monoservizio e multiservizio che è rimasto più o meno costante tra il 2007 ed il 2012. I dati positivi sono confermati anche da Lorenzo Mattioli, portavoce delle Associazioni del "Manifesto del mercato dei servizi" e Presidente dell'ANIP – Confindustria che, in un'intervista tratta dalla rivista scientifica "Facility Management Italia", conferma una crescita costante di questo settore anche in termini occupazionali (2,5 milioni di occupati) e relativamente al PIL (oltre l'8% del PIL) (3).



Fonte: elaborazione CRESME Europa Servizi su dati Osservatorio Nazionale del Facility Management (www.osservatoriomf.it) promosso da ANAEPA-Confartigianato e CNA Costruzioni

FIGURA 1.2 - IL MERCATO PUBBLICO DEL FM IN ITALIA NEL PERIODO 2007-2012: BANDI DI GARA PUBBLICATI PER MODALITÀ DI RICHIESTA DEL SERVIZIO (1)

Un articolo tratto dal quotidiano de "Il Sole 24 Ore, Edilizia e territorio" del 9 Dicembre 2013 pare annunciare tuttavia un primo arresto di questa crescita del mercato, annunciando un calo. Il rapporto del 2013 registra infatti una flessione del 7% negli importi a base di gare e del 3,6% nel numero di

avvisi rispetto al 2012. Ciò che risulta interessante ai fini della ricerca non sono tanto i dati numerici, quanto piuttosto le motivazioni che il Cresme attribuisce alla contrazione. Lorenzo Bellicini, amministratore delegato del Cresme, afferma infatti che, al di là della crisi economica che attanaglia tutti i settori, la decrescita è dovuta ad una risposta dei servizi di Facility non soddisfacente delle reali esigenze della committenza; sentore di ciò è la segnalazione di un ritorno al bando mono-servizio rispetto all'appalto multiservizio.

Paolo Gencarelli, responsabile acquisti real estate di Unicredit, in occasione di un convegno sul Facility organizzato nel 2013 presso la sede dell'Abi, l'associazione bancaria italiana, evidenzia un altro dato importante, che pone l'accento sulle differenze tra il mercato italiano e quello estero relativamente a questo settore. Mentre in Germania un solo gestore controlla mille sedi, in Austria un solo gestore per 350 sedi, in Italia vi sono circa 4500 sedi governate da 22 gestori (2).

I risultati numerici delle analisi esposte portano dunque alla luce un dato importante: la ripresa e il risultato economico presuppongono un salto qualitativo, che soddisfi l'esigenza di implementare sistemi di gestione integrata dei servizi di Facility Management complessi, efficaci ma semplici, governabili da un numero limitato di persone. Risulta fondamentale digitalizzare il settore, sfruttando le componenti tecnologiche e telematiche a disposizione in modo integrato ed intelligente, così da facilitare e snellire la fase manutentiva di un patrimonio attraverso appalti di bandi multiservizio; in tal modo il gestore avrebbe un interlocutore unico che si occupi di pianificare e gestire una pluralità di servizi.

1.2. FACILITY MANAGEMENT E GESTIONE IMMOBILIARE: SIGNIFICATO, STRUTTURA E CRITICITÀ

Ma cosa si intende per Facility Management? Quali sono tutti i servizi che rientrano nell'ambito di tale settore?

La norma UNI 11447:2012 definisce il Facility Management *“Gestione integrata dei servizi di supporto per il funzionamento, la fruizione e la valorizzazione dei beni immobiliari e urbani”*(4).

In letteratura sono presenti diverse definizioni: per Ciaramella, *“il Facility Management rappresenta il complesso di tutte le attività indispensabili per gestire la piena funzionalità di un edificio e/o patrimonio immobiliare e per risolvere insorgenze problematiche impreviste ed imprevedibili”* (5).

De Toni e Nonino in una pubblicazione del 2009 passano in rassegna 22 possibili definizioni di Facility Management, delle quali una delle più esaustive può essere la seguente: *“Il Facility Management è un approccio multidisciplinare per progettare, pianificare e gestire i servizi non core in un modo*

integrato e coordinato. Questi servizi, correlati in modo particolare al real estate, supportano le attività strategiche core e sono essenziali per un funzionamento efficiente ed efficace di un'organizzazione" (6).

E' opportuno precisare cosa si intende per servizi core/non core: *"le attività definite non core sono quelle che, all'interno di un'azienda, non rivestono un ruolo principale ma concorrono al raggiungimento di obiettivi di ottimizzazione prefissati" (7).* Esse non rientrano dunque nella core business di un'organizzazione, ma sono necessarie al suo funzionamento. Un esempio può essere costituito dall'espletazione dei servizi di pulizia; viceversa le funzioni core sono quelle che caratterizzano l'attività svolta da un'azienda e che concorrono quindi in modo diretto alla produttività ed al profitto.

Si può dunque affermare che le funzioni che rientrano nell'ambito del Facility Management sono quelle relative al *"controllo, la pianificazione e il coordinamento degli interventi manutentivi ordinari (di guasto o programmati) e straordinari, alla gestione degli spazi, le definizioni dei piani di sicurezza, la selezione dei fornitori esterni per l'espletamento di servizi di supporto necessari al processo di gestione immobiliare (move in, esecuzione dei lavori manutentivi, servizi di pulizia, reception, ecc.)"(8)*

Il Facility Management costituisce tuttavia solo una branca della gestione delle attività immobiliari, insieme al Property Management e all'Asset Management.

- Il Property Management è quel campo della gestione immobiliare relativo agli aspetti economici e amministrativi, relativamente al controllo dei costi (energetici, del personale), all'espletamento delle attività autorizzative di un bene immobiliare, la gestione del personale incaricato, e di tutta la documentazione amministrativa.
- L'Asset Management è invece legato alla gestione delle attività strategiche, di lungo termine. Rientrano in questo ambito dunque le procedure per scegliere gli investimenti da effettuare, le proprietà da dismettere e le analisi di mercato.

Questi tre aspetti della direzione immobiliare si concretizzano dunque nella gestione operativa dei servizi immobiliari (Facility e Property Management) e nella gestione strategica del patrimonio (Asset Management), e rappresentano delle funzioni fondamentali per garantire insieme la funzionalità di un patrimonio e di conseguenza la sua redditività in termini di investimento (8).

Dalle definizioni sopra riportate si può considerare come in realtà, sebbene si tratti di attività che concorrono tutte alla gestione di un patrimonio edilizio, l'ambito del Property Management ponga

maggiormente l'attenzione sull'aspetto dell'economicità e del contenimento dei costi d'esercizio, mentre i servizi di Facility Management vanno alla ricerca della qualità nell'espletazione delle attività, dalla semplice gestione delle pulizie alla più complessa organizzazione delle manutenzioni. Il salto di qualità che bisogna ricercare per dare una risposta concreta alla domanda del mercato relativamente a questo ambito, consiste dunque nella proposta di offerte integrate di servizi di property, facility e asset management, organizzate da un unico operatore, a servizio di un modello di business basato sul *Capital Asset Management allargato* (9). Per ottenere tale risultato occorre rivedere le metodologie che sottendono ciascuna delle aree della gestione immobiliare e creare un unico sistema, supportato da strumenti tecnologici adeguati, che ricerchi l'economicità gestionale nella semplificazione delle relazioni tra i vari ambiti. Gli obiettivi del Property Management andrebbero in tal senso a conciliarsi con lo scopo del Facility Management attraverso l'efficienza del metodo, l'approccio sistemico, il controllo ed il monitoraggio dei parametri relativi alle varie attività; a fronte di un investimento di risorse iniziale maggiore, necessario per implementare il metodo con gli strumenti tecnologici adeguati, si otterrebbe così nel tempo una gestione di qualità ma allo stesso tempo economica, tramite la riduzione dei margini di errore nelle scelte programmatiche predisposte.

Se prendiamo in considerazione per esempio le attività di manutenzione (che, come già detto, rientrano nell'ambito del Facility Management di un patrimonio immobiliare), una gestione integrata presuppone la ricerca della massima qualità possibile sulla base di un budget destinato a tali operazioni. Gli aspetti tecnici legati alle situazioni di guasto o alla necessità di prevenzione devono conciliarsi con la disponibilità di risorse economiche su un certo arco temporale: una volta definito l'elenco completo degli interventi manutentivi da effettuare, occorre dunque redigere una gerarchia delle priorità per capire quali sono le attività più urgenti e quali quelle rimandabili. Esistono una vasta letteratura sulla classificazione delle manutenzioni; Giancarlo Paganin in "L'acquisizione delle informazioni per la manutenzione dei patrimoni immobiliari, 2005", riporta una metodologia che considera 6 parametri, ognuno dei quali valutato sulla base di aspetti tecnici, politico-strategici, finanziari, economici, sociali e normativi (10):

- 1) Importanza dell'edificio all'interno di un patrimonio immobiliare, relativamente alla sua funzione ed al suo utilizzo attuale e futuro;
- 2) Condizione fisica dell'edificio e delle sue parti: agli edifici più degradati si assegna una priorità maggiore;

- 3) Importanza degli elementi spaziali in funzione dell'attività che viene svolta: se l'attività manutentiva deve essere eseguita in un'area destinata ad un'attività produttiva che non può essere arrestata o che viene arrestata solo in certi giorni gli si dà la priorità dovuta;
- 4) Effetti sull'utenza di un certo tipo di guasto o anomalia
- 5) Effetti sull'edificio, in termini fisici e tecnici: valutare se un guasto trascurato comporta o meno ripercussioni sull'edificio stesso e su quelli contigui;
- 6) Effetti sulla capacità di erogare il servizio richiesto.

La trattazione si occuperà, nei capitoli seguenti, di approfondire gli aspetti legati alla gestione documentale del patrimonio edilizio e alle attività operative svolte dai servizi professionali incaricati delle attività manutentive. Verrà pertanto approfondito il significato della manutenzione, indagando quali sono le prassi e i flussi operativi che normalmente caratterizzano gli interventi manutentivi, dalla richiesta dell'utente, all'apertura dell'ordine, fino all'attività sul campo (cap.3).

Andando per ordine, nel caso di edilizia esistente l'operazione primaria, alla base della gestione di un patrimonio immobiliare, consiste nella conoscenza degli immobili "in mano" ad un gestore, la cosiddetta anagrafe tecnica.

Spesso un gestore, data la precarietà e l'inefficienza di un sistema di archiviazione ed aggiornamento delle informazioni sugli immobili basata prettamente su documenti cartacei, dispone di una conoscenza frammentata e non aggiornata dello stato degli edifici di sua competenza, con il risultato di grandi difficoltà nel tenere sotto controllo tutti gli aspetti di tutto il patrimonio da gestire.

Ne consegue una gestione del patrimonio che non riesce a governare nel tempo ed in modo continuo tutti i parametri di controllo dei vari aspetti della facility, a causa soprattutto di una mancanza di comunicazione efficiente tra utenti e gestori e di strumenti semplici ed intuitivi di conoscenza, archiviazione ed aggiornamento dei dati degli immobili.

Alla base delle difficoltà che si incontrano nella gestione dei patrimoni immobiliari, dal punto di vista sia delle questioni documentali e amministrative che tecniche, c'è la perdita di informazioni nel passaggio dalla realizzazione alla gestione. Ciò comporta, per il primo gestore, l'incombenza di eseguire un censimento edilizio ed impiantistico; nella maggior parte dei casi, inoltre, tali attività vengono reiterate ogni volta che l'assuntore dei servizi di Facility Management cambia, così da perdere la base dati che era stata creata (11).

Il risultato è un'amministrazione basata su rilievi periodici dello stato di fatto e gestione delle manutenzioni ordinarie e dei servizi non core basati, nella migliore delle ipotesi, su applicativi CAFM

(Computer Aided Facility Management) di archiviazione ed aggiornamento di dati alfanumerici ma privi di riferimenti alla componente visiva dei fabbricati e degli elementi tecnici che lo costituiscono.

L'operazione di rilievo, inoltre, se si fa riferimento alle metodologie attualmente adottate, comporta una serie di importanti criticità (12):

- Tempo: spesso accade che i tempi necessari per realizzare l'anagrafe tecnica portino alla esigenza di espletare i servizi di facility prima che la stessa sia completata; ciò comporta naturalmente tutte le difficoltà derivanti da interventi su un patrimonio che non si conosce, con conseguenti dispendi economici e lacune qualitative. Se si disponesse di un modello digitale su cui archiviare i dati si potrebbe tuttavia eseguire un'anagrafe parziale, relativa alle singole funzioni da espletare ad una certa scadenza temporale, ed arricchire il database di volta in volta.
- Costo: la raccolta del materiale esistente, l'inquadramento degli immobili, il rilievo degli elementi tecnici che saranno oggetto di un'attività manutentiva, la predisposizione dei layout sono tutti componenti significativi del costo complessivo del rilievo.
- Integrazione: se si procede con rilievi parziali dei singoli spazi ed elementi tecnici su cui si interviene, si pone la necessità di uno strumento che sia facilmente aggiornabile ed integrabile in occasione dei futuri interventi su altri aspetti del fabbricato.
- Fruibilità: l'anagrafe immobiliare è uno strumento a disposizione del gestore del patrimonio ma le persone coinvolte nel processo di gestione sono molteplici, dall'utente fruitore dell'edificio al tecnico che esegue gli interventi manutentivi. E' pertanto necessario che l'anagrafe sia restituita in una forma semplice, intuibile, accessibile ad un'utenza vasta.
- Verifica: se si fa riferimento agli strumenti attualmente utilizzati nelle operazioni di rilievo, risulta necessario considerare anche la fase di verifiche da parte del soggetto responsabile dello stesso circa la rispondenza con lo stato di fatto, tramite sopralluoghi sul posto. I recenti passi in avanti della tecnologia laser scanning potrebbero favorire, se applicati in questo ambito, la riduzione dei tempi di verifica e di quelli di back-office per reperire informazioni da parte dei manutentori.
- Aggiornamento: rientra nell'ambito del fattore di integrazione in quanto, in occasione delle modifiche apportate agli immobili, l'anagrafe deve avere una struttura tale da essere facilmente aggiornabile. Allo stato attuale si assiste spesso a mancati aggiornamenti proprio a causa della carenza di sistemi che supportino tale funzione, con la conseguente perdita di informazioni nel tempo e dispendi economici relativi all'esigenza di realizzare nuovi rilievi

quando le modifiche saranno tali da rendere totalmente insufficienti ed inefficienti quelli già effettuati.

- Precisione: quando si ha a che fare con edifici molto datati spesso si riscontra l'assenza di elaborati grafici relativi all'as built, con conseguente necessità di effettuare rilievi geometrici che, basata spesso su metodi tradizionali e poco costosi, non garantisce una precisione adeguata; come conseguenza potrebbe insorgere l'esigenza di eseguire, successivamente alla fase di censimento, ulteriori rilievi, ad aggravio dei costi di anagrafe.

L'analisi di tutte le criticità tipiche delle attività di rilievo si va a conciliare con le problematiche correlate alla vastità e la complessità delle attività di facility management. Come enunciato in una definizione dell'IFMA (International Facility Management Association) infatti, al facility manager spettano oggi *“la comunicazione, gestione delle emergenze e garanzia della conformità di business, sostenibilità e attenzione all'ambiente, gestione degli aspetti di finanza e di business planning, leadership e gestione del fattore umano, elaborazione di strategia, operatività, project management, controllo di qualità, gestione del real estate, scouting delle nuove tecnologie”*.(13)

Questi aspetti hanno portato, negli ultimi anni, ad affrontare le possibilità che l'approccio tipico del building information modeling possa favorire, se applicato alla dimensione del Facility Management.

Per building information modeling (BIM) si intende *“l'insieme dei processi applicati per realizzare, gestire, ricavare e comunicare informazioni tra soggetti a livelli differenti, utilizzando modelli creati da tutti i partecipanti del processo edilizio, in tempi diversi ed anche per scopi non uguali tra loro, per garantire qualità ed efficienza attraverso l'intero ciclo di vita di un manufatto”* (7). Lo strumento operativo che esplica tale approccio è il building information model, una rappresentazione digitale tridimensionale di un manufatto edilizio strutturata ad oggetti, ognuno dei quali è arricchito di tutte le informazioni di carattere progettuale, costruttivo e manutentivo, comprensivo di costi e tempi.

E' un criterio di progettazione o rilievo che ben si concilia con le esigenze e le problematiche della gestione operativa delle manutenzioni e di tutti i servizi di facility proprio per l'elevato grado di integrabilità ed interoperabilità che lo caratterizzano, e per la capacità del modello di rispondere, se ben fatto, ad interrogazioni complesse. Non sono tuttavia da trascurare aspetti relativi all'onerosità e l'impegno in termini di tempi ed investimenti che una progettazione BIM, nella sua accezione più vasta e completa, comporti se applicata a tutte le fasi del ciclo edilizio di un manufatto.

1.3. IL NUOVO CODICE DEGLI APPALTI PUBBLICI: NOVITÀ INTRODOTTE SUI SERVIZI DI FACILITY MANAGEMENT

Il 19 Aprile 2016 è entrato in vigore il D.Lgs. 50/2016, Codice dei Contratti Pubblici in sostituzione del D.Lgs. 163/2006. Tale decreto recepisce le Direttive europee in materia di concessioni (2014/23/UE), appalti nei settori ordinari (2014/24/UE), e “utilities” (2014/25/UE). Si è ritenuto importante, in questo paragrafo, parlare delle novità introdotte dalla nuova legge, in quanto si tratta di un Codice che pone per la prima volta l'attenzione sul mercato dei servizi, cercando di dare delle soluzioni ad alcune delle problematiche che riguardano questo settore (14).

I cambiamenti che il nuovo Codice ha apportato ,in tema di servizi, riguardano principalmente gli aspetti legati alle procedure d'appalto e ai criteri di aggiudicazione, al fine di prestare attenzione alle esigenze di legalità e trasparenza nell'affidamento di attività che risultano sempre più importanti per preservare la qualità e l'efficienza nell'esercizio degli immobili. Si tratta infatti della fase più lunga e costosa del ciclo di vita di un edificio e la politica gestionale del patrimonio adottata da un'azienda può avere delle ripercussioni tecniche (in termini di guasti e malfunzionamenti trascurati) ed economiche (legate ad un' errata programmazione e stima delle uscite necessarie per gli interventi riparatori o preventivi, o legati alle attività no core); tutto ciò assume una particolare rilevanza nei moderni edifici, sempre più caratterizzati da componenti tecnologiche complesse ed esigenti di una manutenzione periodica e regolare.

Di seguito si sintetizzano brevemente i capisaldi innovativi introdotti dal nuovo Codice dei Contratti Pubblici in tema di Facility Management (3):

- Centralità del progetto dei servizi: il D.Lgs 50/2016 prevede che le attività relative ai servizi, per gli appalti pubblici, siano specificate in un progetto con dei contenuti minimi:
 - relazione tecnico-illustrativa del contesto,
 - indicazioni relative alla stesura dei documenti per la sicurezza previsti dal D.Lgs 81/2008,
 - calcolo degli importi per l'acquisizione dei servizi con indicazione degli oneri per la sicurezza,
 - prospetto economico degli oneri complessivi per l'acquisizione dei servizi,
 - capitolato speciale descrittivo e prestazionale.

Novità importante è poi caratterizzata dal richiamo del Codice alle norme tecniche UNI in materia di gestione dei patrimoni immobiliari, inclusi quelle relative alla manutenzione. Tali norme hanno sempre costituito riferimenti per la progettazione dei servizi ma è la prima

volta che la normativa vigente le considera espressamente, rendendo di fatto cogente il loro utilizzo.

- Miglior rapporto qualità prezzo: uno dei capisaldi su cui si fonda il nuovo Codice dei Contratti Pubblici è il superamento del criterio di aggiudicazione degli appalti basato sul criterio del massimo ribasso, per privilegiare il principio dell'offerta economicamente più vantaggiosa. L'art.95 stabilisce che tale criterio debba utilizzarsi obbligatoriamente per certe categorie di affidamenti, tra cui quelli ad alta intensità di manodopera (tra cui rientrano i servizi di Facility Management); lo scopo è quello di favorire progetti di qualità anche relativamente alla fase della gestione e dell'esercizio degli immobili. Restano comunque esclusi da tale obbligo i lavori di importo uguale o inferiore a 1.000.000 di euro (purché esista un progetto esecutivo esaustivo), i servizi standardizzati le cui condizioni sono definite dal mercato, ed i servizi di importo inferiore alla soglia di interesse europeo caratterizzati da notevole ripetitività.
- Qualificazione delle stazioni appaltanti: si tratta di un sistema che qualifichi le stazioni appaltanti non solo in base a criteri dimensionali, quanto soprattutto sulla base della capacità di gestire le procedure di gara, così come previste dal nuovo Codice dei Contratti. Vengono assegnate delle attestazioni di qualificazione, disciplinate dall'art. 38 del Codice, sulla base di requisiti tecnico-organizzativi rapportati agli ambiti di attività, ai bacini territoriali, alla tipologia e complessità del contratto e per fasce d'importo. Lo scopo è di preparare le stazioni appaltanti alla nuova disciplina regolamentata dal D.Lgs 50/2016 ed aumentare quindi la richiesta di qualità di servizi da parte della domanda.
- Il "rating" delle imprese: il nuovo Codice prevede un sistema di qualificazione delle imprese sulla base di requisiti sia reputazionali che di capacità strutturale ed affidabilità. Si basa su delle linee guida emanate dall'Autorità Nazionale Anti Corruzione (ANAC), che tengono conto di indici qualitativi e quantitativi, definiti a partire per esempio dal rispetto dei tempi e dei costi, dell'incidenza del contenzioso, dalla regolarità contributiva mostrata nei passati servizi espletati.
- Dematerializzazione procedure e semplificazione gare: l'art.44 prevede che, entro un anno dall'entrata in vigore del Codice dei Contratti pubblici, il Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti definisca le modalità per digitalizzare le procedure, sviluppare l'interconnessione tra le amministrazioni pubbliche e definire soluzioni tecnologiche per la gestione e l'elaborazione delle banche dati, utili a semplificare l'accertamento dei requisiti di partecipazione dei concorrenti.
- Il subappalto: la nuova riforma stabilisce che il subappalto può essere disposto solo se previsto dal bando di gara e comunque fino ad un limite massimo del 30% del valore del

contratto di servizi. Inoltre se il subappaltatore è una piccola impresa, o se l'appaltatore si rende inadempiente alle proprie obbligazioni in termini di pagamento del subappaltatore, o se il subappaltatore fa espressa richiesta, la modalità di pagamento deve essere diretta da parte della stazione appaltante. Questo tipo di soluzione va nella direzione di favorire la partecipazione anche delle piccole imprese ad appalti di grande dimensione, ma nello stesso tempo di proteggerle dall'eventuale sfruttamento da parte degli operatori economici più grandi e di preservare sempre la qualità complessiva del servizio appaltato.

- La "regolamentazione flessibile": molti articoli del Codice dei Contratti Pubblici rimandano alle linee guida e bandi tipo emessi dall'ANAC; in tal modo si ottiene una legislazione non ancora definita compiutamente ma che sarà messa a punto da questo ente con l'emissione di nuovi provvedimenti.
- Le consultazioni preliminari del mercato: l'art.66 disciplina le consultazioni di mercato relativamente alle imprese esistenti, da parte della stazione appaltante, al fine di migliorare la predisposizione dei documenti di gara. L'art. 67 prevede inoltre di mettere in atto le misure affinché l'operatore di mercato che partecipa alle consultazione per la preparazione di aggiudicazione non sia escluso dall'affidamento dell'appalto. In caso contrario difatti si disincentiverebbe l'impresa dall'offrire il proprio supporto nella redazione dei documenti di gara. Si tratta di un punto molto delicato del Codice, che si pone sul limite tra la necessaria trasparenza da garantire alle gare d'appalto nel settore pubblico e la necessità di migliorare la corrispondenza tra la gara predisposta e le caratteristiche degli operatori economici presenti sul mercato.
- Le procedure innovative: le Direttive del 2014 prevedono le procedure del dialogo competitivo e della procedura competitiva con negoziazione, soprattutto al fine di rispondere alle esigenze espresse dalle stazioni appaltanti per servizi complessi come quelli di Facility Management. Il dialogo competitivo era in realtà già previsto dal passato Codice dei Contratti Pubblici del 2006 ma non ha riscontrato particolare successo: si tratta di una procedura che prevede che la stazione appaltante avvii un dialogo con i candidati ammessi, al fine di elaborare una o più soluzioni atte a soddisfare le esigenze di servizi espresse. La soluzione prescelta viene poi messa a base di gara, restando comunque aperta alla concorrenza e quindi non esclusiva di un singolo operatore economico. Questa tipologia di procedura permette alla stazione appaltante di conoscere, prima di predisporre i documenti di gara, quali sono le specifiche tecniche che l'intervento dovrà prevedere.

Dalle questioni appena analizzate si può chiaramente notare l'interesse da parte del legislatore ad incrementare la qualità del servizio offerto, ponendo particolare attenzione ad una migliore

preparazione tecnica ed organizzativa delle parti ed alla necessità comunicativa tra operatori e stazione appaltante per trovare una corrispondenza maggiore tra esigenza espressa e prestazione erogata.

L'interoperabilità e l'interconnessione tra le parti coinvolte risulta quindi un requisito fondamentale per accrescere la qualità dei servizi, e la Direttiva Europea 2014/24/UE promuove l'adozione del building information modeling per *“accrescere l'efficacia e la trasparenza delle procedure d'appalto, consentire di identificare, monitorare e verificare la filiera degli operatori, le relative attività e responsabilità, i tempi ed i costi dell'investimento e dell'esercizio dei beni edilizi ed infrastrutturali”* (15). Il D.Lgs 50/2016 pone ancora come facoltativa l'adozione del BIM negli appalti pubblici e non indica tappe temporali, standard tecnici da condividere o programmi di attuazione. Appare tuttavia evidente come degli strumenti tecnologici capaci di gestire banche dati, su base sia grafica che alfanumerica, e di favorire la comunicazione tra gli utenti sulla base di un'unica piattaforma condivisa, possano rappresentare un approccio capace di gestire servizi complessi come quelli di Facility Management. Lo scopo è quello di garantire nel tempo un controllo dei parametri di qualità, costo e tempo, rappresentativi dell'efficacia di qualsiasi intervento ed in particolar modo dell'esercizio di un patrimonio, al fine di pianificare una gestione strategica economicamente sostenibile ed operativamente tempestiva e valida.

1.4. L'INTRODUZIONE DEL BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) ALLA DIMENSIONE DEL FACILITY MANAGEMENT

Gli strumenti utilizzati per la gestione giornaliera delle attività manutentive, come accennato precedentemente, sono ad oggi generalmente del tipo CAFM (o CMMS): si tratta di sistemi, basati su software gestionali, che governano il monitoraggio e la reportistica delle attività svolte. Un Computer aided Facility Management (CAFM) è organizzato in modo da gestire il rapporto con l'utente segnalatore di richieste o guasti, di comunicare con i fornitori dei servizi ed aggiornare il database in occasione dell'espletamento delle attività previste da calendario (16). Si avvale di *“dati tabulati e disegni bidimensionali tramite il caricamento di dati anagrafici e documentazione tecnica, creazione di job list e schedulazione delle attività, identificazione delle risorse, strumenti e materiali necessari alla gestione dell'immobile”* (15).

Il facility manager, inteso nella sua accezione moderna, deve tuttavia non solo essere in grado di amministrare gli aspetti operativi quotidiani, ma fornire anche dati per la pianificazione della gestione operativa di immobili ed impianti (17). Si pensi per esempio alla difficoltà che si può avere, con applicativi CAFM, a monitorare le performances degli edifici e la rispondenza del comportamento

energetico a quanto previsto in fase progettuale; a ciò si sommano altri limiti quali l'inefficacia nel controllo dei costi e dell'aggiornamento in occasione di modifiche legate ad interventi di manutenzione straordinaria. Manca completamente la componente visiva, quella della terza dimensione, che permette di cogliere in maniera più immediata ed intuitiva una modifica strutturale, architettonica o impiantistica dell'edificio.

Il building information modeling (BIM), applicato a tutto il ciclo di vita di un complesso edilizio, e quindi anche a quello della gestione, permette di realizzare un modello digitale tridimensionale completo di tutte le informazioni, aggiornabile continuamente. Esso sfrutta l'integrazione di input e funzioni prodotte da diversi applicativi digitali, permettendo il controllo dei costi, dell'erogazione dei servizi, della manutenzione. Come riporta Massimo Varani in un articolo tratto dalla rivista "Facility Management Italia", il building information modeling *"è una metodologia di sviluppo del processo edilizio basata sulla creazione di una piattaforma informativa centralizzata di conoscenza del manufatto edilizio, condivisa tra i diversi attori durante l'intero ciclo di vita, dalla programmazione alla gestione"* (18).

Il building information model costituisce il sistema informativo edilizio che, connesso a sistemi di gestione dei dati relazionali (Database Management System, DBMS), garantisce la possibilità di elaborare sia le informazioni geometriche che quelle prestazionali, normative, materiche e gestionali (19).

Il modello diventa una piattaforma contenitrice della memoria, condivisa da tutti gli attori, che permette la *"tracciabilità di ogni componente dell'edificio in termini di collocazione, caratteristiche tecniche e costo complessivo"* (18).

Un modello BIM permette poi anche l'estrazione delle informazioni alfanumeriche; affinché queste siano utilizzabili ed integrabili in altri ambiti del processo viene applicato uno standard condiviso di interoperabilità, denominato *"Construction Operations Building Information exchange (COBle)"*. L'interoperabilità è un requisito fondamentale perché un modello sia classificabile come BIM, e rappresenta la *"modalità di interazione dei dati fra sistemi software e piattaforme hardware differenti, per la quale i sistemi sono "fermi" e sono invece i dati a "muoversi" da un sistema all'altro"* (11). Esistono diversi standard di strutture dati oltre al COBle, e tra i più importanti ed utilizzati si riconoscono l'*"Industry Foundation Classes (IFC)"* ed il linguaggio *"green building (gbXML)"*:

- Il COBle è focalizzato in modo specifico sul Facility Management e garantisce che i dati estrapolati dal modello a supporto del facility manager siano utilizzabili immediatamente e per tutta la vita utile dell'immobile, anche sotto forma di semplici fogli di lavoro di excel.

- L'IFC, sviluppato da BuildingSMART e definito dalla norma ISO 16739:2013 "Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and Facility Management industries"(11): si tratta di uno "schema di modellazione delle informazioni che usa un metodo orientato ad oggetti per integrare le informazioni richieste dai più significativi stakeholders in un progetto (20)";
- gbXML è un linguaggio generato dall'utilizzo del metalinguaggio "XML". Questo garantisce l'interoperabilità con database relazionali come quelli utilizzati nella gestione tecnica dei patrimoni immobiliari. La potenzialità di questo standard riguarda soprattutto il formato digitale che caratterizza la sua struttura, che è un file di testo; ciò permette la possibilità di collaborare con il modello BIM condividendo semplicemente un file di testo e senza la necessità di apprendere l'utilizzo di un particolare software. Il linguaggio gbXML viene utilizzato soprattutto con software "open source" (11).

E' possibile trovare in letteratura dei casi di studio applicativi di sistemi relazionali di tipo CAFM integrati al BIM: i processi, nella maggior parte dei casi, sono costituiti delle seguenti fasi:

- 1) Realizzazione di un modello digitale tridimensionale con un software BIM (Revit, Allplan, Archicad o altri) arricchito di tutte le informazioni relative agli spazi ed ai componenti edilizi ed impiantistici;
- 2) Estrapolazione dei dati in un formato condivisibile da piattaforme CAFM;
- 3) Implementazione di un metodo che consenta la comunicazione tra CAFM e BIM, in modo tale che ogni modifica apportata sul modello sia immediatamente riscontrabile sul software di gestione dell'immobile, e viceversa.

Il passaggio di informazioni viene spesso avvantaggiato dalla componente telematica di cui si sono dotati ad oggi molti applicativi CAFM: tramite un sistema web-based è possibile consultare ed aggiornare il software anche da dispositivi mobile, requisito che li rende per esempio utilizzabili dai manutentori direttamente sul campo, in occasione degli interventi.

Come evidenziano Caputi Mario, responsabile scientifico dell'Osservatorio ICT nel Real Estate e Ferrari Luca, direttore generale di Harpaceas, i vantaggi nel campo del Facility Management ottenibili con un tale approccio sono raggruppabili in tre categorie (17):

- Pianificazione: le decisioni vengono prese sulla base di dati aggiornati e completi, che garantiscono anche una più precisa formulazione del budgeting per i progetti di ristrutturazione e gli interventi di manutenzione straordinaria, un'allocazione delle risorse più efficiente ed una migliore pianificazione dei servizi.

- Gestione dei dati: un database digitale archivia le informazioni, preservandone l'integrità nel tempo e garantendone l'agevole accessibilità ed aggiornamento.
- Operatività: la conoscenza completa dell'immobile in tutte le sue componenti garantisce agli operatori che espletano le attività manutentive di ridurre le indagini necessarie sul campo ed aumentare il grado di certezza circa l'identificazione del problema o dell'esigenza, con conseguente incremento della qualità del servizio offerto.

Il BIM applicato al Facility Management comporta dunque benefici importanti per tutte le parti coinvolte nelle attività (21):

- Manutentori: consultando il modello 3D possono conoscere già il problema e ridurre i tempi di back-office. Integrando le potenzialità delle piattaforme mobile relativa alla navigazione nei modelli BIM si può inoltre accedere in loco alla documentazione necessaria, durante l'intervento.
- Gestori dell'edificio: il modello BIM permette di realizzare l'inventario degli impianti, riducendo i costi relativi alla manutenzione ed il tempo necessario a realizzare l'inventario da disegni bidimensionali; se l'intervento si rende necessario per esempio per un guasto su una valvola, è possibile identificare più facilmente il problema sul modello MEP (mechanical, electrical and plumbing), nonché le caratteristiche funzionali, prestazionali e di costo di quello specifico componente, riducendo rischi ed incertezze; le simulazioni energetiche permettono di confrontare le prestazioni attuali con quelle previste da progetto. Il governo su un'unica piattaforma tridimensionale di tutte le attività di Facility permette poi di evitare che queste interferiscano temporalmente e spazialmente con le attività core dell'edificio.
- Team di progettazione e costruzione: l'as built è già presente sul modello in forma tridimensionale, e di conseguenza, in occasione degli interventi di manutenzione straordinaria, ristrutturazione, recupero o riqualificazione, si registrano risparmi derivanti dal bypassare completamente la fase relativa al rilievo dello stato di fatto; le simulazioni energetiche sul modello sono inoltre efficienti anche per mettere alla prova direttamente la correttezza delle assunzioni fatte.
- Utenti: il modello BIM permette il monitoraggio delle prestazioni ed una più rapida ed efficiente comunicazione con i responsabili della manutenzione.

Di seguito si intende passare in rassegna alcuni degli esempi applicativi del BIM al settore del Facility Management che si sono ritenuti più significativi, al fine di indagarne criticamente benefici apportati e limiti riscontrati. L'obiettivo di questa ricerca è infatti quello di carpire ciò che di positivo viene offerto dal BIM e misurarlo con i limiti, legati principalmente alla complessità di introdurre un nuovo

approccio in una cultura fortemente tradizionalista e restia ai mutamenti come quella italiana da un lato, ed alle oggettive necessità di investimenti di risorse, sia temporali che economiche, dall'altro.

Sebbene l'introduzione del BIM negli appalti pubblici non sia ancora obbligatorio per legge in Italia, il nuovo Codice dei Contratti Pubblici approvato nel 2016, come già precisato nel paragrafo precedente, incoraggia ad un suo utilizzo; il che lascia presupporre che, negli anni a venire, tale metodologia possa diventare una realtà effettiva anche nel nostro territorio.

E' probabile che, in futuro, si procederà con un approccio alla progettazione che, a partire già dalla fase preliminare, sia affrontata con l'approccio integrato ed interoperabile tipico del BIM, realizzando un modello di partenza che possa poi essere aggiornato ed arricchito di informazioni procedendo per livelli di dettaglio, in occasione degli step successivi (progettazione definitiva ed esecutiva). L'approccio BIM presuppone poi l'adozione del modello anche nelle fasi esecutive, relativamente alla gestione operativa dei tempi e dei costi, e della fattibilità tecnica dell'opera dal punto di vista dell'organizzazione del cantiere, per poi confluire in un modello che possa essere, in ultima istanza, adoperato ed aggiornato durante la fase di esercizio dell'immobile. I vantaggi, nel campo della nuova costruzione, sono inequivocabili e molteplici, da una più intuitiva gestione delle problematiche relative alla fase di progettazione architettonica, alla possibilità di effettuare simulazioni energetiche e determinare così le necessità impiantistiche, ad una più semplice gestione delle interferenze in materia di sicurezza durante la fase esecutiva, ecc.

Ma è possibile applicare questo tipo di approccio su un patrimonio esistente? In che modo questo può comportare vantaggi reali?

L'adozione del building information modeling, inteso come modellazione dettagliata e completa di ogni elemento tecnico dell'edificio, specie se applicata ad un intero patrimonio immobiliare in mano ad un singolo gestore, sebbene comporti dei vantaggi teorici nel tempo, deve fare i conti con l'entità di uno sforzo iniziale notevole, che comporta l'assunzione di modellatori esperti (BIM modeler) che si applichino nella modellazione di un patrimonio che può richiedere anni per la sua ultimazione. Normalmente si verifica un importante investimento di risorse iniziale, bilanciato negli anni dai risparmi che l'adozione del BIM comporta riducendo le inefficienze, specie in fase di gestione (figura 1.3). Le società di servizi dovrebbero quindi procedere ad un aggiornamento strutturale che preveda:

- l'integrazione di figure specializzate nella progettazione in BIM e nella formazione delle risorse interne;
- La dotazione di infrastrutture IT hardware e software per la condivisione dei dati e l'interoperabilità;

- L'adeguamento dei processi interni per la raccolta dei dati e la gestione dei database (15).

A ciò si vanno ad aggiungere i tempi necessari ai rilievi iniziali e le difficoltà derivanti da documentazioni tecniche di base spesso inadeguate e frammentarie.

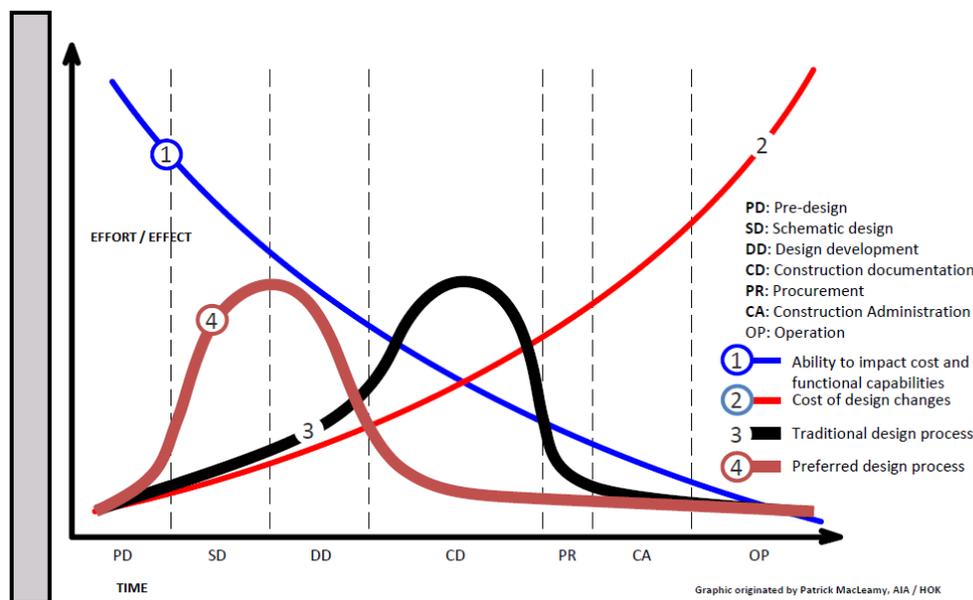


FIGURA 1.3 - IMPATTO DEI COSTI DI APPLICAZIONE DEL BIM DURANTE IL CICLO DI VITA DI UN EDIFICIO: DIAGRAMMA DI MACLEAMY (22)

Le difficoltà operative e l'impegno economico necessario per i costi di adeguamento da parte degli operatori sono i fattori che creano ad oggi un'atmosfera di scetticismo intorno all'adozione del BIM, specie se riferita alla fase di gestione del patrimonio edilizio. Come evidenziano tuttavia Daniela Barani e Francesca Vitaliti in "BIM/2: la 7° dimensione del Facility Management" (tratto da Facility Management Italia del 30 maggio 2016), l'adozione di sistemi alfanumerici CMMS o CAFM richiedono comunque un impegno temporale, stimato di circa 3 ore di lavoro/uomo per ciascun bene; di conseguenza si rende necessaria l'assunzione di personale dedicato a questa attività. L'assenza di una piattaforma condivisa e automatizzata dal punto di vista dell'inserimento dei dati comporta però delle possibili lacune ed errori nella gestione dei dati, superabili attraverso l'adozione di processi "BIM oriented". Presupposto l'impegno economico legato all'investimento iniziale necessario per implementare un nuovo approccio, nuovi software e nuovi strumenti BIM, non bisogna però trascurare i vantaggi economici che ne possono derivare nel tempo: il "National Institute of Standards and Technology (NIST)" parla a tal proposito di risparmi in termini di abbattimento dei costi di non-interoperabilità (15). Come verrà approfondito nel capitolo 3, relativo ai flussi manutentivi, e poi analizzato nella discussione del caso di studio messo in atto a valle di questa ricerca, l'adozione di metodologie BIM nelle varie fasi degli interventi manutentivi può determinare

riduzioni dei tempi operativi sul campo e delle risorse impiegate, in termini di abbattimento dei tempi di sopralluogo e di re-work. Nel paragrafo 1.2 si sono passati in rassegna i numerosi fattori di criticità caratterizzanti l'attività di rilievo di un patrimonio esistente: l'adozione di un modello tridimensionale informatizzato, aggiornabile in occasione delle modifiche del costruito, abbatterebbe la necessità di ripetere periodicamente l'anagrafe dei componenti edilizi.

L'intento è dunque quello di implementare una metodologia per il Facility Management che diluisca in qualche modo l'investimento iniziale spalmandolo nel tempo, in modo da incoraggiare un'introduzione graduale al BIM, partendo da un modello semplice, caratterizzato da un livello di dettaglio basso, che sarà arricchito passo dopo passo in occasione degli interventi manutentivi stabiliti sui vari componenti. E' evidente infatti che costruire un modello del costruito con un elevato dettaglio di precisione, oltre ad essere, nel caso di edifici esistenti, tecnicamente difficoltoso, comporterebbe tempi così lunghi da richiedere probabilmente, al termine della sua redazione, la necessità di verificare che in quell'arco di tempo non ci siano state modifiche sostanziali dello stato di fatto. Come sottolinea infatti Andrea Tiveron (articolo "BIM/3: dalle tecnologie digitali ai processi edilizi", tratto dalla rivista Facility Management Italia del 30 maggio 2016) nel nostro paese si tende a sopravvalutare l'aspetto grafico del metodo BIM, la ricerca della precisione del dettaglio, a scapito dell'aspetto di gestione dei dati per la copertura delle necessità informative durante tutto il ciclo di vita (11).

Perché il modello BIM sia propedeutico alla gestione integrata dei servizi è importante che contenga un database informativo e che permetta la condivisione e comunicazione tra le parti coinvolte nella gestione del patrimonio, sfruttando per quanto possibile lo sviluppo tecnologico, soprattutto in ambito mobile. L'adozione di processi gestionali "BIM oriented" può così perseguire gli obiettivi di mantenimento di un elevato valore economico del patrimonio nel tempo, di fornire un'anagrafica ed una conoscenza dell'edificio ai fini delle strategie immobiliari e di programmare i tempi per l'espletazione dei servizi di Facility Management (18).

Si indaga dunque nel seguito sull'approccio adottato in questi esempi applicativi, dal punto di vista del metodo di gestione dei flussi manutentivi, dei software utilizzati e dell'operatività sul campo. Si procederà poi anche a ponderare la possibilità di approcci alternativi al BIM e a studiare le tecnologie informatiche e telematiche recentemente introdotte o oggetto di studio, per capirne le loro possibilità di sviluppo ed introduzione in tema di integrazione con il modello tridimensionale.

1.4.1. CASE STUDY 1: GESTIONE DELLE ATTIVITÀ NON CORE, CON PARTICOLARE

RIFERIMENTO ALLO SPACE MANAGEMENT, TRATTO DA “IL FUTURO DEL DISEGNO CON IL BIM PER INGEGNERI ED ARCHITETTI, ANNA OSELLO”(7).

Questo caso applicativo è relativo a quella branca del Facility Management che si occupa della gestione delle attività non core, con riferimento agli ambienti ed agli spazi (space management). Il Politecnico di Torino ha sperimentato a tale scopo, su alcuni edifici della propria struttura, un sistema che si avvale di un modello BIM realizzato con Revit Architecture a partire da una preliminare campagna di rilievo, collegato ad un software CAFM (Archibus FM) .

A seguito della realizzazione di un modello di Revit degli edifici, il database di Archibus FM è stato popolato di informazioni relative agli spazi (destinazione d'uso, struttura di appartenenza, codici dei locali, ecc), collegate al modello per rendere il sistema interoperabile, con conseguente abbattimento di eventuali errori di trascrizione tra i due software. L'integrazione tra la piattaforma alfanumerica e quella tridimensionale è stata ottenuta collegando i livelli di piano del modello BIM con i dati inseriti, per ciascuno degli stessi, sul database CAFM.

Successivamente, all'interno del modello, si è assegnata una “ROOM” ad ogni locale dell'edificio; in questo modo il software riconosce uno spazio racchiuso da elementi fisici come ambiente di un edificio e risponde alle possibili interrogazioni su queste (per esempio restituisce i dati dimensionali di area e volume). Il collegamento dei dati tra le due piattaforme consente la sincronizzazione delle modifiche apportate sui dati alfanumerici o dimensionali (figura 1.4).

Il sistema realizzato permette la gestione delle attività non core: nel 2011, in occasione della redazione del bando di appalto del servizio di pulizia per le sedi dell'istituto, questo strumento è stato utilizzato per organizzare i servizi di pulizia degli edifici modellati; ad ogni ROOM è stato assegnato un TAG che specificasse degli attributi, tra i quali il livello di qualità relativo al tipo di pulizia da effettuare, codificato nelle cifre 1/2/3. Le ROOM SCHEDULES ottenute possono essere esportate in formati di testo o excel per essere immediatamente leggibili dagli operatori, i quali possono essere a conoscenza della tipologia di servizio da espletare in ciascuno degli ambienti del manufatto (7).

Se da un lato questa attività può sembrare eccessivamente onerosa rispetto ai benefici che apporta nel caso di applicazione a edifici di modesta dimensione, non si possono trascurare invece i riscontri positivi che ne possono derivare dall'adozione su patrimoni immobiliari molto estesi, relativamente ai quali un gestore difficilmente può essere costantemente aggiornato se non dispone di un sistema di questo tipo.

I vantaggi che apporta questo tipo di approccio sono infatti evidenti: mantenendo il modello costantemente aggiornato, questo restituisce immediatamente le modifiche dei dati dimensionali successivamente a delle modifiche strutturali dell'edificio (per esempio l'abbattimento di una tramezzatura su Revit aggiorna automaticamente le informazioni di area e volume sia sul modello che sul database di Archibus FM); anche una modifica di destinazione d'uso o di un qualsiasi attributo delle ROOM è immediatamente riscontrabile sulle ROOM SCHEDULES. Non sono da trascurare poi i risparmi di tempo e l'ottimizzazione che si ottiene nelle attività non core avendo dati aggiornati in tempo reale sull'edificio: se un'area è oggetto di lavori di ristrutturazione o impossibilitata per qualsiasi altro motivo all'espletazione di un servizio di pulizia, la piattaforma è in grado di segnalarlo preventivamente.

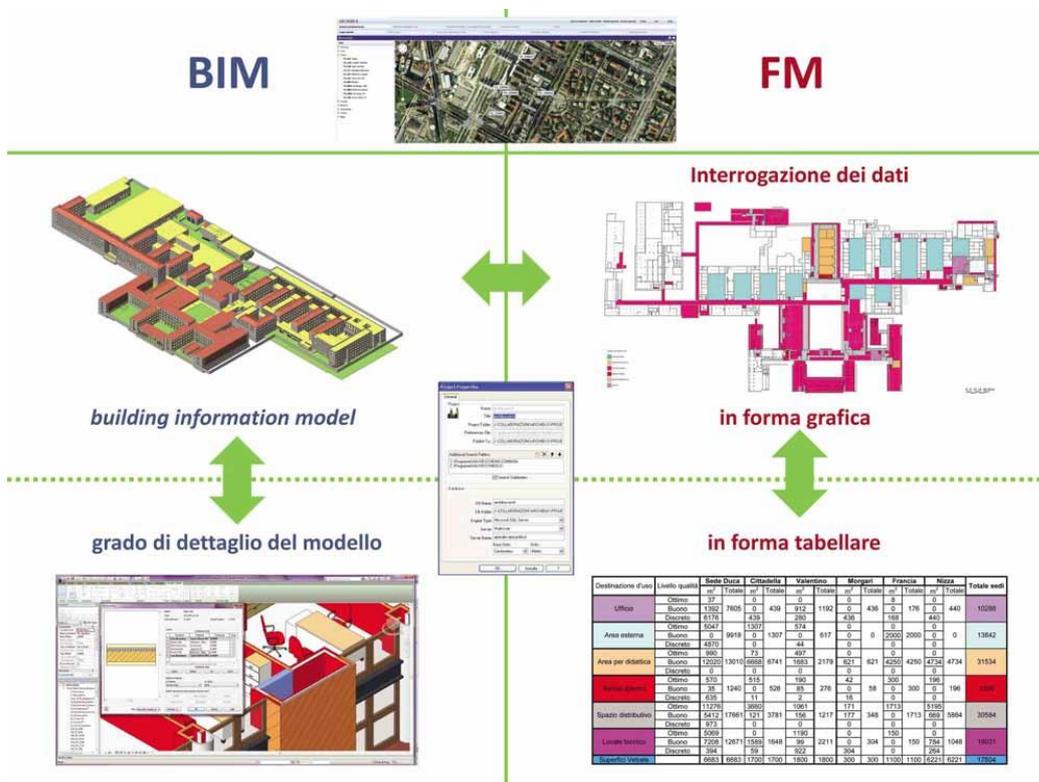


FIGURA 1.4 - ADOZIONE DEL BIM PER IL FACILITY MANAGEMENT AL POLITECNICO DI TORINO: FLUSSO DI INFORMAZIONI TRA PIATTAFORME (23)

Il sistema adottato dal Politecnico di Torino è sicuramente efficace dal punto di vista delle attività di ambito del Facility per le quali si necessita solo dei dati spaziali, relativi alla disarticolazione funzionale di un immobile. Come espone tuttavia Massimiliano Loturco in "Rappresentare e gestire patrimoni immobiliari: il BIM per il Facility Management. TERRITORIO ITALIA, 2015", "Per i proprietari di grandi patrimoni immobiliari, la combinazione e la coesistenza di problemi progettuali, economici, tecnologico-costruttivi, infrastrutturali, ecologici e di tutela, impone un rigido controllo delle diverse attività, nonché attente valutazioni circa la loro compatibilità con le trasformazioni che

continuamente investono le città” (19). L'attività di Facility Management va dunque oltre la mera catalogazione degli spazi.

I margini per l'approfondimento di tale metodo sono quindi notevoli: ciò che manca in tale caso applicativo è sicuramente la possibilità di interrogare il software relativamente agli aspetti tecnici dei componenti che lo costituiscono, con riferimento alle necessità manutentive o ad eventuali guasti a parti fisiche o impiantistiche.

Occorre allora sapere quali informazioni inserire relativamente agli elementi che compongono il manufatto, attraverso la definizione di schede strutturate ai fini della standardizzazione dell'informazione per la gestione e la manutenzione.

A tal proposito Il Senate Properties, ente governativo responsabile della gestione dei beni immobili del governo Finlandese ha sviluppato, a partire dal 2001, dei progetti pilota che prevedono l'adozione del BIM alla gestione del patrimonio. L'ente si è occupato di sviluppare degli standard condivisi: i “BIM requirements” e i “protocolli di BIM Information Exchanges”, e di definire un processo di progettazione articolato in quattro fasi (19):

- Spatial group: riguarda la definizione dei volumi
- Spatial BIM: relativo alla determinazione dei locali e delle destinazioni d'uso
- Preliminary Building Element BIM: definizione dell'involucro edilizio, delle partizioni interne e delle caratteristiche dei materiali costituenti
- Building Element BIM: definizione degli elementi architettonici;

ad ogni fase viene attribuito un contenuto minimo di informazioni da caricare sul modello sotto forma di metadati. Il metodo è poi stato messo in atto nei progetti pilota.

In tale direzione procede anche il caso applicativo che ci si appresta a descrivere, che riguarda l'adozione di un piano sviluppato dal Facilities Management Service'S (FMD) dell'Università del Sud California (USC); questo contiene le linee guida per l'adozione di un approccio BIM al Facility Management, con riferimento agli standard, alle modalità di denominazione dei files, alle liste di parametri da inserire nel modello (24) .

1.4.2. CASE STUDY 2: LINEE GUIDA BIM DEL FACILITIES MANAGEMENT SERVICE'S (FMS) DELL'UNIVERSITÀ DEL SUD CALIFORNIA (USC) APPLICATE AL CASO DEL CINEMA ARTS COMPLEX, TRATTO DA "BIM GUIDELINES INFORM FACILITIES MANAGEMENT DATABASES: A CASE STUDY OVER TIME, KAREN KENSES"(24).

E' opportuno, affinché un building information model sia compatibile con i software dedicati al supporto delle attività di Facility Management, che questo sia ben disegnato, secondo dei criteri standardizzati delle informazioni da inserire. Come scrive Andrea Tiveron in un articolo tratto dalla rivista semestrale Facility Management Italia, affinché il BIM sia applicato correttamente all'intera gestione del processo edilizio occorre (11):

- Studiare ed applicare un formato standard di interoperabilità ad hoc;
- Determinare dei software interoperabili sulla base dello standard progettato;
- Stabilire delle regole di unificazione per i processi ai fini dell'efficacia della piattaforma creata.

Il caso che si va ad esporre è stato applicato dall'Università del Sud California al Cinema Arts Complex; questo è stato modellato tramite Revit e Revit Mep (per la parte impiantistica); EcoDomus è la piattaforma che raccoglie i dati relativi al Facility Management e COBle è lo standard di interoperabilità adottato tra i softwares.

Il sito dell'Università del Sud California contiene un documento, denominato "USC FMS BIM Guidelines", che definisce ed uniforma i requisiti che il modello deve avere affinché possa essere utile ai fini della gestione di un patrimonio edilizio. Nello specifico vengono descritti:

- i parametri da inserire nel modello e la loro localizzazione, le modalità per rinominare le famiglie di Revit, le zone ed i sistemi (USC FMS Revit Parameters List);
- requisiti per l'interoperabilità (COBle), lista delle informazioni da caricare su EcoDomus, al fine di integrare il modello con sistemi CAFM e CMMS

La piattaforma adottata per la gestione dei dati alfanumerici relativi alla gestione può ricevere in questo modo le informazioni direttamente dal modello BIM, dotando Revit di un plug-in che lo colleghi ad EcoDomus. Uno dei limiti di questo applicativo consiste però nell'impossibilità di un'interoperabilità bidirezionale, in quanto EcoDomus permette una visualizzazione dei risultati dei processi CAD/COBle, ma non permette il processo inverso di aggiornamento dei dati del modello direttamente dal software CAFM.

Un punto interessante di questo studio riguarda l'integrazione del modello con Google Docs: questo rappresenta infatti un passo in avanti importante nell'inserimento dei dati sul modello, e ne accresce le potenzialità. I professionisti possono infatti interagire con il modello tramite fogli di lavoro web sincronizzati. La possibilità di questo scambio di informazioni bidirezionale permette anche agli attori del processo edilizio che non hanno confidenza con il modello di caricare input al progetto nella forma dei linguaggi convenzionali utilizzati (figura 1.5) . E' questo un campo di ampliamento delle potenzialità di Revit tuttora oggetto di studio, che vede un valido alleato anche nel plug-in Dynamo per Revit: tramite tale piattaforma è possibile infatti, oltre che disegnare oggetti del modello di forma complessa, anche progettare veri e propri programmi che integrino Revit con funzioni che ne amplifichino le possibilità operative e ne permettano la comunicazione e l'interoperabilità con dati esterni.



FIGURA 1.5 - INTEROPERABILITÀ TRA REVIT E GOOGLE DOCS - DIAGRAMMA DI FLUSSO (24)

Il caso di studio mostra come sia fondamentale, per l'applicabilità del BIM ad un campo così vasto come quello del Facility Management, definire in modo preciso sia il metodo che una lista di parametri scelti dai professionisti del settore, i quali possono meglio capire quali sono i margini di miglioramento che la tecnologia possa apportare a questo campo.

L'esempio che si va a presentare di seguito approfondisce la questione dell'entità delle informazioni che il modello BIM deve comunicare ai fini manutentivi e gestionali. Si fa riferimento ad un metodo che permetta di individuare, per gli elementi tecnici e le componenti impiantistiche di un building information model, le possibili cause di guasto, restituendole attraverso una visualizzazione customizzata per l'utente ai fini di una conoscenza completa dell'immobile e delle sue parti.

1.4.3. CASE STUDY 3: IL BIM APPLICATO AL RILEVAMENTO DI PROBLEMATICHE SULLA GESTIONE DEGLI IMPIANTI, TRATTO DA “KNOWLEDGE –ASSISTED-BIM-BASED VISUAL ANALYTICS FOR FAILURE ROOT CAUSE DETECTION IN FACILITIES MANAGEMENT, ALI MOTAMEDJ, AMIN HAMMAD, YOOSEF ASEN” (25)

I sistemi CAFM o CMMS per la gestione delle operazioni di facility presentano dei limiti operativi dovuti, oltre che all'assenza di un'interfaccia che permetta la visualizzazione fisica dell'edificio, anche alla complessità di relazioni tra gli elementi tecnici e le componenti impiantistiche e tecnologiche che caratterizzano i manufatti edilizi; essi non permettono inoltre spesso di considerare una serie di condizioni al contorno, siano esse ambientali, di utilizzo degli spazi e dei sistemi, che costituiscono delle variabili gestionali che influenzano le operazioni manutentive.

Il caso di studio in esame riguarda l'applicazione di un sistema di identificazione delle cause di guasto dei componenti, basato sul BIM. Il soggetto sul quale è stato messo in pratica il modello è il Genomic'ss Research Center dell'università della Concordia. Il building information model è stato creato tramite Revit e Revit Mep, a partire dai disegni bidimensionali. Il modello tridimensionale è stato poi relazionato con un software CMMS, denominato “FM Interact”, compatibile ed interoperabile con Revit.

Gli standard di comunicazione utilizzati sono:

- l'“International Foundation Classes” (IFC), che ha garantito l'interoperabilità tra i linguaggi dei software utilizzati,
- il “COBie”, che ha permesso la possibilità di popolare il sistema con i dati necessari per i facility managers, tramite l'integrazione tra il software CMMS e quello di visualizzazione grafica.

L'obiettivo che ha guidato il gruppo di studio è la definizione di un metodo che, sfruttando la potenzialità visiva del modello tridimensionale popolato con un dataset di informazioni relazionate da legami di causa ed effetto, portasse alla definizione di un prototipo in grado di:

- Visualizzare le cause di un certo guasto, attraverso la conoscenza e le relazioni tra gli elementi del modello BIM
- Analizzare la distribuzione spaziale e temporale dei problemi del manufatto e comprendere così anche la ripartizione e la frequenza di certi difetti o inefficienze nelle situazioni presenti e passate, ottenendo delle analisi statistiche e dei trends.

- Visualizzare la catena degli effetti determinati dalle modifiche degli status e delle condizioni di un certo componente (per esempio guasto o arresto temporaneo di un componente meccanico) per fare delle simulazioni.

Il sistema implementato è stato denominato “FMVAS”, ed è una tecnologia che, a partire dalla creazione del modello fisico del manufatto, è stata strutturata in tre steps successivi (25) :

- 1) Integrazione dei dati: per l’inserimento di dati relativi al Facility Management, sono stati utilizzati il modello BIM ed i sistemi applicativi alfanumerici CAFM (Computer Aided Facility Management), CMMS (Computer Maintenance Management system) tramite lo standard di interoperabilità COBle. Le informazioni utili alla manutenzione (geometria, proprietà dei componenti, localizzazione, risultati delle ispezioni, ecc) vengono archiviate sui diversi applicativi utilizzati con lo stesso ID, in modo da collegare tra loro i databases.
- 2) Cattura della conoscenza: in aggiunta ai dati raccolti durante il ciclo di vita dell’edificio, si inseriscono sul modello le informazioni raccolte dagli esperti di Facility Management, sfruttando lo standard IFC; la conoscenza sul FM, espressa per esempio in alberi di relazione cause effetti dei guasti, è archiviata attraverso dei metodi di rappresentazione (che possono essere linguaggio IF-THEN, files XML, tabelle); le informazioni vengono poi restituite sotto forma di:
 - Relazioni logiche tra i componenti e tra componenti e locali in cui sono inseriti: quindi se il problema è la temperatura elevata in una stanza il software può indicare tutti i componenti compresi in quella stanza
 - Cattura della conoscenza con alberi di guasto: sono redatti da esperti del settore per identificare le possibili cause di guasto. Le classificazioni e le gerarchie possono essere inserite sul modello utilizzando lo standard IFC, tramite l’istanza *IFCClassification*. Di seguito si riporta un esempio relativo al caso di guasto “temperatura troppo alta in un ambiente”(fig.1.6) :

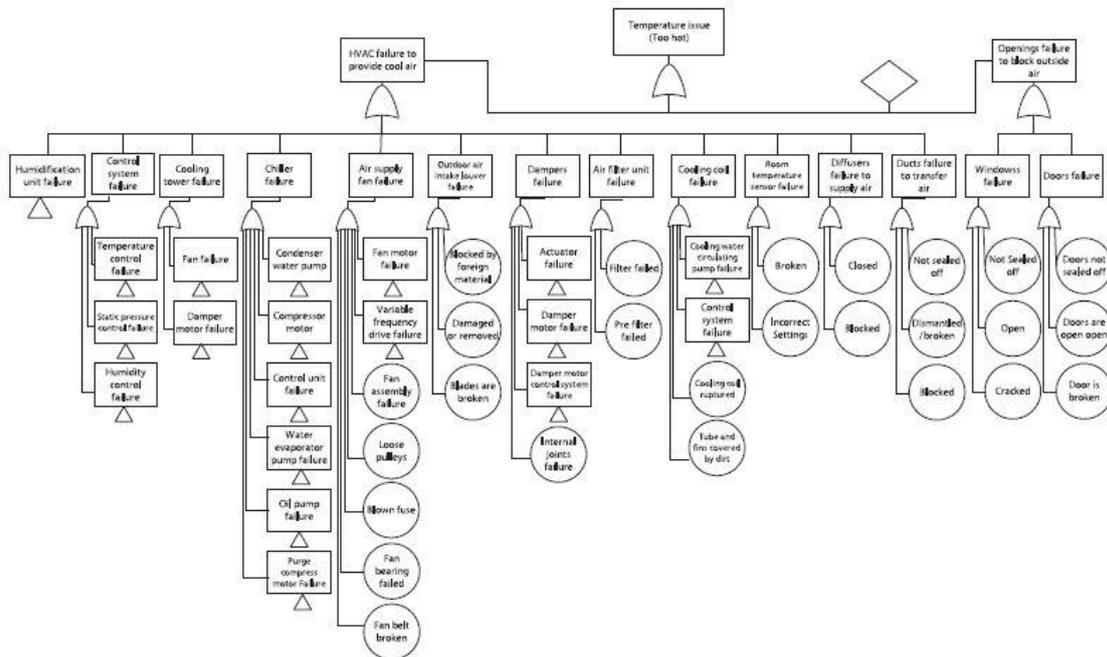


FIGURA 1.6 - ESEMPIO DI ALBERO DI GUASTO (25)

- 3) Sviluppo del sistema FMVAS: viene sviluppata un'applicazione in grado di catturare l'informazione e restituirla in rappresentazioni visive del modello attraverso l'inserimento di input da parte dell'utente. Il sistema raccoglie l'informazione relativa alla modalità di guasto e la localizzazione/asset ID del problema, inserita dall'utente. Esso recupera poi la conoscenza relativa a quel problema nelle risorse di dati archiviate all'interno (alberi di guasto); l'albero di guasto viene legato agli specifici componenti tecnici e spaziali del modello ed alle informazioni dei sistemi CMMS e CAFM tramite le relazioni basate su localizzazione e asset ID. Il modello mette poi a disposizione dei criteri di visualizzazione per l'utente basati su dei codici colorati; per esempio si può scegliere il criterio relativo allo stato del bene, le date delle ispezioni, le letture dei sensori, ed il modello restituisce una visualizzazione con gli specifici colori che codificano lo stato di uno dei parametri scelti per i componenti relativi a quello specifico problema ed al suo inserimento spaziale nel manufatto edilizio (fig. 1.7).

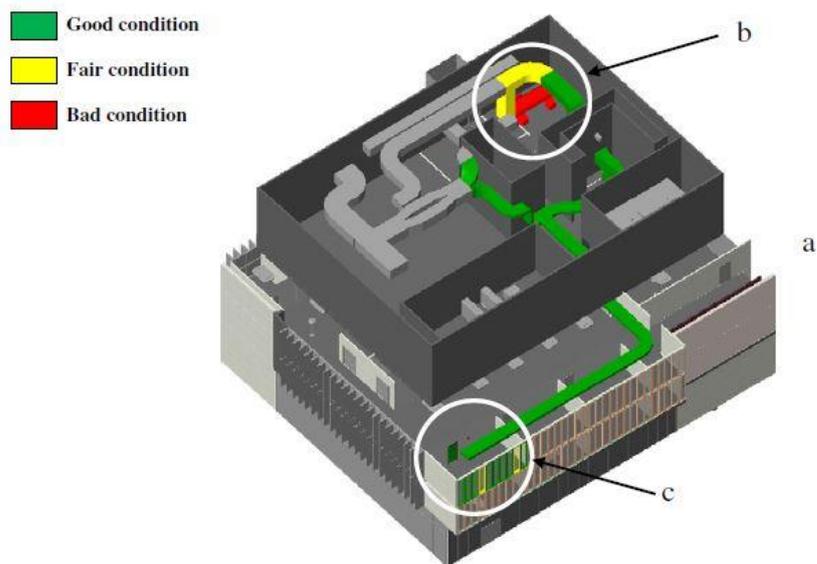


FIGURA 1.7 - VISUALIZZAZIONE CUSTOMIZZATA DI UN GUASTO (25)

Si tratta dunque, in sostanza, di un building information model integrato con un sistema CMMS di gestione analitica delle informazioni computerizzata. Il modello è arricchito con informazioni relative alle procedure manutentive e agli alberi di guasto dei componenti. L'ingegnerizzazione del metodo consiste nel rapporto creato con l'utente: attraverso un'interfaccia ad hoc egli può inserire gli input in base a ciò che gli serve conoscere ed il programma (Revit) gli restituisce uno strumento di visualizzazione customizzata dell'informazione contenuta (fig.1.8) .

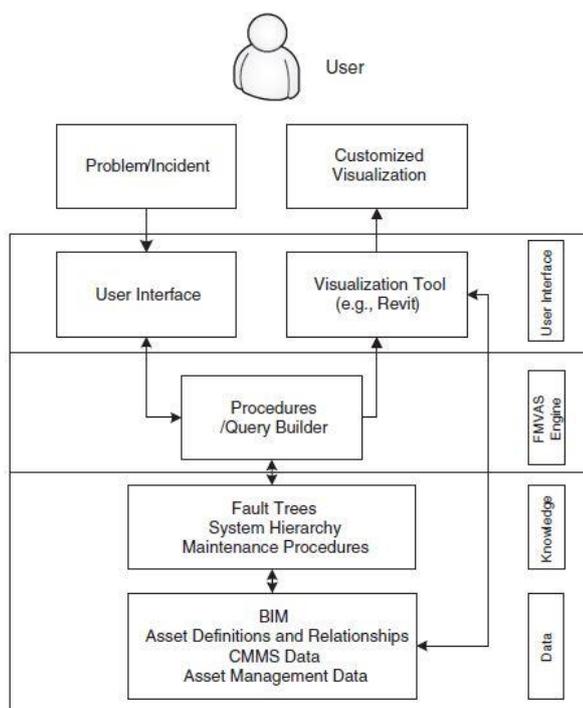


FIGURA 1.8 - ARCHITETTURA LOGICA DEL SISTEMA "FMVAS" (25)

Per sintetizzare la logica di utilizzo dell'architettura informatica FMVAS: l'utente inserisce il tipo di guasto o problema riscontrato, relativo ad un bene o ad un sistema o ad una zona dell'edificio; egli fornisce quindi al sistema dei work orders (per esempio "la stanza x è troppo calda").

Il sistema FMVAS indaga le possibili cause del problema attraverso la conoscenza archiviata. Nel caso in cui il problema sia una temperatura eccessiva in un ambiente, per esempio, il sistema estrae dall'albero di guasto le possibili cause che determinino quel problema (archivate nel modello precedentemente nei linguaggi appropriato) e li mostra all'utente. Il passo successivo consiste nel fatto che i dati alfanumerici inseriti finora vengono correlati al modello BIM, per individuare gli specifici componenti dell'edificio su cui possano esserci dei guasti correlati a quel problema. A questo punto l'utente può scegliere i criteri in base ai quali visualizzare i beni evidenziati: può chiedere di visualizzare tutti i beni in cattive condizioni, o quelli per i quali non è stata effettuata un'ispezione negli scorsi 2 anni, attraverso dei filtri pre-impostati. Il sistema così restituisce una visualizzazione 3D customizzata in base alla richiesta (tabella 1.1).

E' questo uno strumento che può avere senz'altro grandi potenzialità in mano ad un gestore, il quale può più facilmente risalire all'origine di una problematica.

Quando l'utente di un sistema di Facility Management vuole visualizzare dati specifici relativamente ad un oggetto infatti, i dati non necessari a quel fine possono provocare confusione. La conseguenza è perdita di tempo utilizzato per verificare i dati necessari all'interno dell'enorme quantità che è possibile reperire all'interno del modello e sugli applicativi esterni collegati. Aumenta inoltre la possibilità di incorrere in errori nella gestione e manutenzione dei dati, con conseguente possibile perdita dell'integrità dell'informazione stessa.

Process	Identify problem/ effect/incident/ failure mode (symptoms)	Identify related systems/spaces/ components/causes	Identify related elements for visualization	Define visualization query attributes	Visualize
Resources	<ul style="list-style-type: none"> ● CMMS corrective work orders ● Inspection results ● Service tickets 	<ul style="list-style-type: none"> ● Fault tree analysis ● Cause-effect diagrams 	<ul style="list-style-type: none"> ● BIM relationships 	<ul style="list-style-type: none"> ● BIM (based on assets' properties, history, condition) ● CMMS 	<ul style="list-style-type: none"> ● BIM visualization tool
Example	<ul style="list-style-type: none"> ● Too hot ● Room#123 	<ul style="list-style-type: none"> ● HVAC system ● Openings ● Heat generated from assets in the room 	<ul style="list-style-type: none"> ● HVAC system#2 ● Openings in room#123 ● Assets in room#123 	<ul style="list-style-type: none"> ● Condition - bad ● Status - inactive ● Last inspection > 2012 	

TABELLA 1.1 - SISTEMA "FMVAS": FLUSSO OPERATIVO

Ciò su cui questi esempi insistono poco è la facilitazione della comunicazione con l'utente: il modello BIM è uno strumento complesso, ricco di informazioni e non facilmente gestibile da tutti. Occorre infatti dotarsi di processori in grado di visualizzare ed interrogare il modello in tempi rapidi.

I casi passati in rassegna risultano molto poco efficaci relativamente alla possibilità di segnalazione di un'anomalia da parte dell'utente, poiché difficilmente quest'ultimo, registrando in prima persona una situazione di discomfort o un guasto, potrà disporre in quel momento di un processore con certe potenzialità, dotato di Revit. Affinché il metodo sia efficace occorre che la segnalazione avvenga in modo semplice, con uno strumento alla portata di tutti, come un cellulare o un tablet.

Allo stesso modo occorre poi pensare ad uno strumento di utilità pratica da parte del manutentore, operativamente efficace. In occasione dell'intervento, la possibilità di avere uno strumento di lettura del modello relativo alle sole informazioni di interesse può abbattere l'esigenza di sopralluoghi preliminari per le indagini della problematica, incrementando così la qualità del servizio e riducendo tempi e costi per le ispezioni. E' evidente che la modellazione del manufatto per l'uso operativo debba essere funzionale all'utilizzo che se ne fa, e pertanto deve dare evidenza solo delle informazioni utili, trascurando i dati che fanno riferimento alle precedenti fasi progettuali (19). Si va oggi nella direzione di gestioni cloud based per il Field Management: integrare le tecnologie BIM con applicativi progettati per leggere le informazioni necessarie, che permettano di inserire agevolmente sul tablet i dati riscontrati sul campo e di ottenere la sincronizzazione con i modelli parametrici centrali.

A tal proposito è utile mettere in evidenza un caso di studio che vira in questa direzione, proposto per un edificio del Taiwan.

1.4.4. CASE STUDY 4: SISTEMA DI VISUALIZZAZIONE MOBILE INTEGRATI AL BIM PER IL FACILITY MANAGEMENT, IL CASO APPLICATIVO DI TAIWAN, TRATTO DA "DEVELOPING MOBILE- AND BIM-BASED INTEGRATED VISUAL FACILITY MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM, YU-CHENG LIN AND YU-CHIH SU" (26).

I sistemi digitali per la gestione delle manutenzioni diventano così degli strumenti operativi, utili anche per le attività di controllo sul campo, con conseguente riduzione delle attività di back office.

Come sottolinea Massimiliano Loturco in "Rappresentare e gestire patrimoni immobiliari, 2015" (19), tuttavia, il sistema, per essere efficiente, deve avere alcuni requisiti:

- essere aggiornabile anche in assenza di connessione internet;

- registrare gli accessi e diversificare le funzioni disponibili a seconda dell'utenza che accede al modello;
- garantire l'integrità del database;
- evitare la possibilità che si ottenga duplicità di dati nel caricamento;
- elaborazione automatica della reportistica.

Il caso di studio esaminato è l'esempio applicativo di un sistema che si pone l'obiettivo di soddisfare i requisiti appena espressi, definendo un metodo che faciliti, allo staff di manutenzione, le operazioni sul campo dotandolo, tramite opportune tecnologie integrate al BIM, della conoscenza necessaria all'espletazione del servizio. Il prototipo scelto per valutare l'operatività e l'efficienza del sistema è un edificio commerciale del Taiwan.

Allo stato attuale, le imprese incaricate della manutenzione degli edifici fanno riferimento a specifiche, checklists, report manutentivi, basati spesso su copie cartacee, ed i flussi manutentivi prevedono la comunicazione tra il luogo di intervento e l'ufficio dell'impresa. Questo approccio comporta degli inconvenienti notevoli, quali la difficoltà di comunicazione relativamente ad informazioni dettagliate sul facility, data la mancanza della componente visiva e, anche qualora venissero utilizzati modelli BIM sul campo, è difficile costituire building information models efficaci, completi e comodi ai fini operativi degli interventi manutentivi sul luogo di lavoro. Sono poche infatti le piattaforme in grado di assistere lo staff manutentivo tramite applicativi digitali di visualizzazione grafica dei dati di Facility Management, e di condividere le informazioni riscontrate in loco direttamente con l'ufficio (26).

Il sistema implementato è stato denominato *"BIM-based Facility Maintenance Management"*(BIMFMM); questo consente l'acquisizione delle informazioni di manutenzione e fornisce una piattaforma condivisa per gli operatori tramite l'utilizzo di un tablet dotato di webcam.

Entrando nel merito della struttura dell'apparato tecnologico, si possono individuare, all'interno del BIMFMM, tre sottosistemi:

- *"BIM Modules Subsystem"*: questo sottosistema è situato sul lato server; il modello parametrico è stato creato utilizzando Revit Architecture e Revit Mep, mentre Autodesk Naviswork è il software che permette la visualizzazione del modello delle facilities. Autodesk Naviswork API e Microsoft Visual basic.NET sono i linguaggi di programmazione utilizzati per arricchire il modello con i dati. I modelli BIM vengono poi esportati in database ODBC (Open Database Connectivity), che raccoglie le informazioni manutentive provenienti da diversi software.

- “Mobile Devices Subsystem”: si tratta del sottosistema situato sul lato client e consiste nel file di lettura del modello da parte dello staff di manutenzione; la comunicazione tra client e server è ottenuta via web.
- “Hub Center Subsystem”: è il sottosistema sul lato server ed è un centro di informazione che consente ai vari attori coinvolti di accedere alle informazioni necessarie. Lo staff manutentivo può così accedere tramite connessione internet all'ultimo programma di interventi manutentivi caricato, i FM managers possono controllare lo stato ed i risultati delle varie ispezioni, ecc.

Al fine di garantire l'agevole utilizzo nel tempo del modello che, inevitabilmente, accrescerà le sue dimensioni con il progressivo arricchimento di informazioni a seguito degli interventi manutentivi, il gruppo di lavoro ha deciso di dotare il modello centrale delle sole informazioni fondamentali, quali codice ID del facility, nome, localizzazione, e di raccogliere le informazioni provenienti da altri applicativi in una memoria esterna, il database FMM; i dati di facility archiviati vengono tuttavia correlati alla rispettiva facility di riferimento tramite l'utilizzo dello stesso codice identificativo inserito su Revit. Il BIM modeler aggiorna il modello centrale a seguito di modifiche e ne esporta un file di sola lettura nel formato di Naviswork (NWD) accessibile dai vari utenti per ricavare informazioni; in questo modo si preserva l'integrità del prototipo. Il file di sola lettura viene poi automaticamente sincronizzato all'ultima modifica sul lato client, per un suo immediato utilizzo da parte dello staff incaricato dell'intervento (fig.1.9).

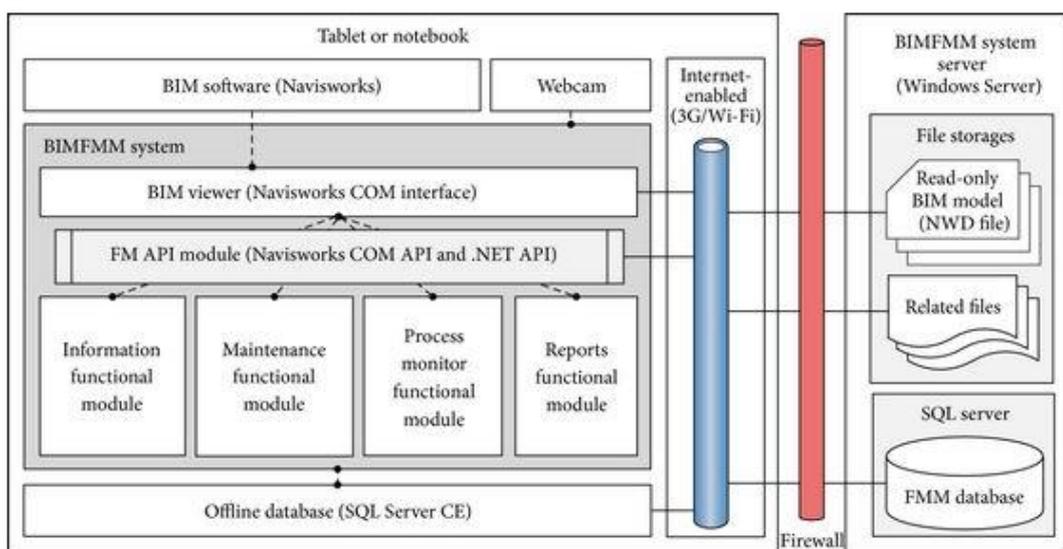


FIGURA 1.9 - "BIMFMM" FRAMEWORK (26)

I manutentori e i FM managers, sul lato client, possono così visualizzare il manufatto edilizio e leggere le informazioni necessarie sul facility sul file NWD di sola lettura, come istruzioni operative, notifiche, lista degli accessori, ed aggiornare le modifiche apportate relative al Facility Management sul database FMM. Vengono visualizzate sul tablet le informazioni sui record manutentivi, le condizioni e gli stati operativi dei vari sistemi, e si possono esportare reports dei risultati (fig.1.10)

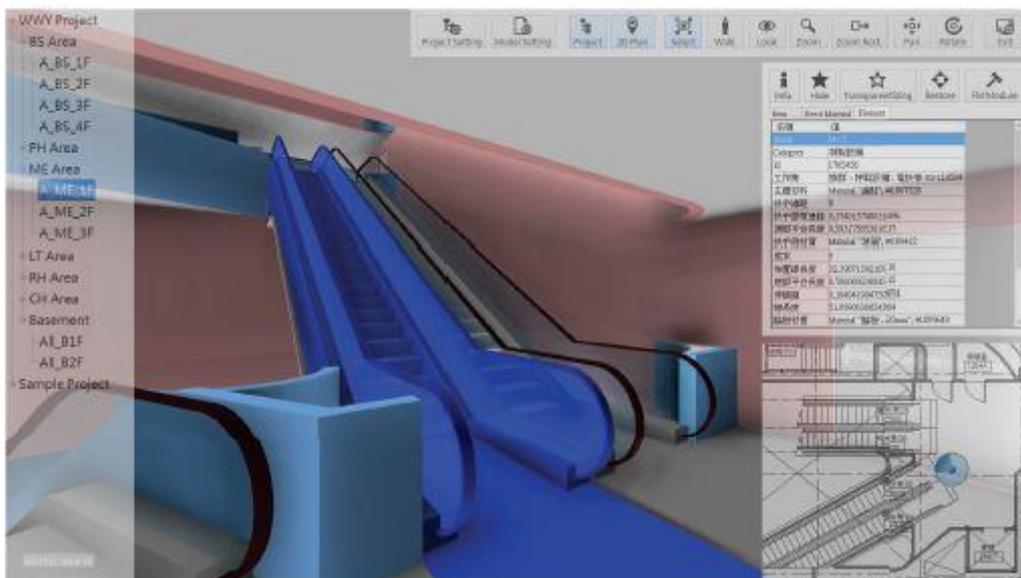


FIGURA 1.10 - VISUALIZZAZIONE BIM FMM SU TABLET (26)

L'analisi critica dei casi di studio presentati ha lo scopo, oltre che di fornire una conoscenza dello stato dell'arte relativo alle ultime applicazioni digitali alla manutenzione ed al Facility Management, di capire quali possono essere i campi di sviluppo ed ottimizzazione per creare una piattaforma di supporto alla fase di manutenzione degli immobili, che si ponga a completamento del quadro di esempi passati in rassegna.

A tal proposito risulta interessante indagare quali altre tecnologie possono essere utilizzate a supporto di un sistema di Facility Management e come queste possono essere integrate con il BIM per creare dei sistemi semplici ed efficaci di gestione.

1.5. TECNOLOGIE MOBILE E SENSORI A SUPPORTO DEL FACILITY MANAGEMENT

Joan Ramon Mallart nell'articolo "La tecnologia movil, impulso de la ciudad "inteligente, 2015"", tratto dalla rivista "Facility Management Services", sottolinea come l'impulso tecnologico degli ultimi anni stia dotando la città della possibilità di generare sinergie tra i subsistemi che la compongono (persone, imprese, trasporto, comunicazione, energia), così da garantirne un funzionamento più efficace ed efficiente; i presupposti di questo sviluppo sono riassumibili in tre fattori (27):

- la proliferazione di internet per tutti gli oggetti (internet of things, IoT) ai fini della connessione alla rete dati e dell'invio di informazioni ad un sistema centrale;
- l'espansione della rete di comunicazione, con le reti mobile, le fibre ottiche e il wifi, che facilitano la connessione tra i dati;
- le nuove tecnologie per l'analisi dei dati, combinati con i potenti sistemi informatici di cui disponiamo per la loro estrazione e la comunicazione.

Le ricerche condotte sul Facility Management e sulle metodologie che, nello stato dell'arte, vengono adottate per una gestione integrata dei servizi di gestione hanno portato alla luce l'importanza che assume, sia a livello di gestione urbana che di governo di un patrimonio immobiliare, l'aspetto comunicativo tra i soggetti coinvolti nelle attività, ed in modo particolare utente, gestore, manutentore. Lo studio procede pertanto ad indagare quali strumenti la tecnologia offre, ad oggi, per l'invio di segnalazioni georeferenziate, vagliando due possibili approcci: la comunicazione dell'utente tramite app mobile e la comunicazione diretta delle informazioni tramite codici a barre installati direttamente sugli elementi fisici ed impiantistici o sensori di telecomunicazione.

1.5.1. APPLICAZIONI MOBILI PER SEGNALAZIONE DI GUASTI ED ANOMALIE

Le tecnologie mobile stanno producendo una rivoluzione nelle nostre vite comparabile a quella che si ebbe con l'introduzione di internet negli anni '90. Ad oggi la maggior parte della popolazione dispone di un telefono intelligente e, secondo uno studio condotto nel 2014 da IDC (gruppo mondiale specializzato in ricerche di mercato, consulenza e organizzazione di eventi in ambito IT e TLC), nel 2017 circa 3500 milioni di persone (il 46% della popolazione mondiale) disporrà di una connessione ad internet e il 64% di questi accederà alla rete via mobile (27). I telefoni cellulari e i tablet sono ormai dispositivi di uso quotidiano e possono rappresentare un utile strumento di comunicazione per migliorare la qualità della gestione: gli utenti sono i reali fruitori di un contesto urbano o degli edifici che ne fanno parte e, tramite opportune applicazioni mobile progettate per la comunicazione di informazioni, possono contribuire a diventare protagonisti del Facility Management, dei veri e propri "sensori intelligenti".

In tale direzione già in ambito europeo alcuni enti si stanno attrezzando nella realizzazione di progetti che coinvolgano i cittadini, su scala urbana, nella segnalazione digitale di guasti o inefficienze riscontrate.

Un esempio è il progetto sviluppato dall'area metropolitana di Barcellona. La AMB ha creato una piattaforma tecnologica di gestione che, attraverso le tecnologie analitiche e il cloud, integra possibilità di comunicazione con i cittadini e con i supervisori degli spazi pubblici mediante tecnologia

mobile. Grazie a questo nuovo modello smart, i cittadini e le amministrazioni cittadine avranno la possibilità di interagire e partecipare congiuntamente a migliorare le installazioni pubbliche. Per esempio un cittadino potrà informare dell'esistenza di una buca stradale o di una perdita di una condotta attraverso un'app mobile che permetta la georeferenziazione e, a posteriori, potrà controllare in qualsiasi momento se è stata effettuata la riparazione richiesta (27).

Simile nell'architettura logica del software è l'applicazione "**FixMyStreet**", sviluppata da Matthew Somerville nell'ambito di "mySociety", un'organizzazione no profit londinese fondata con lo scopo di aiutare i cittadini ad assumere maggiore potere nelle questioni civiche dei luoghi in cui vivono, tramite strumenti digitali. Si tratta di un piattaforma open source progettata appositamente per permettere agli utenti di segnalare problemi locali, ai fini di aiutare le pubbliche amministrazioni nella manutenzione urbana. Questa app è stata introdotta nel mercato nel 2008 e, come riportato sul sito "smart-magazine", negli 8 anni trascorsi finora sono state effettuate circa 660 mila segnalazioni nel Regno Unito (28).

FixMyStreet è caratterizzata da un'interfaccia molto semplice ed intuitiva: è presente una mappa cittadina, cliccando sulla quale è possibile segnalare un problema in un punto specifico, comunicando l'oggetto del malfunzionamento ed allegando una foto ed un indirizzo mail (fig.1.11). Le comunicazioni vengono inviate al Consiglio sulla stessa casella di posta elettronica su cui arrivano le mail ufficiali inviate dai collaboratori che si occupano della gestione urbana (28). L'applicazione restituisce poi sulla mappa tutte le segnalazioni riportate dagli utenti e non ancora risolte (fig.1.12) (29).

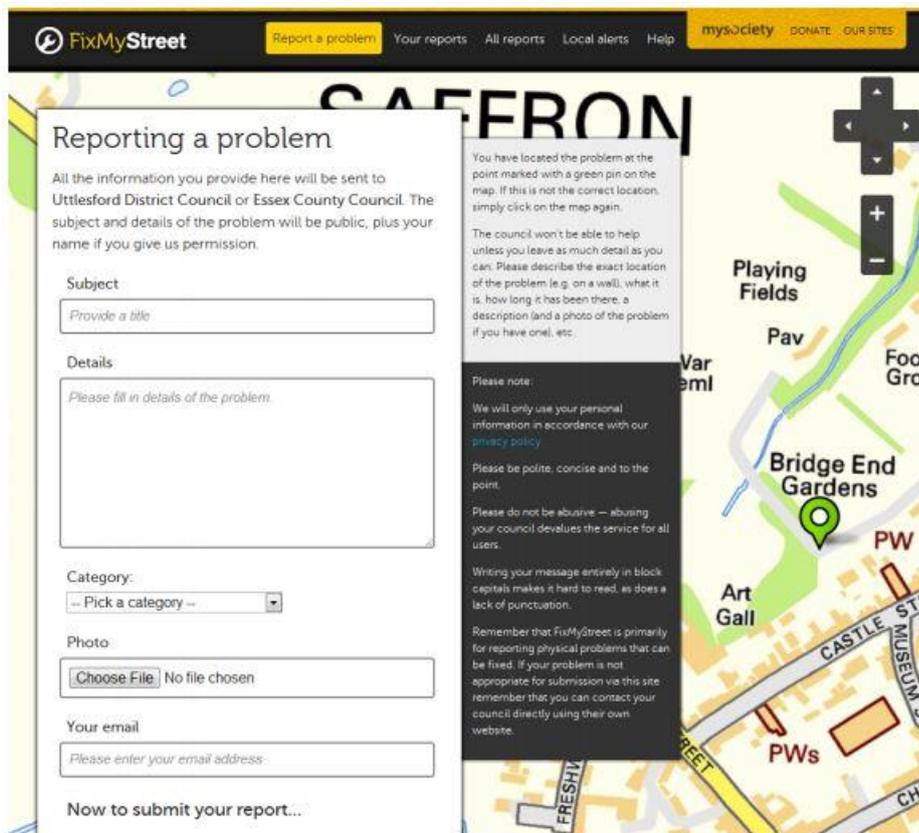


FIGURA 1.11 - "FIXMYSTREET": INTERFACCIA GRAFICA PER LA SEGNALAZIONE DI UN PROBLEMA (29)

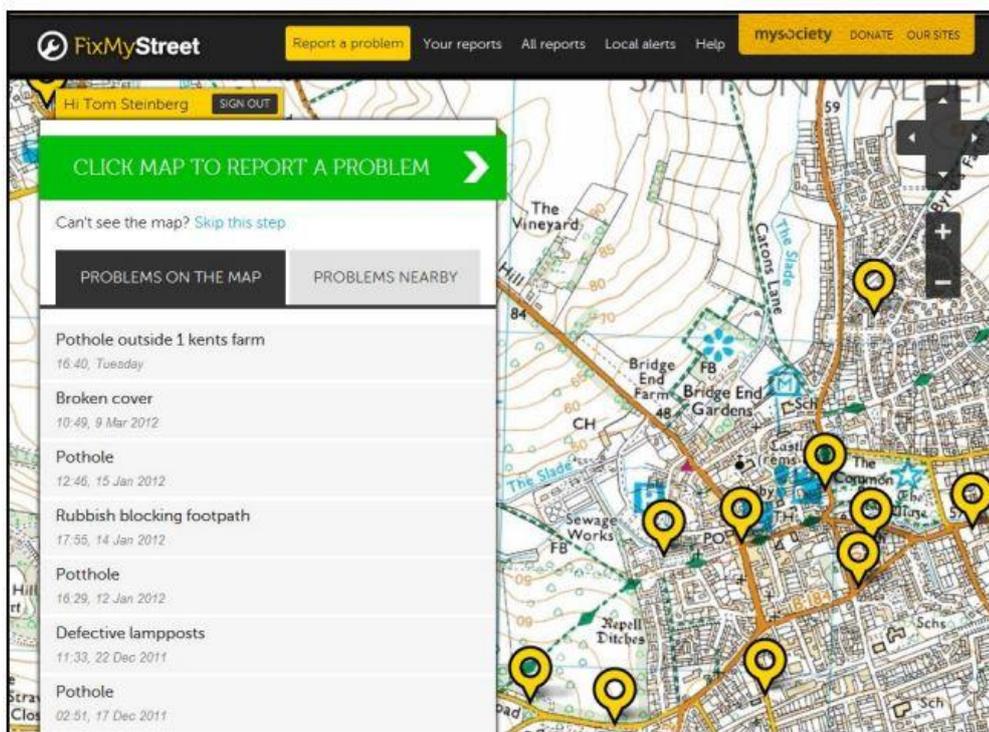


FIGURA 1.12 - "FIXMYSTREET": INTERFACCIA GRAFICA DELLE SEGNALAZIONI INVIATE (29)

L'idea alla base di FixMyStreet si è diffusa in tutto il mondo ed anche in Italia, negli ultimi anni, si stanno effettuando dei tentativi di coinvolgimento dei cittadini per l'invio di segnalazioni ai fini della manutenzione urbana.



FIGURA 1.13 - APP PER SEGNALAZIONI E RICHIESTE DI INTERVENTO DI PISA: INTERFACCIA GRAFICA

Il Comune di Pisa ha recentemente disposto un'app che, analogamente a FixMyStreet, permette di georeferenziare l'utente su una cartina digitale, di individuare le segnalazioni effettuate dagli altri utenti e di segnalare a sua volta eventuali guasti o inefficienze corredate da una foto ed una descrizione. Tale piattaforma è open source e disponibile per IOS e Android; è stata progettata da HT&T Consulting Srl, una digital commerce agency partner di Google, ed è possibile ricercarla e scaricarla sui dispositivi con il nome di **"Segnalazioni e Richieste di intervento"** (fig.1.13).

Per quanto riguarda la gestione delle manutenzioni urbane, i comuni di tutto il mondo si stanno dunque dotando di software mobile che coinvolgano gli utenti e che implementino la comunicazione digitale tra i soggetti coinvolti, sfruttando il GPS.

Tornando all'ambito del Facility Management, e quindi alla gestione integrata di tutti i servizi che contribuiscono alla funzionalità e all'efficienza di un patrimonio immobiliare, occorre trovare un metodo che, alla stregua di quanto accade su scala urbana, permetta al fruitore dell'immobile di inviare informazioni georeferenziate per la segnalazione di anomalie o malfunzionamenti interni all'organismo edilizio. Spesso il gestore di un patrimonio immobiliare si trova infatti a governare un numero molto elevato di edifici, ed il coinvolgimento attivo degli utenti può diventare uno strumento ausiliario importante. Mentre tuttavia, per la comunicazione di problematiche urbane, quindi esterne agli immobili, ci si può avvalere del GPS per la localizzazione geografica, nel caso delle problematiche ai componenti interni di un patrimonio immobiliare occorre riuscire ad identificare, a corredo della foto segnaletica, l'edificio in questione nel contesto urbano, la localizzazione in pianta e la posizione in alzato (numero di piano).

Si è pertanto proceduto ad esplorare le app ad oggi disponibili per i dispositivi IOS e Android che dispongano di potenzialità comunicative di questo tipo, al fine di comprendere se può risultare efficace il loro utilizzo nell'ambito della realizzazione di un metodo che, integrato con un building

information model degli edifici, possa semplificare la gestione dei servizi di Facility, e delle manutenzioni in particolar modo.

La problematica di fondo è quella di permettere da un lato all'utente di disporre di un'interfaccia semplice, intuitiva e di rapido utilizzo e dall'altra, al gestore che riceve la comunicazione, di ricevere il massimo numero di informazioni possibili sul problema.

Esistono applicazioni mobile progettate allo scopo di effettuare le operazioni di rilievo delle dimensioni delle stanze e dei principali componenti: "**RoomScan**", progettata da "locometric", permette di restituire, con margine di errore di pochi centimetri, una pianta delle stanze di un edificio appoggiando semplicemente il dispositivo sulle superfici degli elementi fisici (muri, porte e finestre). L'applicazione sfrutta le potenzialità di un sensore particolare installato nei dispositivi portatili, il giroscopio: esso rileva i movimenti effettuati con il device attraverso la misurazione delle accelerazioni angolari (30). Questo tipo di applicativo, nell'ambito di questa ricerca, può avere potenzialità innanzitutto in fase di redazione del modello tridimensionale BIM dell'edificio: data la difficoltà di reperire gli elaborati progettuali, specie nel caso di immobili datati, RoomScan può costituire un modo semplice, rapido ed economico di effettuare un rilievo geometrico. Le potenzialità in tema di segnalazione di guasti da parte dell'utente si hanno invece se, effettuato il rilievo, si arricchisce la pianta ottenuta con le indicazioni relative alla georeferenziazione e all'entità della problematica, corredata da una foto segnaletica.

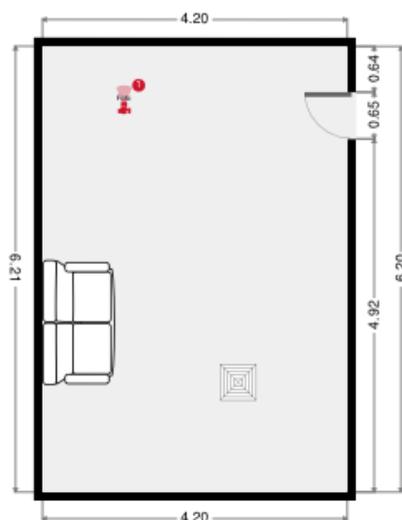
MagicPlan è un applicativo mobile, progettato anch'esso come software per la restituzione di rilievi geometrici approssimativi di edifici, ma che dispone di ulteriori potenzialità utili ai fini di questa ricerca. Il software permette, a partire dalla rilevazione degli angoli, di realizzare una pianta dell'ambiente, esportabile in formato pdf o dwg (fig.1.14).



FIGURA 1.14 - MAGIC PLAN: REALIZZAZIONE DEL RILIEVO

Salotto

Larghezza: 4.20 m
 Lunghezza: 6.20 m
 Superficie: 26.05 m²
 Perimetro: 20.81 m
 Altezza soffitto: 2.86 m



Foto

Termostato di regolazione ambiente non funzionante



E' poi possibile arricchire il file inserendo i principali componenti presenti nell'ambiente, sia di arredo che impiantistici, ed allegare delle foto all'interno della pianta stessa (fig.1.15): l'utente, dopo aver effettuato in pochi minuti un rilievo geometrico, potrebbe inserire il logo dell'elemento tecnico malfunzionante ed allegare una foto con una descrizione del problema.

FIGURA 1.15 - MAGIC PLAN: RESTITUZIONE GRAFICA DELLA SEGNALAZIONE



FIGURA 1.16 - MAGIC PLAN: GEOREFERENZIAZIONE

A questo punto si pone la necessità di inviare la segnalazione georeferenziata: l'app è strutturata con un'interfaccia che prevede di scrivere manualmente la destinazione d'uso dell'ambiente e il livello di piano cui ci si trova e di localizzare l'edificio su una mappa digitale (fig.1.16); la comunicazione può essere poi inviata direttamente dal dispositivo portatile via mail come report in formato pdf.

Sebbene entrambe le piattaforme mobile prese in considerazione possano costituire validi strumenti di comunicazione da parte dell'utente, la predisposizione di un metodo efficiente per la gestione delle manutenzioni presuppone una maggiore automatizzazione dei processi: si pone la necessità di fare in modo che queste segnalazioni, una volta inviate, comunichino direttamente con il modello BIM dell'edificio di riferimento, cosicché il gestore possa essere avvertito e risalire tempestivamente, aprendo il file tridimensionale del patrimonio che gestisce, al problema ed alla sua precisa localizzazione.

1.5.2. IL CLOUD E L'OPERATIVITÀ SUL CAMPO

Esaminata la fase del processo manutentivo rivolta al recepimento dei dati di input, quindi di localizzazione geografica della problematica e segnalazione dell'anomalia riscontrata da parte dell'utente, si è ritenuto importante indagare su quali strumenti la tecnologia mette a disposizione relativamente alla fase di output, inerente alle operazioni da effettuare sul campo.

Presupponendo che il gestore disponga di un modello BIM centrale per coordinare i servizi di Facility degli edifici che governa, dotato di possibilità comunicative con il fruitore dell'immobile, il passo successivo all'identificazione della problematica è quello di segnalare la questione ad un'impresa incaricata della manutenzione. Quest'ultima dovrà innanzitutto poter analizzare il modello

tridimensionale dell'edificio, completo dei dati dei componenti, al fine di comprendere (o comunque ipotizzare) la causa dell'anomalia, per poi procedere all'invio degli operatori sul luogo dell'intervento al fine di espletare le attività ispettive (se dovessero rendersi necessarie nonostante l'esplorazione del modello) e riparatorie.

La piattaforma che si intende progettare non solo deve accrescere la qualità del servizio garantendo la conoscenza preliminare dell'organismo edilizio, degli elementi tecnici che lo costituiscono e del malfunzionamento riscontrato, ma deve anche rappresentare uno strumento operativo che permetta al manutentore di ridurre i tempi di back-office attraverso la navigazione del modello e dei dati sul campo.

Si sono quindi esplorate le possibilità offerte dal cloud per la condivisione delle informazioni geometriche e tecniche su dispositivi portatili come tablet e ipad. La Autodesk mette a disposizione applicazioni mobile open source gratuite sia per sistemi operativi IOS che Android, come **A360**, capaci di navigare nel modello tridimensionale (fig.1.17), filtrare i componenti di interesse e leggerne i dati tecnici (fig.1.18).



FIGURA 1.17 - A360: INTERFACCIA GRAFICA GENERALE



FIGURA 1.18 - A360: VISUALIZZAZIONE DATI COMPONENTI

L'interfaccia presenta tuttavia alcuni limiti importanti, tra i quali quello non predisporre un collegamento diretto ad un URL per visualizzare eventuale materiale tecnico allegato, come istruzioni manutentive, schede tecniche di prodotto, video illustrativi, utili al fine del recepimento di tutti i dati utili al manutentore durante le operazioni.

Data la possibilità offerta da questa app di scrivere commenti sugli specifici elementi del modello, si è inoltre valutata la possibilità di utilizzare lo stesso strumento per la fase di input, ovvero di segnalazione guasti. Tale ipotesi è stata scartata per due motivi: da una parte, se ad oggi quasi tutti dispongono di uno smartphone non è tuttavia detto che sia garantita la possibilità di disporre di memoria dati tale da supportare il "peso" di un modello BIM, seppure compresso per la visualizzazione su applicativi mobile; dall'altra la fruizione del software presuppone una certa praticità manuale da parte dell'utente che, per essere stimolato ad un coinvolgimento attivo nel flusso manutentivo, deve poter disporre di strumenti semplici e di facile utilizzo.

1.5.3. SENSORI INCORPORATI E SCANSIONE DI CODICI PER LA GESTIONE DEI SERVIZI DI FACILITY MANAGEMENT

Lo studio affrontato sul significato del Facility Management e i casi applicativi portati in rassegna relativamente all'applicazione del BIM a questo settore hanno evidenziato l'importanza che assume l'archiviazione digitale delle informazioni spaziali e geometriche, di destinazione d'uso ed occupazione degli ambienti, tecniche ed impiantistiche.

Recentemente si è sperimentata, allo scopo di supportare il processo decisionale di programmazione delle attività di Facility Management, l'applicazione di tecnologie per il rilevamento dei dati sul campo, quali smart tags, laser scanners e sensori incorporati, ed il loro invio a database alfanumerici di gestione dei servizi o modelli BIM.

Per un miglioramento della qualità dei servizi occorre ridurre i possibili margini di errore nelle scelte, derivanti dalla mancanza di dati o da sviste nella trascrizione, ad opera degli operatori, delle



FIGURA 1.19 - CODICE QR

informazioni gestionali su applicativi CAFM o modelli BIM di supporto. Occorre dunque automatizzare i processi tramite tecnologie in grado di scrivere e leggere i dati relativi alle risorse, ma anche localizzarli fisicamente relativamente alla loro posizione indoor e outdoor (31).

I codici a barre rappresentano la tecnologia più utilizzata, specie nel settore industriale e manifatturiero, per l'identificazione dei prodotti.

Questa tecnologia è stata inventata nel 1950 e negli anni si è sviluppata rapidamente per via della sua elevata capacità di archiviazione di dati in una piccola area matriciale, il basso costo, la tracciabilità e la sicurezza. Esiste una grande varietà di codici a barre, classificati tipicamente nelle classi dei 2D Stacked Codes e i 2D Matrix Codes. Il più comune ed utilizzato è il **codice QR**, facente parte della seconda delle classi citate (fig. 1.19); esso presenta le seguenti caratteristiche peculiari (32):

- Può registrare migliaia di caratteri e numeri per via di una capacità 10 volte maggiore rispetto ai codici monodimensionali;
- Può includere immagini, suoni, testi, impronte digitali;
- Facilità di produzione per via delle dimensioni variabili e possibilità di essere ottenuto da semplici software e stampato a basso costo;
- Semplicità di identificazione tramite un dispositivo mobile dotato di fotocamera ed applicazioni gratuite di lettura dei codici.

Emblematico a tal proposito è il caso applicativo sperimentato dal Dipartimento di Ingegneria Civile della National Taipei University of Technology di Taipei, in Taiwan (32): ad integrazione dell'esempio già illustrato nel caso 4 (paragrafo 1.4.4), il processo viene arricchito con l'implementazione di un sistema (denominato BIM FM) basato sull'utilizzo dei codici a barre a supporto dello staff incaricato delle attività di Operations & Maintenance. Il metodo prevede la mappatura delle attività di Facility tramite la disposizione di codici QR ed il loro collegamento ad un modello BIM dell'edificio: in tal modo è possibile, da parte del FM manager e dello staff incaricato delle operazioni, ottenere in maniera automatica il corrispondente building information model del servizio ed accedere alle informazioni necessarie, effettuando semplicemente la scansione del codice con un tablet; l'interfaccia garantisce così l'accesso a manuali di istruzione, foto, video delle operazioni, storia

manutentiva, oltre a poter fruire della vista tridimensionale, e quindi più intuitiva e rappresentativa anche della posizione verticale del componente (fig. 1.20).

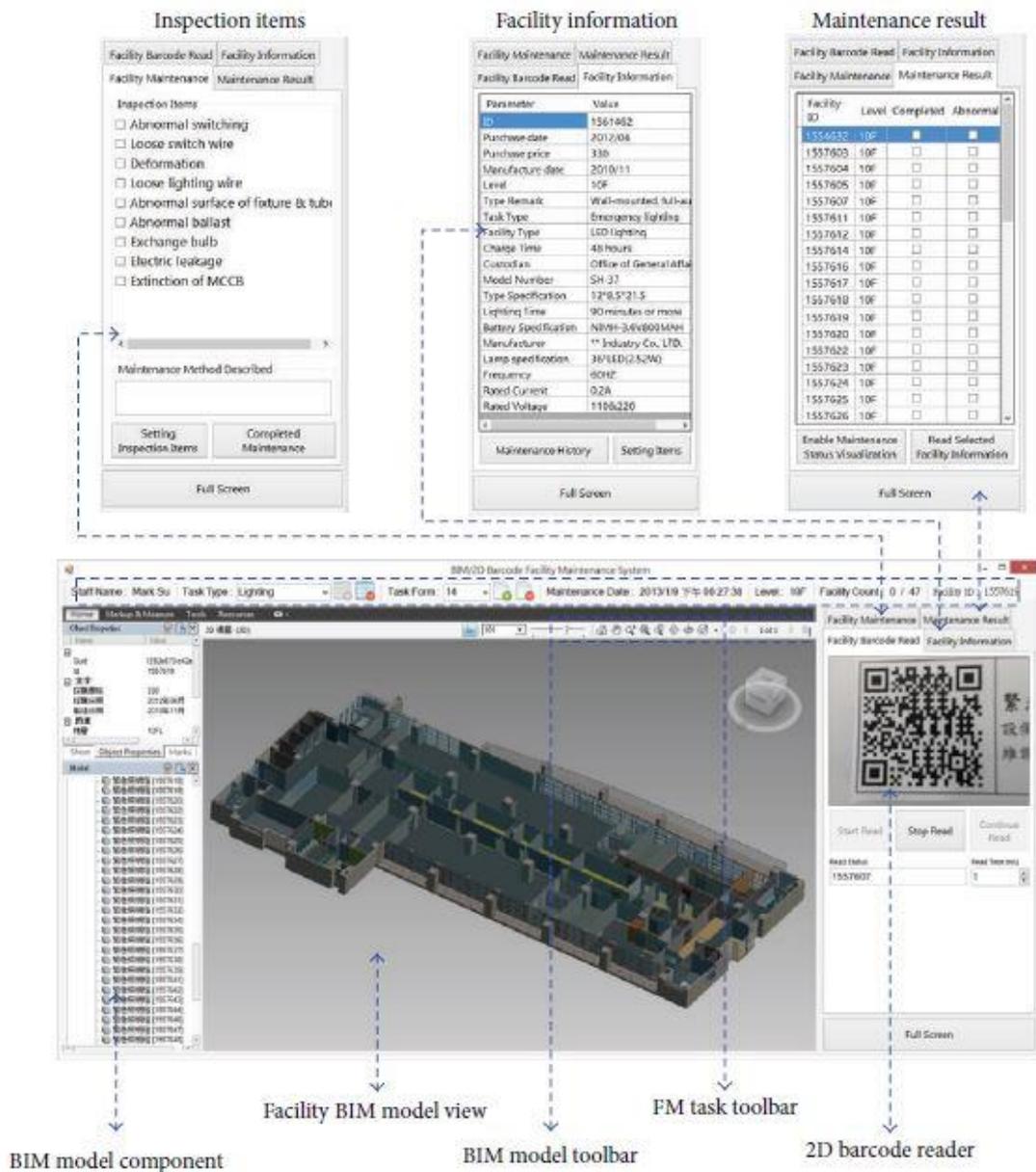


FIGURA 1.20 - SISTEMA BIMFM: INTERFACCIA GRAFICA (32)

I codici QR vengono generati automaticamente per ogni Facility tramite un apposito modulo dedicato, in modo tale da ottenere le informazioni di base ed il collegamento alla rispettiva facility o componente su Revit. Il processo presuppone l'utilizzo del formato DXF al fine della condivisione del modello tra gli attori coinvolti nelle diverse fasi della gestione, dal lato manageriale al lato operativo sul campo, ed il collegamento tra un software alfanumerico, che gestisca il database informatico, ed il modello BIM centrale degli edifici. L'immagine di seguito riporta il diagramma di flusso che caratterizza la struttura informatica del sistema BIM FM così come viene integrato, rispetto a quello

illustrato nel caso 4 del paragrafo 1.4, tramite l'introduzione dei codici QR ai fini dell'acquisizione dei dati (fig. 1.21) (32).

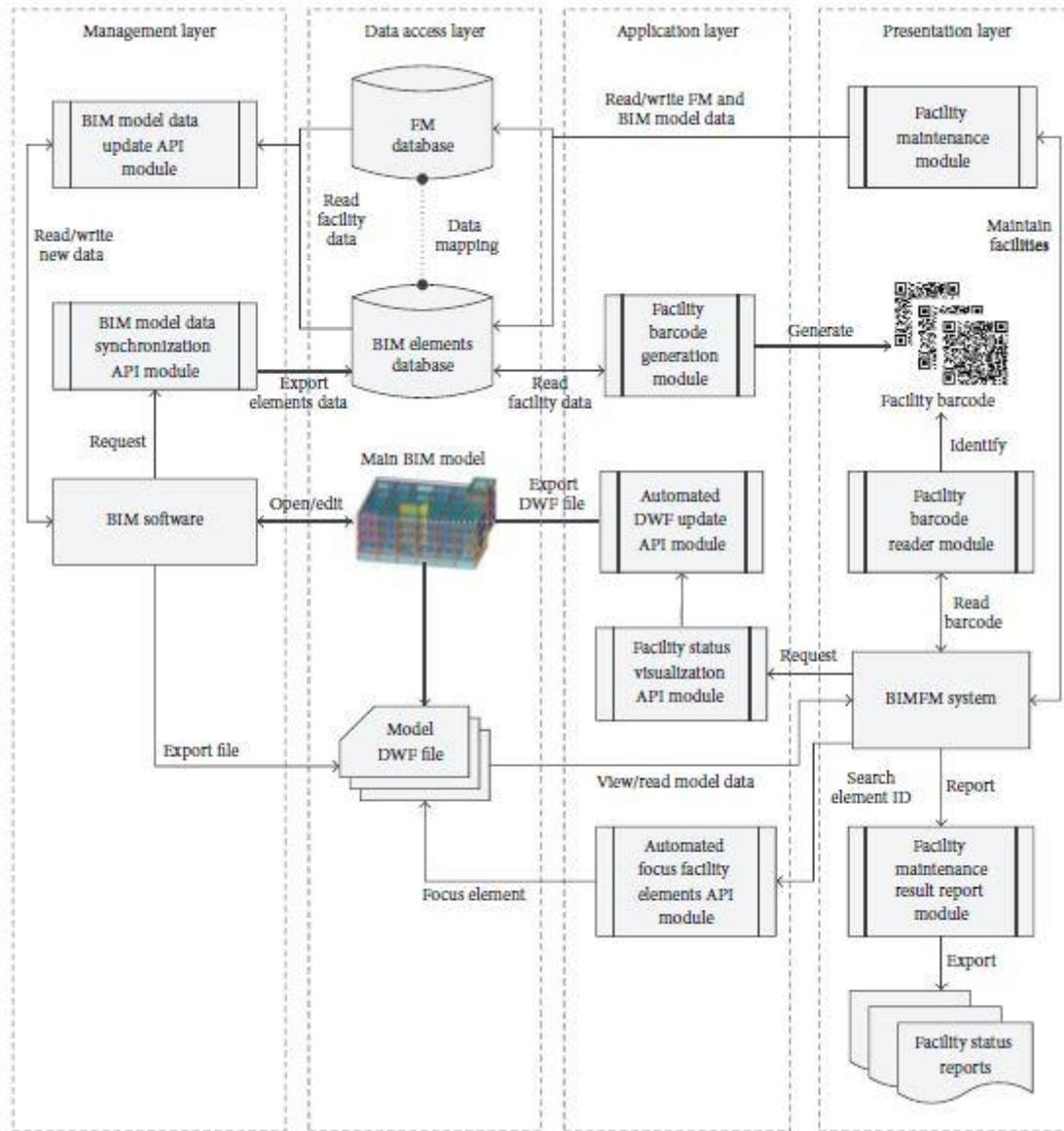


FIGURA 1.21 - SISTEMA BIMFM: DIAGRAMMA DI FLUSSO (32)

Uno dei limiti dell'utilizzo dei codici a barre è l'onerosità che comporta la mappatura dei migliaia di componenti caratteristici di ogni facility ed il fatto che questi possono sporcarsi e non essere più efficienti nel percorso ottico *line-of-sight*, che ne caratterizza il funzionamento telematico; non c'è inoltre la possibilità di caricamento dei dati sui codici a barre, il cui formato è di sola lettura. Un'altra tipologia di tecnologia nel campo delle telecomunicazioni è costituita dai tags di identificazione a radiofrequenza (**RFID, Radio-Frequency Identification**): si tratta di etichette per l'identificazione automatica delle informazioni relative ad un oggetto, basata sulla capacità di memorizzazione e comunicazione con appositi dispositivi mediante segnali di radiofrequenza (fig. 1.22). Questi

strumenti, rispetto ai codici a barre, possono archiviare informazioni aggiuntive sui tags come informazioni storiche e specifiche tecniche. Dispongono inoltre della capacità di essere integrati con alcuni sensori e registrarne i dati reperiti. I tags RFID sono tuttavia più costosi rispetto ai codici a barre, richiedono strumenti appositi per la lettura, in quanto non sono leggibili tramite apps per tablet e soffrono ambienti umidi o con presenza di metalli (31). Al di là delle differenze tra la tecnologia RFID e quella dei codici a barre, si può concludere che il vantaggio operativo che si ha dalla loro applicazione al settore del Facility Management deriva dalla possibilità di automatizzare l'identificazione dei componenti, associando ad ognuno di questi un codice identificativo univoco, e quindi delle informazioni specifiche.



FIGURA 1.22 - ETICHETTE RFID

Come già più volte evidenziato nel corso di questa trattazione, requisito fondamentale per la gestione degli aspetti relativi al Facility Management è la localizzazione geografica sia degli immobili di un patrimonio nel contesto geografico, sia degli specifici componenti all'interno dell'organismo edilizio. Se il gestore governa un numero importante di edifici è essenziale che, nel caso di segnalazioni di guasti da parte dell'utente, egli sia informato sul componente danneggiato (modello, tipo, ultima riparazione, ecc) e sulla sua posizione (edificio, piano e ambiente di riferimento), in modo da poter procedere ad incaricare l'impresa di manutenzione trasferendo le informazioni ricevute.

Se per la localizzazione outdoor si adopera la **tecnologia GPS (Global Positioning System)**, basata sulla ricezione di segnali radio dai satelliti, questa risulta inefficace per identificare la posizione all'interno degli immobili, per via dell'attenuazione del segnale causata dai materiali da costruzione e per l'effetto di riflessione delle onde incidenti sulle superfici. Per la **localizzazione indoor** esistono principalmente tre classi di tecnologie, basate sui seguenti principi fisici (31):

- Propagazione delle onde: questi sensori si basano sulla misurazione di proprietà come l'angolo e la fase delle onde e coprono tutto lo spettro elettromagnetico e delle frequenze sonore. I sensori più utilizzati sono quelli che si basano sui segnali di radiofrequenza per la loro economicità, la loro ampia gamma e delle minime necessità manutentive (tra le più comuni il Wireless LAN, i tags RFID e le bande di infrarosso e ultravioletto).
 - Le *onde a infrarosso (IR)* sono comprese tra il campo della luce visibile e le frequenze di terahertz. La luce infrarossa è invisibile all'occhio umano, e ciò rende questa tecnologia meno invasiva di quella che sfrutta l'indoor positioning basato sulla luce visiva. I metodi utilizzati in genere per l'emissione e cattura dei segnali a infrarosso sono tre: l'utilizzo di dispositivi beacons emettitori e ricettori fissi posizionati nei locali, sistemi passivi capaci di ottenere un'immagine del contesto sfruttando l'emissione termica, e sistemi attivi basati su risorse di emissione infrarossa e fotocamere IR (33).
 - La tecnologia *WLAN (Wireless Local Area Networks)* ai fini dell'indoor positioning comporta dei vantaggi importanti: innanzitutto i punti di accesso WLAN sono ormai disponibili nella grande maggioranza degli edifici; i segnali coprono un raggio d'azione che va dai 50 ai 100 metri; il metodo più comune utilizzato per la localizzazione è basato sui segnali RSSI (Received Signal Strength Indicators), più rapidi da ricevere perché la ricezione non si basa su misurazioni angolari (33).
 - Il sistema *RFID (Radio Frequency Identification)* consiste in un lettore dotato di antenna, che interroga ricetrasmittitori attivi o etichette passive presenti nelle vicinanze; i dati vengono trasmessi tra trasmettitore e ricevitore tramite onde radio. Tipicamente l'informazione trasmessa ai fini dell'indoor positioning è un codice identificativo, ID, corrispondente alla posizione dell'etichetta stessa.
- Digital imaging e computer vision:
 - la tecnologia "*computer vision*" si avvale di sensori di immagine come laser scanners e videocamere per l'acquisizione di dati e necessita di potenti processori per l'elaborazione. Il successo dei metodi ottici di indoor positioning ha origine dallo sviluppo e dalla miniaturizzazione degli attuatori e dai passi in avanti svolti dalla ricerca nel campo dei sensori rilevatori e negli algoritmi per processare le immagini. Le architetture logiche di questa tipologia di sistemi si basano sulla localizzazione tramite la misurazione delle coordinate angolari, fondate sulla determinazione dell'angolo di arrivo (AoA) (33).

- Vi è poi la tecnologia “*image matching*”, che si basa sulla connessione di immagini visive di un ambiente interno con le immagini di un database. Questo metodo prevede innanzitutto la cattura di una sequenza di immagini interne all'edificio da diverse angolazioni; la visione corrente di una telecamera mobile viene poi comparata con la sequenza precedentemente realizzata. Il sistema, sebbene garantisca risposte in tempo reale, prevede un carico computazionale notevole (33).
- Sensori di movimento: si basano sulle caratteristiche del moto (velocità, accelerazione, direzione). La tecnologia più comune è la “*Inertial Measurement Unit (IMU)*”, che si avvale di accelerometri, giroscopi e magnetometri; questi raccolgono dati geometrici e li inviano al sistema; l'IMU li elabora attraverso algoritmi e restituisce lo stato (localizzazione, velocità, direzione).

Esistono poi sistemi di indoor mapping, caratterizzati da sensori capaci di farsi localizzare da hotspot definiti (applicazioni per smartphone), triangolando la posizione dell'utente; la localizzazione può avvenire in tre modi (34):

- Sfruttando la tecnologia WI-FI attraverso la misurazione dell'intensità del segnale proveniente dall'hotspot (sistema WPS); i parametri tipici necessari per geolocalizzare un hotspot WIFI o un punto di accesso wireless includono l'SSID e l'indirizzo MAC del punto di accesso. La precisione del sistema dipende dal numero di posizioni inserite nel database.
- Tramite rilevazione di un segnale bluetooth. Questo tipo di tecnologia non restituisce la precisa posizione, come il GPS, ma permette la localizzazione indoor con un margine di errore importante; si può parlare quindi ,più che di soluzione di indoor positioning, di soluzione di indoor proximity. La tecnologia bluetooth comporta tuttavia una serie di vantaggi: permette un alto livello di sicurezza, è economica, di bassa potenza e di piccola taglia (33).
- Sfruttando l'indicazione del livello di pressione (barometro). Il limite di questa tecnica consiste però nella dipendenza dell'efficacia dalle condizioni relative al tempo atmosferico.

Per concludere questa breve ricerca sulle tecnologie di identificazione delle risorse e sull'utilizzo di sensori per la comunicazione di dati occorre tener presente che i componenti impiantistici dei sistemi HVAC (heating, ventilation, and air conditioning) più moderni sono già predisposti di sensori incorporati per la rilevazione della temperatura, dell'umidità, della pressione o del flusso. Questi dispositivi raccolgono dati utili sia per il controllo dei parametri caratteristici al fine del monitoraggio del funzionamento, sia dati utili ai building managers per essere informati sulle performances di questi sistemi (31).

Seguendo una logica di approfondimento ed evoluzione tecnologica si va dunque verso i casi di automazione tramite l'utilizzo di controllori logici programmabili (PLC) e di monitoraggio di parametri tramite datalogger:

- Il PLC è un controllore di logica programmabile, utilizzato soprattutto nei sistemi industriali, che viene programmato per la gestione dei processi, attraverso l'elaborazione di segnali provenienti dai sensori e la restituzione di segnali a comandi attuatori, riducendo così al minimo la necessità di intervento umano (fig. 1.23).

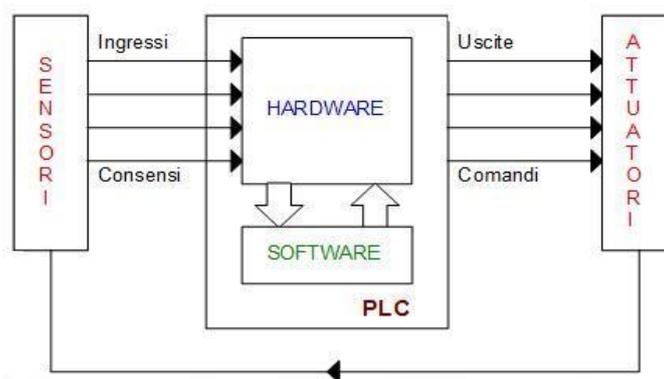


FIGURA 1.23 - PLC: STRUTTURA LOGICA

- I datalogger sono invece degli strumenti elettronici che, installati negli ambienti, registrano misurazioni ambientali (temperatura e umidità ma anche tempo di utilizzo ed intensità dei dispositivi di illuminazione) ad intervalli prestabiliti in un periodo di tempo. Questi sono poi connessi ad un computer al fine di ottenere la restituzione dei dati raccolti sotto forma di grafici e tabelle alfanumeriche, e procedere con attività di consultazione da parte dello staff incaricato ed analisi sull'ottimizzazione della gestione energetica dell'organismo edilizio (Building Management System) (fig. 1.24).

L'implementazione di queste tipologie tecnologiche ai fini del monitoraggio delle prestazioni dei componenti impiantistici di un edificio costituisce modelli di **Building Management System (BMS)**: si tratta di sistemi che, tramite un monitoraggio continuo nel tempo di parametri di funzionamento prefissati, garantisce il controllo di servizi (illuminazione, antincendio, climatizzazione, ecc) e la gestione del consumo energetico al fine di garantire il comfort ambientale, l'efficienza e la sostenibilità (35).

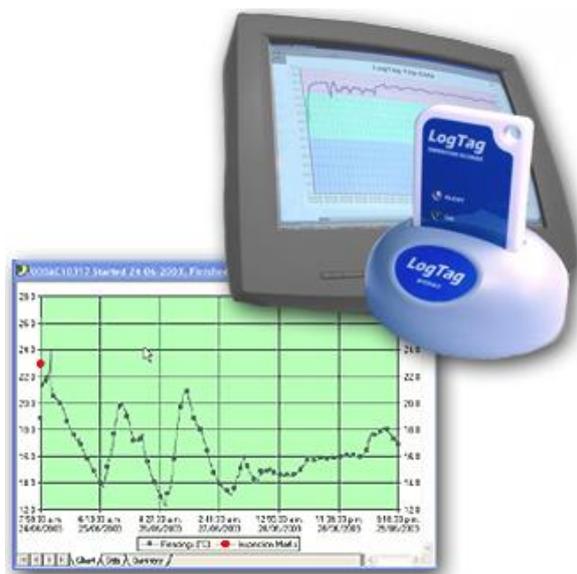


FIGURA 1.24 - ESEMPIO DI DATALOGGER

Questo breve excursus sulle tecnologie di comunicazione e monitoraggio esistenti, dalle più semplici ed utilizzate a quelle più avanzate e sofisticate, vuole porsi come base conoscitiva per comprendere quali strumenti digitali possono essere implementati e resi interoperabili con un modello BIM realizzato per la gestione dei servizi di Facility. Lo scopo è infatti quello di mettere a punto un metodo di supporto al processo decisionale dei Facility Managers e delle imprese incaricate delle manutenzioni, che incrementi la qualità dei servizi ma che sia economicamente attuabile, commisurato quindi alle esigenze di un'utenza media come quella caratteristica del caso di studio affrontato, relativo al patrimonio immobiliare delle parrocchie dell'Arcidiocesi di Milano. Come verrà approfondito nel capitolo 4, il caso applicativo proposto prevede l'utilizzo di sensori di "indoor positioning" al fine della georeferenziazione delle segnalazioni dell'utente e la loro integrazione con un building information model del patrimonio immobiliare esaminato.

Capitolo 2 - STRUMENTI E METODI PER L'AGGIORNAMENTO DEI DATI PATRIMONIALI: L'ESPERIENZA DEL PROGETTO DELL'ARCIDIOCESI DI MILANO

Questa trattazione in tema di Facility Management e gestione delle manutenzioni di un patrimonio immobiliare è stata preceduta da un'attività di stage sostenuta per l'Arcidiocesi di Milano. Questo ente ha infatti, di recente, investito risorse nella digitalizzazione della gestione documentale relativamente alle parrocchie che ne fanno parte, al fine di fornire ai gestori (solitamente i parroci) uno strumento semplice per la catalogazione dei dati catastali e tecnici, da aggiornare in occasione delle modifiche apportate negli anni agli immobili.

In queste pagine si intende dunque spiegare brevemente la struttura della piattaforma digitale implementata dall'Arcidiocesi per tale fine. L'esperienza personale maturata in questa attività ha inoltre permesso di cogliere le difficoltà del gestore nel governo delle questioni legate alla gestione del patrimonio immobiliare, nonché le opportunità ed i limiti che caratterizzano lo strumento fornito dall'ente.

Il materiale cui si è fatto riferimento in questo capitolo è costituito dai manuali e dalle guide forniti dall'Arcidiocesi relativamente all'utilizzo della piattaforma, e da una presentazione su tale argomento tenuta a Milano il 28 Aprile 2016 da don Umberto Oltolini in qualità di responsabile del progetto, il geometra Achille Invernici come tecnico referente e l'ing. Marco Zanni, Project Manager di Consulta Srl di Milano, referente per quanto concerne la parte tecnica dell'applicativo (36).

2.1. DUE DILIGENCE IMMOBILIARE E TECNICA

Come spiega Monsignor Umberto Oltolini nel corso del convegno, nel caso del patrimonio immobiliare dell'Arcidiocesi si ha spesso a che fare con un unico parroco che si occupa della gestione di una comunità pastorale, costituita da un certo numero di immobili.

Il governo delle questioni catastali e tecniche è dunque complessa e richiederebbe una formazione specifica di cui spesso il gestore non dispone. A ciò si aggiunge il naturale susseguirsi nel tempo di

parroci nuovi e diversi, con la conseguente necessità di tramandare ai nuovi gestori la conoscenza pregressa maturata del patrimonio.

Allo stato attuale l'archiviazione dei dati catastali e tecnici è effettuata tramite la raccolta e catalogazione di documenti cartacei. Poiché non esiste una metodologia standard per ordinare e classificare gli elaborati, è probabile che, soprattutto in occasione del passaggio di consegne tra gestori, dei documenti vadano perduti.

Altra difficoltà, nel caso specifico del patrimonio immobiliare dell'Arcidiocesi, è legata alla disciplina contenuta nella normativa Canonica, che si va ad aggiungere ed integrare ai dettami della normativa civile.

Allo stato attuale, seppure l'Arcidiocesi stia incoraggiando l'affiancamento ai gestori di tecnici che si occupino della gestione documentale del patrimonio, il coordinamento e l'espletazione di questa attività è ancora, nella maggior parte dei casi, in mano ai parroci, che necessitano quindi di uno strumento di supporto il più possibile completo ed esaustivo ma anche semplice e facilmente fruibile da utenti che non dispongono di una conoscenza tecnica approfondita (36).

La conoscenza approfondita del patrimonio edilizio governato da parte del gestore rientra nell'ambito della disciplina della *Due Diligence*.

La *Due Diligence*, intesa nell'accezione più vasta del termine, è *“uno strumento per una valutazione complessiva di un patrimonio aziendale atto a valutarne ed accertarne “la salute” non solo per ciò che concerne la solidità economica, finanziaria e patrimoniale ma anche per ciò che concerne il rispetto delle leggi vigenti da parte di chi ha amministrato la società dal momento della sua nascita”* (37).

Si tratta di un ambito della gestione di un patrimonio strettamente correlato al *“Compliance Management”*, che include le *“attività relative agli aspetti giuridici e legislativi, a quelli legati alle politiche di salute e sicurezza o a quelli connessi alla conformità alle normative cogenti”* (18).

Il portale web progettato per le parrocchie dell'Arcidiocesi di Milano è uno strumento che permette di archiviare la conoscenza degli immobili, sia per quanto riguarda gli aspetti della documentazione catastale e tecnica che per quelli legati allo stato conservativo e delle manutenzioni programmate; si può dire dunque che si tratta di una piattaforma di supporto per le attività caratterizzanti la *Due Diligence immobiliare*.

“Novigos engineering”, società di ingegneria e servizi a supporto della gestione immobiliare, sul sito web aziendale spiega infatti che la *Due Diligence immobiliare “prevede l'acquisizione di tutta la*

documentazione relativa ai beni immobili di proprietà delle società (atti di provenienza, concessioni edilizie, certificati di destinazione urbanistica) al fine di verificarne la conformità delle operazioni immobiliari alla normativa vigente (edilizia, ambientale, urbanistica), verificare l'assenza di trascrizioni pregiudizievoli (ipoteche, pignoramenti, sequestri), analisi di eventuali contratti d'affitto relativi ad immobili utilizzati dalle società, per procedere poi alla determinazione del valore del complesso immobiliare stesso in base a diversi criteri quali la tipologia, l'ubicazione, ecc" (37).

La Due Diligence immobiliare si struttura a sua volta in due fasi (38):

- *Due Diligence legale-amministrativa: "permette una completa conoscenza dell'immobile e ne definisce il valore, individua i vincoli che gravano eventualmente su di esso, verifica le criticità esistenti, tra cui l'accertamento della piena proprietà dell'immobile, dell'esistenza o meno di ipoteche, vincoli, servitù e tutto ciò che è connesso alla conformità urbanistica e catastale".*
- *Due Diligence tecnica: "consiste nella rispondenza dell'immobile sotto il profilo strutturale ed impiantistico alla normativa di settore".*

Si può dunque affermare che lo scopo principale di queste attività è di tenere sotto controllo tutti gli aspetti (amministrativi, tecnici, normativi) al fine di ottenere informazioni utili alla valutazione degli immobili in occasione dei passaggi di proprietà, così da verificare la *"rispondenza dei beni ad una corretta commerciabilità"* (38).

Nel caso specifico del patrimonio parrocchiale il portale web si configura, come si vedrà meglio nelle prossime pagine, quale strumento operativo di Due Diligence non tanto per le pratiche estimative, quanto ai fini dell'adeguamento degli edifici alle normative vigenti in materia, sia tecniche, che ambientali, che urbanistiche.

2.2. UNA PIATTAFORMA WEB PER L'ARCHIVIAZIONE DIGITALE DELLA DOCUMENTAZIONE CATASTALE E TECNICA

Il progetto dell'Arcidiocesi di Milano prevede la realizzazione di una piattaforma telematica (dunque accessibile tramite un collegamento ad internet), e contiene al suo interno:

- L'inventario dei beni gestiti dal singolo parroco;
- Il fascicolo del fabbricato per ognuno degli immobili;
- Il piano di manutenzione ordinaria delle parti degli edifici;

Ciascun gestore detiene, relativamente agli edifici della comunità pastorale che governa, le chiavi di accesso al portale web, per la consultazione e l'aggiornamento dei dati. Tale strumento intende infatti configurarsi come supporto di aiuto al parroco, oltre che per l'archiviazione dei dati, anche per ridurre i tempi relativi alla necessità di consultazione: una gestione ordinata dei files, secondo delle classificazioni predeterminate, consente infatti un più agevole accesso allo specifico documento oggetto di ricerca.

2.2.1. L'INVENTARIO DEI BENI IMMOBILI: IL PATRIMONIO

Una volta effettuato l'accesso, il gestore visualizza una schermata in cui è possibile consultare i dati patrimoniali.

Viene riportato innanzitutto un elenco relativo agli immobili sotto la sua tutela e per ciascuno viene individuata la classificazione catastale del fabbricato e del terreno (fig. 2.1). Cliccando su ciascuna proprietà è quindi possibile visualizzare i principali dati catastali, ricavati dai mappali corrispondenti (fig.2.2).

Patrimonio		
Denominazione		
	CHIESA PARROCCHIALE Nostra Signora della Misericordia Via Conciliazione - Baranzate	Segnalazioni
	FAB - Baranzate - Foglio 64 - Mapp B	Dati catastali
	TER - BARANZATE - Foglio 64 - Mapp B	Dati catastali
	ABITAZIONE PARR. LE E OPERE Via Conciliazione - Baranzate	Segnalazioni
	SCUOLA DELL'INFANZIA PARROCCHIALE S. Cuore Via Conciliazione 2 - Baranzate	Segnalazioni
	ORATORIO MASCHILE E FEMMINILE Via Conciliazione - Baranzate	Segnalazioni

FIGURA 2.1 - PORTALE DELL'ARCIDIOCESI PER L'INVENTARIO DEI BENI IMMOBILI: PATRIMONIO

Dati catastali

[Segnalazioni](#)

Catasto fabbricati / mappali

Foglio	84	Mapp.	B	Sub
Comune	Baranzate	Provincia	MI	
Sezione Censuaria		Zona Censuaria		
Indirizzo	Via Conciliazione	Civico	24	
Categoria	E/7	Classe		
Consistenza				
Superf. catastale				
Rendita	€ 3			
Destinazione	Chiesa parr.le e pertinenze			
Piani	T-1^			
Graffiti				

Condizione giuridica/Diritto reale

Tipologia	Piena proprietà
Quota	100/100

Planimetria catastale [+ Aggiungi](#)

Nome	inserito da
Planimetria.pdf	PARROCCHIA ✓

FIGURA 2.2 - PORTALE DELL'ARCIDIOCESI PER L'INVENTARIO DEI BENI IMMOBILI: DATI CATASTALI

Già l'inventario si pone dunque quale importante strumento di consultazione: se si considera il caso di vasti patrimoni, costituiti da centinaia di immobili in mano ad un singolo gestore, si può più facilmente intuire la difficoltà che quest'ultimo potrebbe avere già solo nel ricordare quali sono gli edifici sotto il suo controllo e la loro localizzazione geografica. In queste situazioni sicuramente il gestore utilizza un software, solitamente di tipo CAFM o CMMS, per tenere sotto controllo l'inventario e gestire le informazioni relative al Facility Management.

Nel caso specifico del portale e del suo utilizzo al fine degli immobili parrocchiali, le variazioni dei dati in questa sezione sono consentite solo all'Ufficio Amministrativo dell'Arcidiocesi; le Parrocchie hanno tuttavia la possibilità di comunicare con la direzione grazie alla possibilità offerta dalla piattaforma di inviare segnalazioni, nel caso in cui venissero riscontrate difformità relativamente ad accatastamenti, frazionamenti o altro.

La verifica della consistenza delle proprietà immobiliari è propedeutico al passo successivo, che consiste nella redazione del fascicolo del fabbricato, nel quale vengono raccolti ed archiviati tutti i dati tecnici degli edifici. A tal proposito il geometra Invernici, in occasione del convegno, precisa infatti che è necessario, da parte dei parroci o dei tecnici incaricati, dotarsi delle planimetrie catastali, verificare se sono corrispondenti allo stato di fatto ed inviare le dovute segnalazioni all'ufficio (36).

Come è infatti possibile notare in fig. 2.2, è inoltre presente un tasto che consente l'inserimento della planimetria catastale del fabbricato, al fine di completare il quadro di conoscenze preliminare previste nella sezione "Patrimonio".

L'obiettivo per il quale questa parte del portale è stato progettato è dunque quello di disporre di un elenco degli immobili unico e consultabile dalle parti interessate, che nel caso specifico sono le Parrocchie e la Diocesi.

2.2.2. IL FASCICOLO DEL FABBRICATO

L'ing. Marco Zanni, Project Manager di Consulta Srl, in occasione del convegno di presentazione del portale tenuto a Milano, spiega che gli obiettivi principali che hanno guidato la progettazione del portale sono stati la ricerca di una metodologia per la gestione efficace delle manutenzioni, e la sensibilizzazione relativamente alla condivisione delle informazioni tra i tecnici.

Consulta Srl di Milano si è occupato, nello specifico, di:

- Sviluppo e gestione della piattaforma;
- Formazione
- Assistenza per le attività legate al progetto
- Validazione della piattaforma
- Monitoraggio e controllo dei dati inseriti
- Compilazione del fascicolo del fabbricato in assenza di un tecnico incaricato.

Il fascicolo del fabbricato si configura come uno strumento di gestione immobiliare che raccoglie le informazioni tecniche degli edifici, le elabora e restituisce al gestore degli elenchi customizzati, in modo da produrre automaticamente segnalazioni relativamente alle documentazioni che non sono state reperite in archivio e che è necessario produrre(36) .

Questa sezione è stata strutturata come rappresentato in fig. 2.3:



FIGURA 2.3 - PORTALE WEB DELL'ARCIDIOCESI: FASCICOLO DEL FABBRICATO – STRUTTURA

- 1) **Quadro conoscitivo:** viene raccolta tutta la documentazione per una conoscenza complessiva dell'immobile. Questa si articola a sua volta in:
 - **Dati generali:** si compilano le informazioni relative alla proprietà degli edifici, alla destinazione d'uso e gli utilizzatori, l'anno di costruzione e le caratteristiche dimensionali; è presente poi una sezione che permette l'inserimento dei dati delle figure professionali e delle imprese che si sono occupate della costruzione dell'immobile, utile in caso di necessità di reperire informazioni o dati tecnici specifici.
 - **Documentazione:** rappresenta il fulcro della piattaforma, l'archivio digitale vero e proprio, ed è articolata nelle parti patrimoniale, amministrativa, tecnica ed impiantistica. In questa sottosezione vengono quindi caricati, nelle specifiche cartelle, i documenti relativi a visure catastali, atti di provenienza ed estratti di mappa (documentazione patrimoniale), destinazione urbanistica e polizze (amministrativa). La cartella "documentazione tecnica" contiene poi permessi di costruire, denunce di inizio attività e tutte le autorizzazioni reperite, certificati di collaudo statico e progetto delle strutture, documentazione relativa alla prevenzione incendi (certificati di prevenzione incendi, SCIA, ecc) e tutte le informazioni necessarie a completare gli archivi sulle conoscenze specialistiche e settoriali.

La cartella impiantistica, sempre contenuta all'interno della sottosezione "documentazione", contiene invece il progetto degli impianti (elettrici, di riscaldamento, di raffrescamento, idrosanitari, antincendio ed elevatore), le verifiche periodiche necessarie e le dichiarazioni di conformità.

La logica di inserimento dei dati è articolata in modo tale che, oltre ad allegare nella giusta sottosezione il file corrispondente, vengano compilate ogni volta una serie di informazioni tra cui la data, l'ente, e soprattutto una schermata che identifichi quel documento come necessario o meno (fig.2.4); in tal modo la piattaforma genererà automaticamente, relativamente a tutti i files ritenuti necessari ma non presenti, un documento segnalatore delle anomalie riscontrate, cosicché il gestore possa essere aggiornato relativamente a ciò che manca o ciò che è presente ma è scaduto e che necessita quindi di rinnovo (fig. 2.5).

The screenshot shows a web form titled "Progetto adeguamento prev. incendi". The form contains the following fields and values:

Field	Value
Attività/ambienti	scuola
necessario	si
presente	si
Ente	Comando provinciale dei vigili del fuoco
Prot. N.	
Data	25/11/2011
Allegato	Progetto prevenzione incendi_2011.pdf

At the bottom right of the form, there are icons for editing (a pencil) and deleting (a trash can).

FIGURA 2.4 - PORTALE WEB DELL'ARCIDIOCESI: FASCICOLO DEL FABBRICATO – INTERFACCIA PER L'INSERIMENTO DELLA DOCUMENTAZIONE TECNICA

Fascicolo Tecnico del Fabbricato e Piano di Manutenzione					
PARROCCHIA NOSTRA SIGNORA DELLA MISERICORDIA					
 ARCIDIOCESI DI MILANO Ufficio Amministrativo Diocesano		4A03			
BARANZATE					
ORATORIO MASCHILE E FEMMINILE					
SEGNALAZIONI					
Descrizione	Stato	Priorità	Tempi Stimati	Costi Stimati (€)	Allegato
Autorizzazione Asl relativa a cucina e bar non trovata in archivio		MEDIA	2 Mesi		
Certificato di prevenzione incendi (CPI) relativamente alla centrale termica e alla sala polifunzionale		MEDIA	1 Mesi		si
Mancano i verbali di verifiche periodiche della messa a terra dell'impianto elettrico; è presente solo quello relativo all'installazione		ALTA	2 Mesi		
L'ultimo verbale di verifica semestrale dell'impianto ascensore risale al 2008		ALTA	1 Mesi		
Certificato Prevenzione Incendi (CPI)	NON PRESENTE				
Certificato Prevenzione Incendi (CPI)	NON PRESENTE				
Richiesta sopralluogo per rilascio CPI	NON PRESENTE				
Certificato "agibilità"	NON PRESENTE				
Autocertificazione per idoneità tecnica	NON PRESENTE				
Verifica periodica impianti di terra (DPR 462/01)	NON PRESENTE				
Verbali visite semestrali	NON PRESENTE				
Totale SEGNALAZIONI	11			Totale Costi Stimati 0,0	

FIGURA 2.5 - PORTALE WEB DELL'ARCIDIOCESI: SEGNALAZIONI AUTOMATICHE

- Stato conservativo: un'altra possibilità offerta dal portale consiste nell'inserimento di immagini, relativamente agli elementi che caratterizzano l'edificio, corredate da una breve descrizione dello specifico componente (fig. 2.6). L'interfaccia permette poi di inserire una valutazione dello stato dell'elemento su una scala che va da "Pessimo" a "Ottimo"; una legenda stabilisce i criteri sottesi ai giudizi, in modo da avere un quadro complessivo più oggettivo (fig.2.7). Il gestore può così avere un quadro (seppur molto generico) dei degradi presenti e delle necessità di intervento, da aggiornare in occasione delle modifiche apportate negli anni con l'inserimento della data dell'ultimo rifacimento o installazione.

persiane/avvolgibili

Tipologia materiali: persiane in legno

Stato di conservazione: Scadente

Anno ultimo rifacimento o installazione: 1980

Note:

Foto: IMG_9019.JPG



FIGURA 2.6 - PORTALE WEB DELL'ARCIDIOCESI: STATO CONSERVATIVO

Stato di Conservazione

Definizione livelli di stato

Ottimo	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo
<ul style="list-style-type: none"> ◦ Livello di OBSOLESCENZA assente; ◦ Forme di DEGRADO assenti; ◦ GUASTI assenti ◦ Elemento/Sistema/Impianto di Nuova Realizzazione o pari al nuovo; ◦ Assenza di difetti/guasti; ◦ L'elemento/sistema/impianto non costituisce pericolo per persone/cose. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Livello di OBSOLESCENZA contenuto o assente; ◦ Forme di DEGRADO assenti; ◦ GUASTI assenti ◦ Necessarie attività ordinarie essenziali (monitoraggio); ◦ L'elemento/sistema/impianto non costituisce pericolo per persone/cose. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Livello di OBSOLESCENZA marcato; ◦ Forme di DEGRADO assenti; ◦ GUASTI assenti ◦ Necessari interventi ordinari di sostituzione/riparazione di alcuni elementi; ◦ L'elemento/sistema/impianto non costituisce pericolo per persone/cose. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Livello di OBSOLESCENZA marcato; ◦ Forme di DEGRADO minime; ◦ GUASTI PARZIALI presenti ◦ Necessari interventi ordinari di sostituzione/riparazione di diversi elementi; ◦ Necessari interventi di ripristino di lieve entità; ◦ L'elemento/sistema/impianto potrebbe nel tempo costituire pericolo per persone/cose. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Livello di OBSOLESCENZA marcato; ◦ Presenza di forme di DEGRADO diffuse; ◦ GUASTI PARZIALI E TOTALI presenti ◦ Necessari interventi di manutenzione straordinaria di ripristino e messa in sicurezza; ◦ Necessari interventi di ripristino di lieve entità; ◦ L'elemento/sistema/impianto costituisce pericolo per persone/cose. SICUREZZA COMPROMESSA.

FIGURA 2.7 - VALUTAZIONE DELLO STATO CONSERVATIVO: LEGENDA DEI GIUDIZI

- **Contratti di manutenzione:** questa sottosezione raccoglie le informazioni manutentive relative prevalentemente agli impianti: in base alla destinazione d'uso dell'edificio è possibile selezionare le classi di elementi tecnici per i quali è necessario per legge un contratto di manutenzione (fig. 2.8). Laddove esso è presente è possibile caricarne l'allegato e scrivere le informazioni importanti (dati del manutentore, descrizione del contratto, costo annuo e

data di scadenza) (fig. 2.9); in caso di termine del contratto o assenza dello stesso, il sistema invia segnalazioni automatiche al gestore.

Contratti di Manutenzione

Segnare tramite la casella di spunta gli impianti per cui è necessario per legge almeno un contratto.

- IMPIANTO IDRICO SANITARIO
- IMPIANTO RISCALDAMENTO
- IMPIANTO RAFFRESCAMENTO
- IMPIANTI ELETTRICI
- IMPIANTO ANTINCENDIO
- IMPIANTO SICUREZZA E CONTROLLO ACCESSI
- IMPIANTO RETI
- IMPIANTI ELEVATORI ¹
- PULIZIA E IGIENE AMBIENTALE
- AREE VERDI
- OPERE EDILI
- PORTIERATO
- VIGILANZA

FIGURA 2.8 - PORTALE WEB DELL'ARCIDIOCESI: CONTRATTI DI MANUTENZIONE

Fascicolo Tecnico del Fabbricato e Piano di Manutenzione

PARROCCHIA NOSTRA SIGNORA DELLA MISERICORDIA 

4A03
BARANZATE

ORATORIO MASCHILE E FEMMINILE

CONTRATTI DI MANUTENZIONE

Fornitore	Descrizione	Stipula	Scadenza	Tacito Rinnovo	Costo Annuo	Allegato
IMPIANTI ELEVATORI						
Compagnia italiana Ascensori s.r.l	Visite programmate per verificare l'efficienza ed effettuare le lubrificazioni; interventi a seguito di interruzioni del servizio	24/09/2008	23/09/2011	si	500.0	si
Totale CONTRATTI	1				Totale Costo Annuo 500.0	

FIGURA 2.9 - CONTRATTI DI MANUTENZIONE: RIEPILOGO DATI

- *Documentazione fotografica e segnalazioni*: questa sezione si conclude con delle interfacce che permettono di allegare fotografie degli immobili ed il caricamento manuale di

segnalazioni particolari, che richiedono una descrizione più precisa rispetto a quelle previste in maniera automatica dal sistema.

- 2) **Sicurezza**: la gestione di un patrimonio immobiliare non può prescindere dal controllo delle questioni in tema di sicurezza relativa all'esercizio, sia dal punto di vista del fabbricato che relativamente alla documentazione in materia che i prestatori di servizi devono esibire per legge. Il portale, con riferimento al "*Decreto Legislativo 81/2008: Testo Unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro*", contiene quindi la lista dei documenti previsti ed è articolata in una sottosezione per l'edificio (nomina del responsabile del servizio di prevenzione e protezione, documento di valutazione dei rischi, piano di emergenza e piano di evacuazione) e una per i fornitori (CCIA, DURC, polizze assicurative, DUVRI, ecc) (fig. 2.10). L'impostazione, così come per le altre sezioni, prevede la restituzione in forma automatica, da parte del sistema, di tutte le mancanze documentali.

Il gestore può così tenere sotto controllo l'aspetto della sicurezza, poiché questo non è da considerarsi secondario a tutti gli altri, in quanto il D.Lgs 81/2008 sottolinea le responsabilità del committente in tale ambito: l'allegato 15 estende infatti a quest'ultimo i contenuti dell'"*Art.15 - Misure generali di tutela*" del Testo Unico, che annovera anche il controllo dell'idoneità tecnico-professionale delle imprese incaricate (39).

La sottosezione sicurezza, per completezza, presenta poi anche la possibilità di inserire documentazioni relative ad eventuali rischi ambientali, materiali contenenti amianto o presenza di radon.

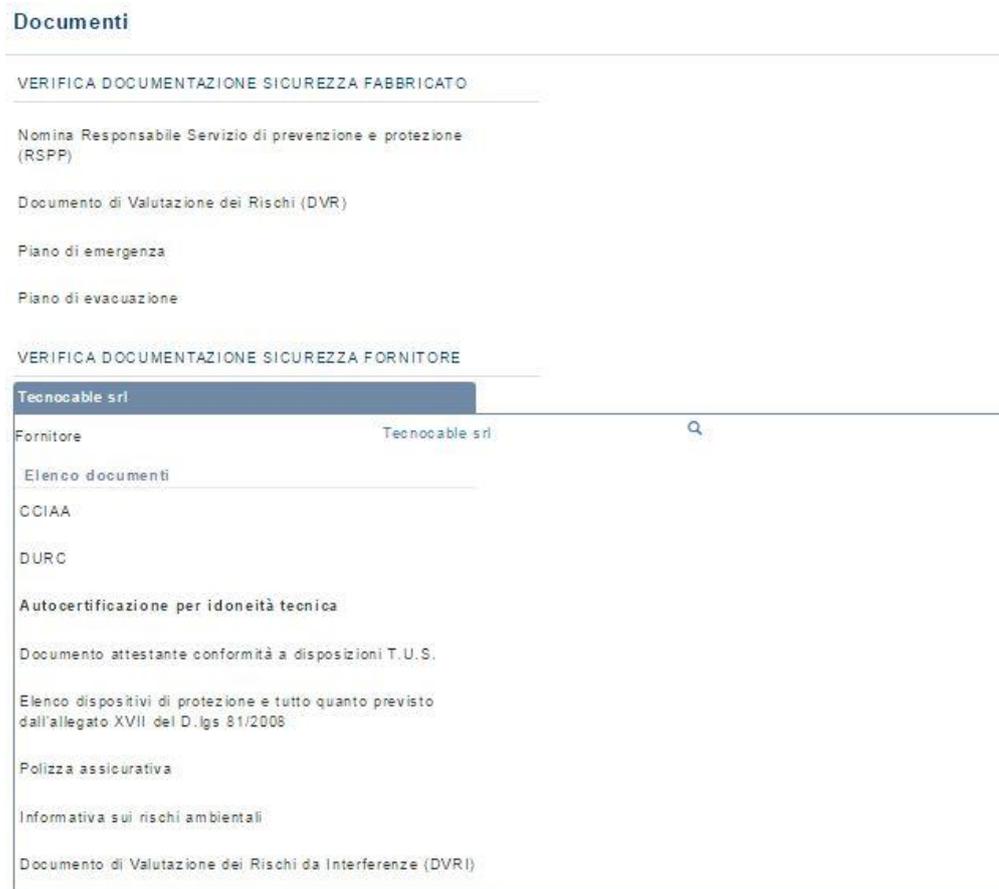


FIGURA 2.10 – PORTALE WEB DELL'ARCIDIOCESI - INTERFACCIA SULLA SICUREZZA

2.2.3. IL PIANO DI MANUTENZIONE ORDINARIA

Per completare il fascicolo del fabbricato, il portale disposto dall'Arcidiocesi di Milano per la gestione della documentazione tecnica permette la possibilità di approfondire la manutenzione degli impianti implementando un'interfaccia che consente di caricare un piano manutentivo.

Consulta Srl, sviluppatore del portale, ha inserito, per ciascuna tipologia di impianto, una lista di possibili interventi manutentivi che è possibile prevedere in un contratto di manutenzione (fig.2.11).

Attività

Categoria	Componente	Materiale	Intervento	Periodicità proposta	Periodicità prevista	Data inizio
<input type="checkbox"/>	Generatore di calore		Controllo combustione (secondo tipologia)	6 mesi	6 mesi ▼	gg/mm/aaaa
<input type="checkbox"/>	Generatore di calore		Pulizia batterie	6 mesi	6 mesi ▼	gg/mm/aaaa
<input type="checkbox"/>	Generatore di calore		Pulizia batterie	6 mesi	6 mesi ▼	gg/mm/aaaa
<input type="checkbox"/>	Generatore di calore		Pulizia passaggio fumi	6 mesi	6 mesi ▼	gg/mm/aaaa
<input type="checkbox"/>	Generatore di calore		Pulizia fascio tubiero	6 mesi	6 mesi ▼	gg/mm/aaaa
<input type="checkbox"/>	Generatore di calore		Verifica valvole di sicurezza	6 mesi	6 mesi ▼	gg/mm/aaaa
<input type="checkbox"/>	Generatore di calore		Pulizia elementi di controllo combustione	6 mesi	6 mesi ▼	gg/mm/aaaa
<input type="checkbox"/>	Generatore di calore		Taratura termostati/presostati	1 mese	1 mese ▼	gg/mm/aaaa
<input type="checkbox"/>	Generatore di calore		Messa in funzione, messa a riposo	12 mesi	12 mesi ▼	gg/mm/aaaa
<input type="checkbox"/>	Generatore di calore		Verifica refrattari	6 mesi	6 mesi ▼	gg/mm/aaaa
<input type="checkbox"/>	Generatore di calore		Verifica e controllo imp. Elettrico	12 mesi	12 mesi ▼	gg/mm/aaaa

FIGURA 2.11 - PIANO DI MANUTENZIONE: INTERFACCIA PER L'INSERIMENTO DEI DATI

Tale elenco è stato redatto sulla base dei contenuti delle norme UNI presenti in materia e consente al gestore, sulla base o meno di un contratto di manutenzione presente, di redigere un programma temporale delle attività preventive e riparatorie necessarie, così da avere una restituzione grafica su un calendario delle verifiche e delle ispezioni previste e di quelle scadute (fig.2.12).

IMPIANTO RISCALDAMENTO				CONTRATTO			
MANUTENTORE		CITTA'		CONTRATTO		DATA	
Tipologia	Persona giuridica	Città	Verigo Zoccorino (MI)	Tipologia	Contratto	DATA	DATA
Ragione sociale	Duesse Service srl	Indirizzo	Via Brioschi 37/F	Data stipula	06/10/2010	DATA	DATA
P. IVA	03288890961	Telefono	0362942066	Data scadenza	31/07/2011	DATA	DATA
Nome	Duesse Service srl	Fax				DATA	DATA
Cognome		Email				DATA	DATA
CF		Cellulare				DATA	DATA

INTERVENTO	PERIODICITÀ	GEN		FEB		MAR		APR		MAG
		DATA PREVISTA	DATA EFFETTIVA	DATA PREVISTA						
GENERATORE DI CALORE - CONTROLLO COMBUSTIONE (SECONDO TIPOLOGIA) -	6 MESI									
GENERATORE DI CALORE - PULIZIA BATTERIE -	6 MESI									
GENERATORE DI CALORE - PULIZIA PASSAGGIO FUMI -	6 MESI									
GENERATORE DI CALORE - PULIZIA FASCIO TUBIERO -	6 MESI									
GENERATORE DI CALORE - VERIFICA VALVOLE DI SICUREZZA -	6 MESI									
GENERATORE DI CALORE - PULIZIA ELEMENTI DI CONTROLLO COMBUSTIONE -	6 MESI									
GENERATORE DI CALORE - TARATURA TERMOSTATI/PRESOSTATI -	1 MESE	30 GEN		29 FEB		30 MAR		29 APR		29 MAG
RETE DI DISTRIBUZIONE - PULIZIA VASSI DI ESPANSIONE -	6 MESI									
RETE DI DISTRIBUZIONE - VERIFICA PASSAGGIO CANALIZZAZIONI CONDOTTI -	6 MESI									
RETE DI DISTRIBUZIONE - VERIFICA ED ELIMINAZIONE PERDITE -	3 MESI					30 MAR				
RETE DI DISTRIBUZIONE - VERIFICA E FUNZIONALITÀ ELEMENTI DI CONTROLLO -	6 MESI									
VENTILATORI, MOTORI E POMPE - VERIFICA FUNZIONALITÀ -	12 MESI									
STRUMENTI PER MISURE E REGOLAZIONE - VERIFICA INTEGRITÀ E CORRETTO FUNZIONAMENTO -	3 MESI					30 MAR				

FIGURA 2.12 - PIANO DI MANUTENZIONE ORDINARIA: RESTITUZIONE GRAFICA DEL PORTALE

2.3. LIMITI DEL SISTEMA E POSSIBILITÀ DI SVILUPPO FUTURE

La piattaforma per la gestione documentale del patrimonio dell'Arcidiocesi costituisce dunque uno strumento utile per tenere sotto controllo sia le questioni amministrative che quelle tecniche. Esso è caratterizzato da un'interfaccia semplice ed è quindi facilmente fruibile da un'utenza vasta, e sicuramente riduce drasticamente le possibilità di perdita di documenti ed informazioni, soprattutto nel passaggio di consegne che si hanno in occasione del cambio di gestore del patrimonio.

L'efficacia del portale è stata sperimentata personalmente sui casi di due complessi parrocchiali siti in Baranzate: le Parrocchie "Nostra Signora della Misericordia" "Sant'Arialdo"; l'applicativo costituisce uno strumento utile per valutare la consistenza degli edifici a livello della documentazione esistente rispetto a quella richiesta dalle normative cogenti. L'esperienza maturata ha permesso di cogliere, oltre che i vantaggi apportati da tale sistema rispetto al metodo di archiviazione tradizionale, basato sull'archiviazione cartacea, anche le difficoltà ed i limiti che lo caratterizzano.

Innanzitutto la facilità di fruizione del portale non esclude la necessità di un tecnico che possieda le conoscenze opportune per comprendere quali documenti il portale richiede e quando questi possano essere ritenuti necessari o meno, in funzione della destinazione d'uso dello specifico immobile e di altri parametri specifici. Occorre infatti che il gestore incaricato della catalogazione delle informazioni sappia per esempio in quali casi è necessario o meno un Certificato di Prevenzione Incendi, o quando sia necessario ricorrere ad una Dichiarazione di Inizio Attività piuttosto che ad un Permesso di Costruire.

A tal proposito, specie per quanto riguarda la documentazione tecnica o quella necessaria allo stato conservativo, potrebbe essere utile integrare il sistema con un'interfaccia visiva che permetta la visione tridimensionale dell'edificio. Se si riuscisse a rendere inoperabile il portale con un building information model, si potrebbe pensare di associare le informazioni tecniche, a seconda dei casi, agli elementi del modello o agli spazi; in questo modo sarebbe più facilmente intuibile, da parte del gestore, il significato di un documento e la sua utilità. La piattaforma potrebbe così segnalare per esempio che, nel caso in cui nel modello sia individuata una ROOM con destinazione d'uso adibita a locale di spettacolo o di trattenimento in genere, con capienza superiore a 100 posti o superficie lorda in pianta superiore a 200 m², quel locale necessita di Certificato di Prevenzione Incendi, così come stabilito nel DPR 151/2011.

Un modello digitale degli edifici, con individuazione della stratigrafia degli elementi tecnici, potrebbe inoltre permettere di fornire una descrizione più dettagliata della sezione dedicata allo "stato

conservativo” dei componenti e restituire le informazioni progettuali desiderate in una vista tridimensionale, quindi più facilmente comprensibile, perché più vicina alla percezione della realtà dell'occhio umano.

Se per esempio si manifestassero dei degradi in corrispondenza di elementi fisici dell'edificio, l'esplorazione di un building information model potrebbe permettere, analizzando la stratigrafia, di individuare la possibile causa del problema.

Occorre tener presente che realizzare un modello tridimensionale completo ed esaustivo dell'edificio, come già precisato nel capitolo 1, richiede uno sforzo di modellazione notevole e ingenti risorse per svolgere le attività di rilievo, in caso di immobili esistenti, poiché spesso è difficile reperire, specie in caso di patrimoni immobiliari datati, tutte le informazioni progettuali ed esecutive di cui si necessita. Nel caso specifico del patrimonio immobiliare dell'Arcidiocesi bisogna poi fare i conti con una grande diversificazione, sia tra gli immobili che all'interno di uno stesso edificio, relativa alle soluzioni tecniche adottate, soprattutto in termini di finiture: mentre per esempio in un edificio per uffici spesso le tipologie di pavimentazioni utilizzate nei vari ambienti sono limitate ad un certo numero in funzione delle esigenze, nel caso di patrimoni ecclesiastici ci si trova spesso in situazioni in cui, a fronte di interventi di ristrutturazione attuati negli anni, ogni stanza è specifica in termini di materiali e componenti utilizzati, peraltro spesso ottenuti tramite donazioni volontarie e quindi non scelti sulla base delle caratteristiche prestazionali.

Durante lo stage svolto si è potuto constatare come spesso questi immobili siano oggetto, negli anni, oltre che di manutenzioni ordinarie, anche di interventi di ristrutturazione e di manutenzione straordinaria, con il risultato che, nel caso di archiviazione documentale basata su carta, si possa riscontrare difficoltà nella registrazione delle modifiche su una scala temporale e di ottenere quindi uno storico.

Il building information model, grazie alla logica di progettazione per fasi che lo caratterizza, potrebbe invece permettere di ottenere una visualizzazione evolutiva di tutte le variazioni strutturali, impiantistiche o di destinazione d'uso e di ottenere un modello negli anni sempre più aggiornato e dettagliato dello stato di fatto.

Discorso simile potrebbe riguardare la redazione dei piani di manutenzione ordinaria: il portale dell'Arcidiocesi, come visto, restituisce una visione su scala temporale di un programma, con indicazione delle attività necessarie e delle relative scadenze, così come previste dai contratti manutentivi. Si potrebbe integrare anche in questo caso un'interfaccia grafica che segnali per

esempio con un simbolo, per lo specifico componente tridimensionale del modello, che non è stata effettuata un'ispezione prevista, cosicché il gestore possa immediatamente avere indicazione dell'elemento tecnologico di cui si tratta e di dove questo è situato nell'edificio.

Queste integrazioni comportano naturalmente l'affidamento di un incarico ad un modellatore esperto e l'investimento di risorse che però poi potrebbero permettere, negli anni, una gestione del patrimonio più qualitativa e meno dispendiosa perché più efficace ed efficiente. Non è comunque da trascurare che anche il portale predisposto dall'Arcidiocesi, perché venga opportunamente utilizzato e dia risultati positivi, presuppone che venga assunto un tecnico che si occupi in prima istanza di reperire tutta la documentazione cartacea e di archivarla sulla piattaforma, e che si occupi poi, in occasione delle modifiche, di aggiornare il sistema.

Si ritiene necessario approfondire la questione indagando, nelle pagine successive, dapprima sul significato di manutenzione, sui flussi manutentivi e sui possibili margini di ottimizzazione dei sistemi tramite l'introduzione del BIM e delle tecnologie digitali, e poi sull'implementazione di un metodo per la gestione delle manutenzioni e delle attività di Facility Management.

Capitolo 3 - MANUTENZIONE, GESTIONE E FLUSSI OPERATIVI: SCENARI A CONFRONTO

L'obiettivo della tesi è quello di implementare una piattaforma digitale capace di gestire gli interventi manutentivi a seguito di segnalazioni di guasti, mettendo a disposizione dell'utente, del gestore e del manutentore, interfacce che rispondano alle effettive esigenze delle parti. Si auspica di realizzare così un sistema capace di aumentare la qualità del servizio incrementando la conoscenza tecnica dell'immobile e delle parti che lo costituiscono, ed allo stesso tempo di snellire le procedure legate ai flussi manutentivi, mirando ad una riduzione dei tempi e dei costi necessari all'espletazione dei servizi.

Per fare ciò risulta indispensabile una conoscenza più approfondita della tematica della manutenzione degli immobili e delle fasi operative che caratterizzano gli interventi, dalle ispezioni sul campo alla messa in atto del servizio vero e proprio, al fine di poter comprendere quali sono i miglioramenti che la tecnologia può apportare a questo campo. Ci si è avvalsi in modo particolare di una raccolta di studi e contributi in tema di manutenzione denominata *"Argomenti di ingegneria della manutenzione"* (ad opera dell'ing. Tito Reggiani, in collaborazione con l'ing. Maurizio Silvestrelli e l'ing. Luigi Matarazzo, facenti parte della Commissione Manutenzione del Consiglio dell'Ordine degli ingegneri di Roma) (40), e del testo *"Outsourcing e Global Service – Nuova frontiera della manutenzione"* (di Luciani Furlanetto e Carlo Mastriforti) (41).

Si conclude poi il capitolo con un'analisi critica sulle possibili metodologie attuabili in termini di sistema di supporto alle attività manutentive e di Facility Management, confrontando varie ipotesi di processo.

3.1. MANUTENZIONE: DEFINIZIONI E CLASSIFICAZIONI

Esistono in letteratura diverse definizioni di manutenzione, poiché è questo un termine che racchiude numerose categorie di interventi su un organismo edilizio, volti a garantire che questo continui nel tempo a svolgere le funzioni per le quali è stato costruito.

Una prima definizione in Italia si è avuta nel 1978 con la Legge n. 457, nella quale si trova una prima distinzione tra:

- *“Manutenzione ordinaria: 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”;*
- *“Manutenzione straordinaria: interventi che riguardano le opere o le modifiche necessarie per rinnovare o sostituire parti anche strutturali dell’edificio, nonché per realizzare ed integrare i servizi igienico-sanitari e tecnologici, sempre che non alterino i volumi e le superfici delle singole unità immobiliari e non comportino modifiche di destinazione d’uso” (42).*

In questa trattazione ci si sofferma prevalentemente ad indagare l’ambito della manutenzione ordinaria, che comprende tutti gli *“interventi attuati durante il ciclo di vita di un edificio, atti a:*

- *Mantenere l’integrità originaria del bene;*
- *Mantenere o ripristinare l’efficienza dei beni;*
- *Contenere il normale degrado d’uso;*
- *Garantire la vita utile del bene;*
- *Far fronte ad eventi accidentali “ (40).*

Le tipologie di intervento di manutenzione ordinaria possono poi essere classificate relativamente agli scopi in (40):

- Manutenzione correttiva: se eseguita a seguito della rilevazione di un’avarìa;
- Manutenzione preventiva (o ciclica, predittiva): si tratta di *“manutenzione eseguita ad intervalli predeterminati o in base a criteri prescritti, volta a ridurre la probabilità di guasto o il degrado del funzionamento di un’entità”(43)*. Si tratta solitamente di interventi eseguiti sulla base di un programma temporale, stabilito da un piano di manutenzione, soprattutto riferito a parti impiantistiche degli immobili; si tratta di un programma di *“attività di ispezione e di indagini preventive, da effettuare con personale certificato e qualificato, ottenendo un’adeguata prevenzione delle perdite”(40)*.
- Manutenzione migliorativa: interventi volti a migliorare l’efficienza di un bene, senza incrementarne il valore patrimoniale.

Con riferimento al tempo possiamo invece distinguere, relativamente alla manutenzione correttiva:

- Manutenzione di emergenza: se effettuata senza alcun ritardo dal verificarsi di un’avarìa;
- Manutenzione differita: se può essere ritardata rispetto al manifestarsi del malfunzionamento; si tratta quindi di guasti che in genere non pregiudicano la fruibilità dell’immobile;

Per quanto riguarda invece la manutenzione preventiva possiamo distinguere gli interventi di:

- Manutenzione sistematica: se si esegue senza preventive verifiche dello stato di funzionamento;
- Manutenzione secondo condizione: preventiva ma eseguita solo dopo il controllo di alcuni parametri; si effettua l'intervento dopo che, a valle di misurazioni effettuate, si riscontra che il bene sta per andare incontro ai limiti di avaria

Le "UNI EN Commissione Manutenzione" del 2003, che rappresentano la versione italiana della norma europea "EN 13306 del 2001", forniscono invece una spiegazione più generale e ampia del termine, definendo la manutenzione quale *"combinazione di tutte le azioni tecniche, amministrative e gestionali, durante il ciclo di vita di un'entità, volte a mantenerla o riportarla in uno stato in cui possa eseguire la funzione richiesta"*. È importante notare come quindi negli anni si stia sempre di più concentrando l'attenzione non solo sugli aspetti operativi della manutenzione, ma anche su quelli gestionali ed amministrativi, che garantiscano una governance completa ed esaustiva dello stato di un immobile durante tutta la sua vita utile. Ciò è dovuto ad una sempre maggiore attenzione rivolta alla fase di esercizio degli edifici ed alla necessità che questo soddisfi i requisiti di manutenibilità ed affidabilità, e ad una tendenza alla terziarizzazione sia della manutenzione degli impianti che della gestione delle attività che non rientrano nel core business aziendale (41).

Queste tendenze hanno determinato un aumento del numero di imprese che si occupano di manutenzione; le forme in cui queste sono incaricate sono spesso contratti di Global Service (per le quali vengono assunte da parte dell'impresa appaltatrice obbligazioni di risultato) o servizi di Facility Management (che come specificato nel capitolo 1 comprendono non solo servizi di manutenzione ma la gestione complessiva dell'immobile). In questo modo l'azienda si svincola dalle problematiche legate alla gestione dell'attività che considera non core relegandole a servizi esterni e può concentrare tutte le risorse interne al raggiungimento degli obiettivi di produttività. (40)

3.2. MANUTENIBILITÀ E AFFIDABILITÀ

L'affidabilità è intesa come *"attitudine di un'entità a svolgere una funzione richiesta in date condizioni, durante un intervallo di tempo stabilito"* (43); tale requisito dunque stabilisce una relazione tra la durata di vita dell'immobile o di un suo elemento tecnico, la qualità prestazionale e le condizioni d'impiego.

L'organismo edilizio, nel tempo, va incontro inevitabilmente a dei processi di trasformazione di degradamento fisico e di obsolescenza (40).

Il primo è legato ad un invecchiamento “fisiologico”, dovuto all’azione degli agenti atmosferici ed all’usura, che ne determinano una progressiva decrescita del livello di qualità; l’obsolescenza invece rappresenta l’incapacità dell’organismo edilizio a rispondere ad esigenze sopravvenute dell’utenza. Si parla di:

- obsolescenza funzionale, quando ci si riferisce a nuove esigenze in termini di caratteristiche funzionali e quindi spaziali, di distribuzione interna;
- obsolescenza tecnologica, legata all’introduzione di nuove tecnologie sul mercato che rendono quindi superate quelle utilizzate;
- obsolescenza economica, legata all’andamento del mercato immobiliare e quindi comprensiva di entrambi gli aspetti precedenti.

A ciò si va poi ad aggiungere l’esigenza di adeguare le caratteristiche degli immobili a norme sopravvenute, che possono comportare necessità di intervento.

Per manutenibilità si intende *“l’attitudine di un’entità, in certe condizioni d’uso, di essere mantenuta o ripristinata in uno stato in cui essa possa eseguire la funzione richiesta, quando la manutenzione è effettuata in date condizioni e vengano adottate le procedure e le risorse prescritte”*(43).

La natura, l’impatto, i tempi relativi all’obsolescenza, a differenza che per il degradamento fisico, non sono prevedibili e per tale motivo risulta necessario progettare edifici che siano idonei, relativamente alle parti che lo costituiscono, ad essere sottoposti ad interventi di manutenzione.

Sono questi accorgimenti che attengono prevalentemente alla fase progettuale, nella quale si definiscono, in funzione delle esigenze da soddisfare (tra le quali rientra la manutenibilità), i requisiti da garantire, e di conseguenza le prestazioni che gli elementi tecnici e gli impianti tecnologici devono eseguire.

Questa ricerca è tuttavia orientata a valutare l’approccio da adottare ai fini manutentivi relativamente ad un patrimonio immobiliare esistente, governato da un gestore; il territorio italiano è peraltro caratterizzato da una grande presenza di immobili datati e costruiti in periodi in cui la manutenibilità, in fase progettuale, era un requisito maggiormente trascurato rispetto ad oggi e gli interventi manutentivi erano per lo più eseguiti a seguito di segnalazioni di guasto. Come riportano Furlanetto e Mastriforti in “Outsourcing e Global Service” infatti, è negli ultimi 20 anni che *“si è passati da un aspetto rinunciatario, passivo rispetto al guasto, ad un approccio sempre più “aggressivo”*”(41).

Come garantire allora la manutenibilità e l’affidabilità dell’edilizia esistente?

Sicuramente un prerequisito è la conoscenza dell'immobile e delle sue parti: come si è riscontrato nell'attività di archiviazione digitale della documentazione tecnica dei complessi parrocchiali di Baranzate, è tuttavia molto difficile reperire gli elaborati esecutivi originari, per risalire per esempio alla stratigrafia delle chiusure, ai dettagli costruttivi o alla distribuzione impiantistica ed alle caratteristiche tecniche dei componenti degli impianti; è peraltro complicato acquisire informazioni che abbiano una certa affidabilità dal punto di vista della durabilità dei componenti, dei loro possibili modi di guasto o fenomeni di degradamento (10). Poiché il gestore (soprattutto nei casi seguiti in cui si tratta di un parroco e non di un tecnico) non dispone di un applicativo che lo possa aggiornare relativamente alla conoscenza aggiunta in occasione degli interventi manutentivi occorsi negli anni, tutto resta in genere archiviato sotto forma di documenti cartacei.

Nel caso di patrimoni esistenti allora il requisito di manutenibilità deve essere ricercato, così come visto nei casi di studio portati in esempio e come si esporrà nel caso applicativo specifico di questa tesi, nell'adozione di una metodologia opportuna, che supporti il gestore nella conoscenza dell'immobile e nell'identificazione e segnalazione di un guasto, il manutentore nell'esecuzione del servizio, ed un tecnico nell'aggiornamento del modello a seguito dell'intervento.

Come esplicitato in "Argomenti di ingegneria della manutenzione", si parla oggi di ingegneria della manutenzione come di quella disciplina che miri a *"progettare ed ingegnerizzare il processo manutentivo"*.

"Essa deve dotare la manutenzione di strumenti metodologici e contemporaneamente promuovere il miglioramento su basi organizzative sistematiche come elementi di costante sviluppo."(40)

Le applicazioni in cui ciò viene esplicitato sono:

- *"La progettazione dei piani di manutenzione;*
- *Il controllo tecnico-economico del sistema manutentivo sviluppato attraverso un attento benchmarking (valutazione delle prestazioni) sia interno che con altre realtà di riferimento;*
- *Il miglioramento del sistema attraverso un approccio integrato sui tre principali indicatori che sono affidabilità degli impianti, manutenibilità e logistica delle parti di ricambio, e più in generale dei materiali tecnici" (40)*

3.3. GESTIONE PER PROCESSI, APPROCCIO SISTEMICO E BUILDING COMMISSIONING

La crisi dell'edilizia, la necessità di innovazione, la crescita delle esigenze dell'utenza e le richieste sempre più stringenti relative alla garanzia di sostenibilità ed al contenimento del consumo energetico degli immobili, sono tutti eventi degli ultimi anni che stanno determinando un'importante spinta del settore delle costruzioni ad incrementare il livello di qualità degli edifici.

Si sta assistendo ad una forte industrializzazione e digitalizzazione in particolar modo nel campo della progettazione, tramite l'introduzione di metodologie sempre più sofisticate e spesso basate sulla parametrizzazione e la progettazione delle forme tramite algoritmi, l'introduzione delle stampanti 3D nell'edilizia, ecc. Più in generale si può individuare una tendenza delle aziende a diventare dei *"sistemi, con modelli organizzativi che tendono ad individuare criteri di semplificazione ed insieme a garantire il governo della complessità"* (41).

D'altra parte quando si parla degli immobili come di organismi edilizi li si definisce come dei sistemi, in quanto sono costituiti da parti interconnesse che interagiscono tra loro, e che con le loro prestazioni e relazioni determinano il comportamento e l'efficienza globali del sistema stesso.

Risulta intuitivo quindi come un approccio sistemico, adottato a tutte le fasi del ciclo di vita degli immobili, e quindi in modo particolare a quella dell'esercizio e della gestione, si concili bene con la natura stessa degli edifici, sui quali si esercita l'attività manutentiva.

Per migliorare la qualità degli interventi, ridurre i costi e gli sprechi ed ottimizzare i tempi, la manutenzione deve essere gestita globalmente con un approccio per processi: quando si parla di gestione per processi per un'azienda si parla di un *"sistema di management in cui l'azienda è vista come un insieme di processi interrelati e regolati da relazioni cliente-fornitore e come un sistema dove si definiscono obiettivi coerenti con le attese del cliente e del fornitore"* (41). D'altronde le norme internazionali UNI EN ISO 9000-9001, che riguardano il sistema di qualità delle aziende, promuovono l'adozione di questo tipo di gestione, per migliorare la qualità del servizio erogato e soddisfare i requisiti espressi dal cliente, che nel caso della manutenzione è l'utente finale (40). Se spostiamo il soggetto della definizione precedente dall'azienda alla manutenzione e, più in generale, ai servizi di Facility Management, si può parlare di gestione per processi se si considera un metodo in cui il miglioramento dell'efficienza nell'esplicitazione dei servizi non si cerca nell'ottimizzazione della singola attività (gestione per funzioni) ma nell'ottimizzazione dei processi, basata sull'automatizzazione delle attività, delle loro relazioni spaziali e funzionali con l'organismo edilizio e della comunicazione tra utenti, gestori e manutentori.

A tal proposito Massimo Varani, in un articolo pubblicato sulla rivista scientifica trimestrale "Facility Management Italia" sottolinea l'importanza di adoperare strumenti e metodologie che permettano di verificare il corretto funzionamento di un edificio e dei suoi sistemi. Si tratta di un ambito della gestione del costruito denominata "Existing Building Commissioning (EBC)", che la "Building Commissioning Association" definisce come "processo sistematico per individuare, analizzare ed ottimizzare le condizioni degli edifici attraverso un sistema di presidio e miglioramento dei servizi di Facility Management che preservi e garantisca a lungo termine le prestazioni edilizie ed impiantistiche"(18). Tra le varie attività che rientrano in questo settore vi sono quelle relative all'identificazione e risoluzione dei problemi manutentivi, attraverso un approccio che si occupa dapprima di analizzare le modalità con cui i sistemi sono mantenuti, per poi applicare processi sistematici di miglioramento delle prestazioni ed innalzamento della qualità dei servizi. Se questo tipo di processo viene applicato in certi momenti temporali (generalmente ogni 3 o 5 anni, o comunque in occasione di cambiamenti di destinazione d'uso) si parla di "re-Commissioning"; quando si parla invece di un sistema continuo di monitoraggio delle prestazioni al fine della risoluzione di problemi operativi si parla di "ongoing-Commissioning"(18).

E' evidente che si tratta di un approccio che tende ad una gestione di qualità dei sistemi, che miri al soddisfacimento dell'utente attraverso la riduzione delle problematiche e l'incremento del comfort abitativo. Il raggiungimento di questi scopi si persegue attraverso l'adozione di strumenti tecnologici di controllo e comunicazione, adoperati nell'ambito di una gestione per processi sistematica e ben organizzata. Il Commissioning presuppone quindi la misurazione delle condizioni operative dei sistemi di un organismo edilizio, ottenibile per esempio attraverso sensori che permettano di segnalare al gestore eventuali anomalie e discrepanze rispetto alle prestazioni attese; la vita utile residua dei componenti, stimata al momento della costruzione dell'edificio ma sensibile di tutti i cambiamenti dei parametri delle condizioni al contorno, viene così rivista a valle delle performances misurate, per procedere tempestivamente all'eventuale modifica dei programmi manutentivi ed evitare impatti negativi provenienti da un'errata pianificazione degli interventi operativi. Presupposto per il Commissioning ed una corretta gestione delle attività di Facility Management è dunque la comunicazione, sia essa intesa come comunicazione digitale diretta di un componente tramite un sensore, o come segnalazione di un'anomalia da parte di un utente. Mentre il primo approccio presuppone una mappatura di tutti gli elementi tecnici costituenti un edificio, integrati in un sistema digitale di governo dei valori misurati (sia esso alfanumerico o di tipo BIM), la strada della comunicazione tra utente, gestore e manutentore, attuata in un processo sistematico e che tenga conto delle esigenze delle parti coinvolte, potrebbe semplificare la gestione pur garantendo comunque buoni risultati. Occorre infatti tener conto che la gestione manutentiva (ed in genere di

tutte le attività rientranti nel Facility Management) comporta dei costi ed il gestore alloca un certo budget; la metodologia adottata per il controllo delle prestazioni dei componenti e l'organizzazione delle manutenzioni deve essere quindi sostenibile ed adeguata alla tipologia di patrimonio che si sta gestendo. Mentre l'adozione di sensori per impianti potrebbe avere senso per un patrimonio destinato ad uffici, solitamente caratterizzato da una notevole presenza di tecnologie, la gestione di un patrimonio immobiliare residenziale o, come nel caso dell'Arcidiocesi, adibito a fini ecclesiastici e ricreativi, potrebbe necessitare di strumenti più semplici.

3.4. LA MANUTENZIONE OPERATIVA

Dopo aver compreso cosa si intende per manutenzione e qual è l'approccio che negli ultimi anni le aziende stanno implementando per erogare servizi manutentivi, occorre entrare nel merito delle fasi operative, poiché lo scopo è quello di comprendere quali sono le esigenze del manutentore e di fornirgli così uno strumento utile a snellire l'intero processo. Come riassumono Reggiani e Silvestrelli in "Argomenti di ingegneria della manutenzione", *"Si può constatare che l'utente del servizio di manutenzione (il sistema mantenuto) è tanto più efficiente quanto la sua manutenzione è efficace. A sua volta il servizio di manutenzione dovrà curare la propria efficienza per evitare di ottenere ottimi risultati ma a costi indesiderati"*(40). Efficienza ed efficacia sono due parole chiave che devono guidare il percorso di ricerca delle nuove metodologie e strumenti a supporto del Facility Management; per efficienza si intende *"fare al meglio, ottenendo col minimo sforzo il massimo risultato"*, mentre efficacia significa *"fare solo ciò che serve"*(40).

Di seguito si riportano le attività che caratterizzano gli aspetti operativi della manutenzione, così come elencate in "Outsourcing e Global Service" (41):

- 1) **Diagnostica**: viene svolta attraverso un piano di ispezioni durante i quali si controllano alcuni parametri fisici che caratterizzano il funzionamento, con una frequenza prestabilita e in punti di controllo predeterminati. Un'innovazione interessante, che potrebbe snellire questa fase, è quella dell'applicazione di sensori che possano monitorare il funzionamento degli impianti. Implementare un modello digitale di un patrimonio edilizio, comprensivo della componente impiantistica e della comunicazione automatizzata di situazioni di inefficienze o guasti, potrebbe relegare questa fase all'ufficio dell'azienda incaricata, riducendo i tempi di back office. Ciò comporta naturalmente un importante investimento iniziale, e occorre pertanto valutare la fattibilità tecnica anche in caso di edifici dotati di impianti obsoleti, oltre che il rapporto costi/benefici che questa tecnologia determina rispetto all'approccio tradizionale, caratterizzato da ispezioni in loco.

- 2) Manutenzione programmata: durante l'attività diagnostica si comprendono dunque le possibili anomalie insorgenti ed i tempi in cui certe inefficienze possano manifestarsi; sulla base di ciò si redige, su una scala temporale, un programma degli interventi da eseguire, comprensivo sia delle riparazioni a guasto avvenuto che delle attività predittive. I vantaggi che la manutenzione programmata apporta rispetto a quella correttiva si riscontrano nella possibilità di evitare di arrivare alla situazione di avaria, e quindi di interruzione improvvisa del servizio; di contro i contratti di manutenzione hanno un costo annuo che deriva dal computo delle attività ispettive effettuate, mentre nel caso di manutenzione a guasto avvenuto il costo è nullo finché non si manifesta il problema. Non è tuttavia da trascurare la necessità di fermare gli impianti anche durante l'esecuzione delle manutenzioni preventive; pertanto il programma deve essere relazionato all'utilizzo che si fa degli spazi dell'immobile per avere un quadro dei periodi in cui l'inattività non comporta disagi agli utenti. Da questo punto di vista un modello BIM del fabbricato arricchito con informazioni relative alla destinazione d'uso delle zone potrebbe agevolare la formulazione di un piano che ben si concili con le esigenze di fruibilità del patrimonio.
- 3) Manutenzione correttiva e pronto intervento: si tratta degli interventi necessari a seguito della manifestazione di guasti. La tendenza dovrebbe essere ormai quella di propendere alla prevenzione dell'avaria tramite l'adozione di programmi manutentivi; se questo appare tuttavia scontato per le componenti impiantistiche degli edifici, rimane la necessità di attività riparatorie per le componenti fisiche o di arredo nel corso dell'esercizio di un immobile. Si tratta peraltro degli interventi più critici perché spesso, a differenza che per gli impianti per i quali esiste un contratto di manutenzione, potrebbe non disporsi in questi casi della conoscenza necessaria ad individuare la causa del problema. Si pensi per esempio a problemi di infiltrazioni, o alla formazione di muffe sulle pareti: se non si conosce la stratigrafia di un muro, le condizioni termoigrometriche di quell'ambiente, il modo in cui sono realizzati i dettagli costruttivi, risultano necessarie ispezioni che allungano i tempi di risoluzione del problema. Un orientamento utile per migliorare l'efficienza del servizio, come precisato in "Outsourcing e Global Service", di Furlanetto e Matriforti, è quello di sviluppare la capacità di "troubleshooting", intesa come documentazione precisa e puntuale della conoscenza acquisita a seguito dell'attività manutentiva riparatoria e delle possibili cause di guasto che caratterizzano quello specifico componente (41). Anche da questo punto di vista l'adozione di un modello BIM, aggiornato di volta in volta a seguito degli interventi eseguiti, può risultare uno strumento che, accrescendo nel tempo il livello di dettaglio dei componenti che costituiscono l'edificio, può incrementare esponenzialmente la propria utilità ai fini

manutentivi e nello stesso tempo spalmare l'impegno dovuto alla modellazione su un arco temporale maggiore, riducendo il picco di investimento di tempo e risorse iniziale.

3.5. LOGICA DI SCELTA DELLA POLITICA MANUTENTIVA

Definite le classificazioni della manutenzione, gli approcci attuabili e le attività che caratterizzano la manutenzione operativa, può essere utile definire quali sono le logiche che portano a scegliere una certa politica manutentiva, in ragione del componente che si sta esaminando. A tal proposito è stato ritenuto particolarmente adeguato il contenuto informativo presente in "Outsourcing e Global Service", in cui gli autori, riferendosi prevalentemente a sistemi meccanici, definiscono quali possono essere i criteri per una valutazione ottimale del procedimento manutentivo da mettere in atto. Facendo riferimento al caso specifico di manutenzione di organismi edilizi, la teoria esposta si può applicare agli impianti tecnologici.

Si parte dall'identificazione di un difetto dell'elemento tecnico, il quale può essere rilevabile o meno tramite un segnale percepibile. Si procede quindi con un programma di ispezioni periodiche per individuare i sintomi che preannunciano un possibile malfunzionamento; si caratterizzano di conseguenza i punti di controllo ed i parametri da tenere sotto osservazione e si redige un piano di manutenzione, che stabilisca la frequenza e l'entità delle operazioni pratiche da espletare. Come riportato nella norma *UNI 10874*, per piano di manutenzione si intende *"una procedura avente lo scopo di controllare e ristabilire un rapporto soddisfacente tra lo stato di funzionamento di un sistema o di sue unità funzionali e lo standard qualitativo per esso/e assunto come riferimento. Consiste nella previsione del complesso di attività inerenti la manutenzione di cui si presumono la frequenza, gli indici di costo orientativi e le strategie di attuazione nel medio e nel lungo periodo"*.

Bisogna precisare tuttavia che, nella manutenzione edilizia, risulta spesso complicato reperire informazioni sul campo e farne delle elaborazioni statistiche al fine della redazione di un programma manutentivo, soprattutto perché spesso si tratta di valutazioni fatte su un campione poco significativo in termini quantitativi e qualitativi. Di conseguenza i dati cui si fa di solito riferimento sono la durata di vita utile dei componenti, la probabilità di guasto ed i tempi medi delle riparazioni (10).

Nel caso in cui dei difetti non siano invece percepibili tramite un "sintomo" si può procedere percorrendo due strade alternative: o ricorrere alla manutenzione correttiva (a guasto avvenuto) o elaborare dei piani di manutenzione basati su stime matematiche e statistiche relative alla periodicità con cui effettuare ispezioni e controlli (manutenzione preventiva ciclica)(fig. 3.1)(41).

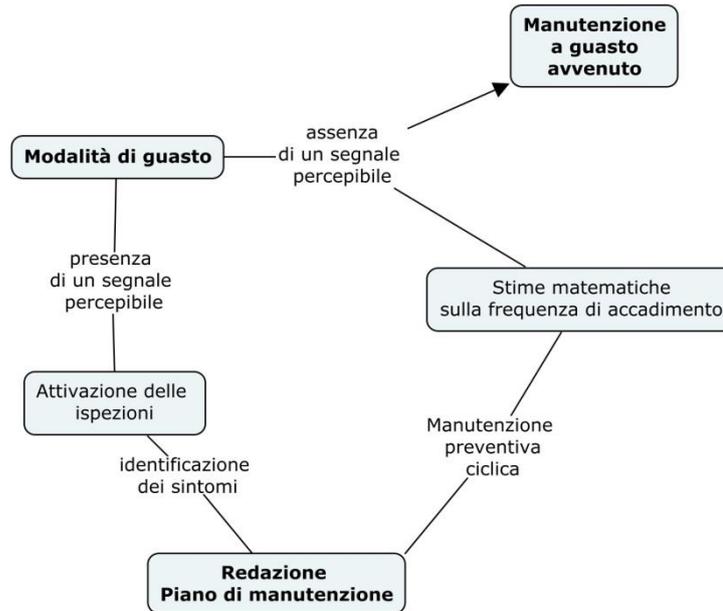


FIGURA 3.1 - LOGICA DI SCELTA DELLE POLITICHE MANUTENTIVE

Come già precedentemente accennato, adottare un modello BIM “collegato” alla realtà tramite sensori che permettano la comunicazione automatizzata tra impianti tecnologici e gestore del servizio circa i malfunzionamenti potrebbe aiutare a snellire la fase ispettiva riducendo i tempi di back-office. Le potenzialità future auspicate dallo sviluppo tecnologico relativamente a queste applicazioni verranno approfondite nel capitolo 5.

Nel caso di difetti non percepibili tramite sintomi invece, il building information model può essere utile ad inserire lo storico dei problemi riscontrati, le cause e le frequenze di accadimento. Dopo aver ottenuto, tramite il BIM, questo tipo di archivio (sottoponendo il modello ad aggiornamenti in occasione delle attività a guasto avvenuto) si potrebbe redigere un piano di manutenzione ciclica preventiva sulla base della frequenza di guasto riscontrata per i componenti sotto esame (fig. 3.2).

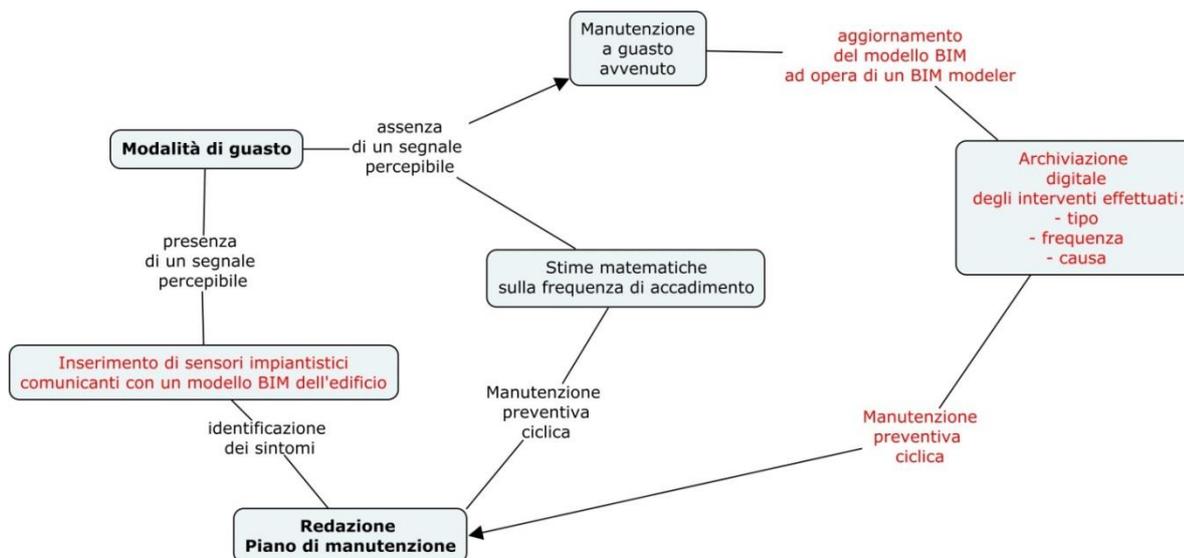


FIGURA 3.2 - LOGICA DI SCELTA DELLE POLITICHE MANUTENTIVE TRAMITE BIM

Sia nel primo caso che nell'ipotesi di supporto tramite BIM si tratta di un approccio per il quale le scelte circa le politiche manutentive da adottare vengono effettuate sulla base di motivazioni qualitative. Nella pratica non si può però trascurare la componente costo, che determina l'efficienza della politica scelta: si parla quindi di approccio quantitativo quando la valutazione viene effettuata determinando la logica che minimizza il costo globale di manutenzione (inteso come "somma dei costi propri di manutenzione preventiva rapportati alle frequenze previste nel periodo e di costi propri di manutenzione a guasto associati alla probabilità che avvengano, valutati nell'unità di tempo") (41).

Entrando nel merito delle valutazioni economiche l'ing. Tito Reggiani e l'ing. Maurizio Silvestrelli in "Argomenti di ingegneria della manutenzione" riportano i modelli di costo applicati per la determinazione del costo della manutenzione predittiva, riferita agli impianti meccanici nel settore industriale, per i quali l'arresto per le attività manutentive determina una fermata della produzione e quindi una diminuzione temporanea di ricavi. Qui si riporta, a partire dalla fonte citata, una metodologia che è possibile adottare per determinare quando, relativamente ad un certo componente, può essere opportuno applicare una manutenzione a guasto avvenuto o un approccio predittivo (40).

Definiti quindi:

- C_i = costo dell'ispezione,
- C_g = costo del singolo intervento a guasto,
- C_p = costo del singolo intervento preventivo,

- C_{INEF} = costo di inefficienza per ora, è la perdita di denaro realizzata in seguito alla fermata parziale o totale dell'impianto . E' opportuno considerare tuttavia che, nel caso specifico degli impianti tecnologici di un edificio, l'interruzione del servizio genera una situazione di discomfort ma raramente determina una perdita produttiva; si potrebbe tuttavia calcolare questo parametro ipotizzando che l'intervento riparatorio determini l'inagibilità del luogo e quindi un costo di inefficienza.
- t_d = tempo di diagnosi in ore,
- t_a = tempo di attivazione in ore,
- t_r = tempo di sostituzione in ore,
- C_{PERS} = costo orario per il personale impiegato nell'intervento,
- C_{ric} = costo del ricambio.

Perché la manutenzione predittiva (programmata) abbia senso per lo specifico elemento tecnologico deve sussistere che

$$C_i < C_g - C_p$$

Vale a dire che il costo necessario per la sua manutenzione correttiva non deve superare il costo per la manutenzione preventiva, comprensiva del costo delle ispezioni.

Nello specifico si ha

$$C_p = C_{INEFF} \times t_r + C_{PERS} \times t_r + C_{RIC}$$

$$C_g = C_{INEFF} \times (t_d + t_a + t_r) + C_{PERS} \times t_r + C_{RIC}$$

Dove C_{INEFF} è ottenibile tramite la formula

$$C_{INEFF} = \frac{R - Cv}{1 - A}$$

Dove R sono i ricavi, Cv i costi variabili e A la disponibilità in percentuale del totale tempo d'uso. Nel caso in cui la fermata dell'impianto determini l'inagibilità del luogo si ha quindi $A=1$ e di conseguenza l'inefficienza massima.

Per determinare invece il costo di ispezione si può considerare:

$$C_i = C_g / MTBF$$

Dove MTBF è il *mean time between failure*, espresso in ore, vale a dire il tempo medio tra un guasto ed il successivo.

La disponibilità A è invece determinabile dalla teoria affidabilistica

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Con MTTR tempo medio di fuori uso del sistema per riparazione, definibile a sua volta come

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i \times MCT_i}{\sum_{i=1}^n \lambda_i}$$

Dove

- $\lambda_i=1/A$ rappresenta la frequenza di guasto
- MCT_i è il tempo medio di riparazione del singolo componente

Questo tipo di approccio lascia intuire come l'adozione di una piattaforma digitale che permetta all'utente la segnalazione di un guasto, ed al manutentore di disporre di un modello BIM, possa permettere di effettuare una diagnosi più rapida del problema. Conseguentemente potrebbe potenzialmente ridursi il termine "td" relativo al tempo di guasto e di conseguenza abbassarsi il costo relativo alla manutenzione correttiva. A ciò bisogna naturalmente aggiungere però gli oneri che il gestore deve impegnare per implementare un applicativo di questo tipo.

E' bene sottolineare che, qualunque sia la politica manutentiva scelta per gli specifici componenti dell'immobile, la strategia complessiva deve mirare al miglioramento continuo nel tempo della manutenzione ottenibile, come precisato dagli autori di "Argomenti di ingegneria della manutenzione" tramite (40):

- Gestione tecnica degli impianti
- Controllo delle prestazioni e degli impianti, ottenuto tramite sistema informativo, monitoraggio generale, banche dati, sensori, comunicazioni
- Definizione del budget
- Analisi dei costi

Se si vuole ottenere un'analisi economica, a livello aziendale, che comprenda non solo gli aspetti legati alle attività manutentive ma anche quelli amministrativi e finanziari, può essere utile definire il "Facility Conditions Index FCI": si tratta di un indicatore per definire la funzionalità di un edificio e che permette di fare previsioni per l'elaborazione delle strategie gestionali e manutentive. E' definito

come rapporto tra il costo totale delle attività di recupero (manutenzione o riparazione) e il costo di sostituzione attuale di un bene.

In termini economici si ha:

$$FCI = \frac{\text{budget per riparazioni (spese totali)}}{\text{costi di sostituzione}}$$

Le spese totali includono sia le spese correnti (legate alle attività manutentive e gestionali programmate) sia quelle di investimento (spese amministrative e finanziarie per mantenere o aumentare il valore dell'edificio) (18).

3.6. MANUTENZIONE CORRETTIVA E FLUSSI MANUTENTIVI

La manutenzione preventiva, pianificata sulla base di un piano di manutenzione e gestione dell'edificio, presuppone, come detto in precedenza, il monitoraggio delle condizioni dei componenti e degli impianti, attraverso il controllo di parametri prestabiliti che siano segnalatori di anomalie. Stabiliti dunque i valori limite di progetto di suddetti parametri, un sistema siffatto è in grado di segnalare possibili difetti o malfunzionamenti. Si parla di sistema informatico per la manutenzione (SIM), volendo intendere quel *“complesso di norme, procedure, strumenti, atti a raccogliere ed elaborare le informazioni necessarie per la gestione delle attività di manutenzione”*(40); spesso questi sistemi, come già detto in precedenza, sono ad oggi applicati da programmi del tipo CMMS, con tutti i limiti di cui si è già parlato nel capitolo 2.

Se consideriamo tutte quelle parti degli immobili per le quali non è possibile avere il controllo di parametri di supervisione indicatori dello stato degli stessi (si pensi per esempio allo stato conservativo delle parti fisiche), probabilmente sarà necessario abbandonare la strada della manutenzione preventiva e basarsi sulla politica della manutenzione correttiva.

Nel primo caso l'evoluzione metodologica può trovare sede nell'approfondimento del sistema informatico, e quindi della comunicazione diretta ed automatizzata delle anomalie registrate da eventuali sensori installati sui macchinari con applicativi esterni; nel caso di manutenzione a guasto avvenuto invece si tratta di implementare una piattaforma che coinvolga l'utente.

Come precisato da Reggiani e Silvestrelli in *“Argomenti di ingegneria della manutenzione”* infatti, *“in queste nuove forme di manutenzione i processi di diagnostica avanzata si legano a quelli di programmazione e ciò porta a sollecitare gli utenti affinché informino costantemente i responsabili della manutenzione sulle evoluzioni del degrado sul quale è necessario intervenire; gli utenti divengono pertanto autentici terminali intelligenti del processo manutentivo al quale va collegata la*

razionale accumulazione delle informazioni provenienti dalle esperienze maturate sul campo e conseguentemente la modalità di archiviazione dei dati di intervento (40)''.

Per determinare i requisiti che la piattaforma oggetto di questa trattazione deve garantire, occorre partire dalle esigenze delle parti coinvolte negli interventi riparatori; si ritiene utile pertanto indagare sui flussi processuali che, nello stato dell'arte, guidano in genere gli interventi manutentivi di questo tipo. Nello specifico la base di partenza è costituita da degli esempi di diagrammi tratti dalla presentazione di un applicativo per la gestione della manutenzione di pronto intervento, denominato "SAP", tenuto alla facoltà di ingegneria dell'Università Federico II di Napoli nel 2009 (44).

In fig. 3.3 sono rappresentate le fasi che generalmente caratterizzano la messa in atto di attività di manutenzione su richiesta: il gestore del patrimonio immobiliare individua un'anomalia e contatta l'impresa incaricata della manutenzione relativamente al componente difettoso (se esiste un'impresa incaricata da un contratto di manutenzione). La direzione incaricata della programmazione degli interventi apre l'ordine ed invia gli operatori in loco per effettuare una diagnosi del problema; a questo punto, sulla base di ciò che viene riscontrato con l'ispezione, i manutentori decidono se si tratta di anomalie che è possibile ripristinare in maniera immediata o se è necessario contattare l'impresa per approfondimenti. Nel primo caso viene eseguito l'intervento; nel secondo la direzione che si occupa della programmazione e schedulazione degli interventi redige un programma temporale delle operazioni da svolgere. Sulla base di ciò il gestore, o la direzione dello stabilimento se si tratta di un immobile in cui si effettuano attività produttive, coordina la gestione degli spazi in funzione degli interventi riparatori da eseguire.

Da questo diagramma di flusso è più facile comprendere che tipo di prestazioni potrebbe essere necessario erogare a servizio delle parti interessate, tramite l'introduzione del BIM e di tecnologie di comunicazione digitali; si è deciso di sintetizzare le fasi su cui è possibile intervenire per arricchire il sistema nei seguenti punti (fig. 3.4):

- 1) Comunicazione con l'utente: il diagramma appena descritto parte dall'individuazione del problema da parte del gestore; spesso però i gestori hanno a che fare con patrimoni immobiliari vasti, di cui difficilmente riescono a tenere sotto controllo gli aspetti manutentivi. Sarebbe opportuno allora implementare un sistema che consenta all'utente, che fruisce giornalmente di un determinato immobile, di comunicare al gestore una situazione di guasto, possibilmente georeferenziandola, in modo automatizzato o manuale, cosicché il gestore possa localizzare il problema. Poiché l'utente non dispone solitamente di potenti strumenti di comunicazione sul luogo di lavoro, la scelta deve propendere verso tecnologie comunemente

usate, come cellulari smartphone e tablet, e l'applicativo utilizzato deve essere di rapido e semplice utilizzo.

- 2) Modello BIM di sola lettura per il gestore: il gestore spesso non è a completa conoscenza delle caratteristiche tecniche degli immobili che gestisce. Inoltre potrebbe trattarsi di immobili situati in luoghi lontani e diversi di cui egli non conosce il contesto, e pertanto potrebbe essere utile fornirgli uno strumento digitale tridimensionale di sola lettura che gli permetta, una volta ricevuta la segnalazione dell'utente, di individuare sul modello l'elemento tecnico difettoso, la sua localizzazione nell'immobile ed eventualmente anche la localizzazione dell'immobile nella città. Soprattutto se si tratta di componenti per i quali non esiste un'impresa incaricata della manutenzione, infatti, potrebbe essere utile che il modello georeferenziato indichi quali sono i possibili fornitori di servizi di quel tipo presenti nei dintorni.
- 3) Modello BIM di sola lettura per il servizio di manutenzione: si potrebbe fornire, all'impresa incaricata della manutenzione, un modello BIM dell'edificio che permetta di individuare gli impianti (dotati dei componenti specifici costituenti con informazioni circa le loro caratteristiche meccaniche) e le stratigrafie delle parti fisiche dell'immobile. Se il modello è ben fatto e la comunicazione del guasto è efficace, si potrebbe ridurre il tempo necessario alla diagnosi fino ad eliminare del tutto la fase corrispondente. Ciò determinerebbe anche una diminuzione del costo della manutenzione, se si fa riferimento ai modelli di costo introdotti nei paragrafi precedenti. Quandanche un'ispezione si ritenesse necessaria per una comprensione della problematica, si potrebbe comunque fare delle stime sul modello, quindi in ufficio, circa la possibile causa, cosicché i manutentori possano effettuare le investigazioni in loco già dotati dei materiali o i componenti di ricambio potenzialmente necessari; la conseguenza è una riduzione dei tempi di back-office e dei costi del personale speso per i sopralluoghi. Bisogna tuttavia considerare che la realizzazione di modelli BIM che arrivano ad un livello di dettaglio tipico delle necessità di Facility Management (quindi molto approfonditi) per tutti gli elementi tecnici del patrimonio immobiliare, richiederebbe uno sforzo di modellazione iniziale notevole; sarebbe peraltro molto faticoso e non sempre possibile reperire, nel caso di edifici esistenti, di tutte le informazioni necessarie. Si potrebbe dunque pensare di realizzare un modello tridimensionale che, partendo da un livello di dettaglio minimo, venga man mano approfondito in occasione degli interventi manutentivi. Ciò comporta naturalmente l'affiancamento al gestore di un BIM modeler che si occupi, a seguito della comunicazione dell'intervento da parte del manutentore e della conoscenza

acquisita su quel componente, di aggiornare il file; egli risulta quindi l'unico incaricato di apportare modifiche al building information model.

- 4) Modello BIM di sola lettura per il manutentore: in ultima istanza si potrebbe pensare di considerare un modello di sola lettura a disposizione del personale addetto alla manutenzione, consultabile tramite tablet sul campo. Tale modello dovrebbe essere arricchito delle informazioni utili al manutentore relativamente al componente sul quale sta intervenendo (per esempio schede tecniche del prodotto) e dovrebbe permettere la possibilità di segnare, in maniera semplice, annotazioni relativamente a fatti riscontrati sul campo. Affinché questo file sia leggibile in tempi rapidi sul dispositivo portatile è necessario che sia dotato delle informazioni utili ai soli fini di quell'intervento.
- 5) Modello BIM degli spazi per la direzione/gestione dell'immobile: un ulteriore passo in avanti potrebbe consistere in un modello che fornisca indicazioni relativamente alla destinazione d'uso degli spazi ed ai periodi di fruizione degli stessi. Tale strumento potrebbe essere fornito al gestore per riprogrammare, in occasione degli interventi manutentivi, l'organizzazione delle attività delle varie zone; come precisa Giancarlo Paganin in *"L'acquisizione delle informazioni per la manutenzione dei patrimoni immobiliari", "l'adozione di metodi e strumenti per la gestione dinamica delle conoscenze relative agli edifici è legato alla possibilità di poter adeguare la pianificazione della manutenzione all'evoluzione delle politiche di manutenzione, che possono cambiare in funzione dell'aggiornamento della politica di gestione del patrimonio immobiliare"* (10). Se per esempio un intervento manutentivo determinasse l'inagibilità di un luogo dell'immobile in certe ore della giornata, sul modello tridimensionale ciò sarebbe immediatamente verificabile e il gestore potrebbe così fare delle oculate scelte organizzative.

Come è facile intuire, dunque, una delle difficoltà maggiori consiste nel mettere a punto un sistema che gestisca questi differenti modelli, in mano ai diversi utenti, in modo da essere automaticamente sincronizzabili in occasione delle modifiche apportate sul modello centrale ad opera del BIM modeler, per evitare incongruenze tra i files. Le indagini condotte su questi diagrammi di flusso pongono gli obiettivi principali di questa trattazione, e dei quali, in occasione della messa a punto del sistema, si valuterà l'effettiva fattibilità tecnica ed economica.

Le ricerche condotte sui diagrammi di flusso manutentivi lasciano presupporre che, soprattutto nel caso delle manutenzioni correttive, il BIM e le tecnologie digitali in genere possano contribuire a migliorare l'efficienza del sistema manutentivo, riducendo la necessità delle procedure diagnostiche ed ispettive. Sono queste delle fasi che infatti accrescono l'onerosità degli interventi perché, laddove

non si disponga della conoscenza necessaria delle parti tecniche e di una metodologia semplice per trasferire suddetta conoscenza e segnalare anomalie, comportano la necessità di più analisi in loco, con incremento dei tempi di back-office (successivi all'ispezione, per elaborare le procedure degli interventi) e quindi dei costi.

Si intende pertanto approfondire nello specifico l'approccio e le procedure tecniche ed operative che riguardano la fase ispettiva della manutenzione, facendo riferimento al materiale reperito su *"L'acquisizione delle informazioni per la manutenzione dei patrimoni immobiliari – La gestione immobiliare dal censimento alla due diligence tecnica"*, di Giancarlo Paganin (10).

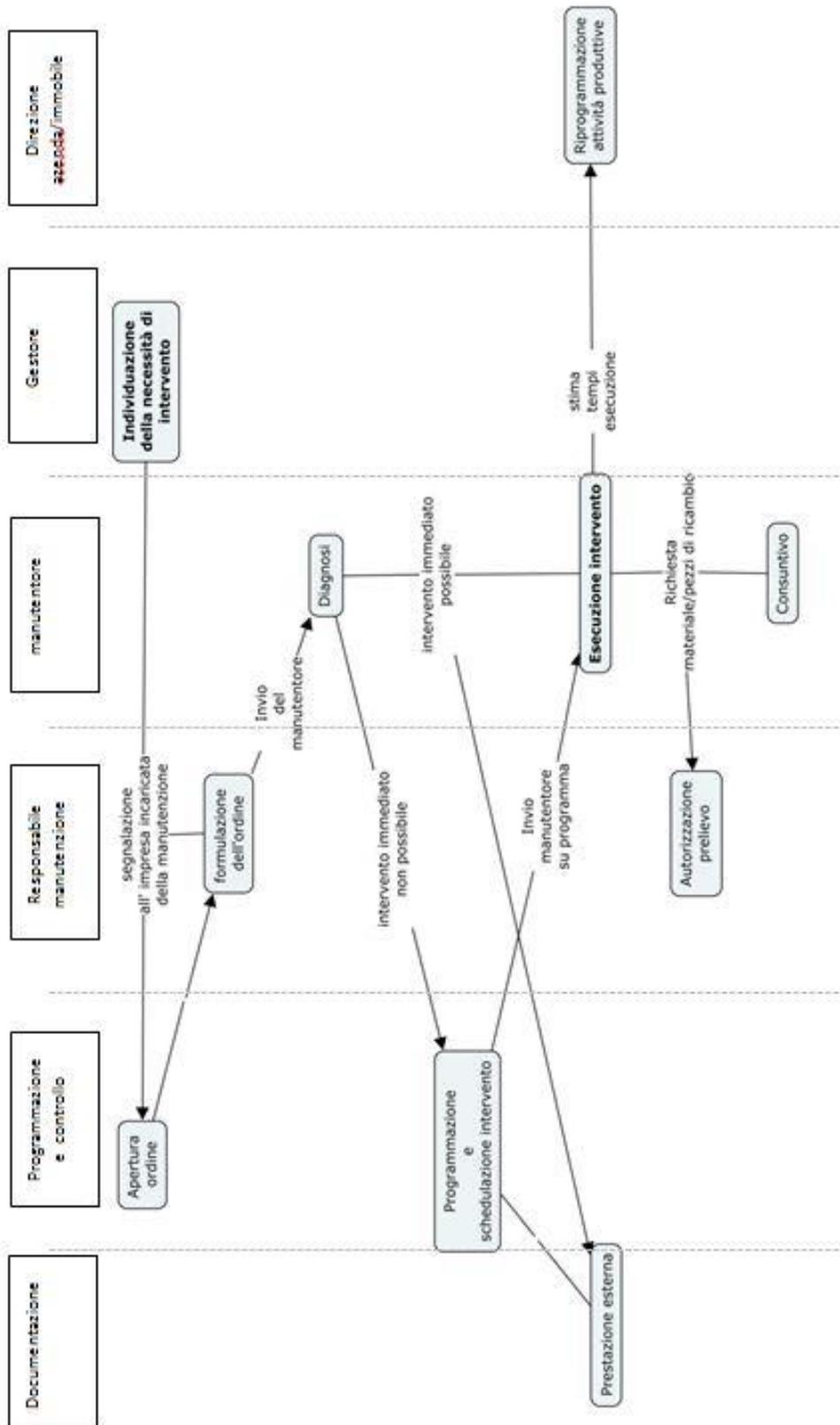


FIGURA 3.3 - MANUTENZIONE SU RICHIESTA: DIAGRAMMA DI FLUSSO

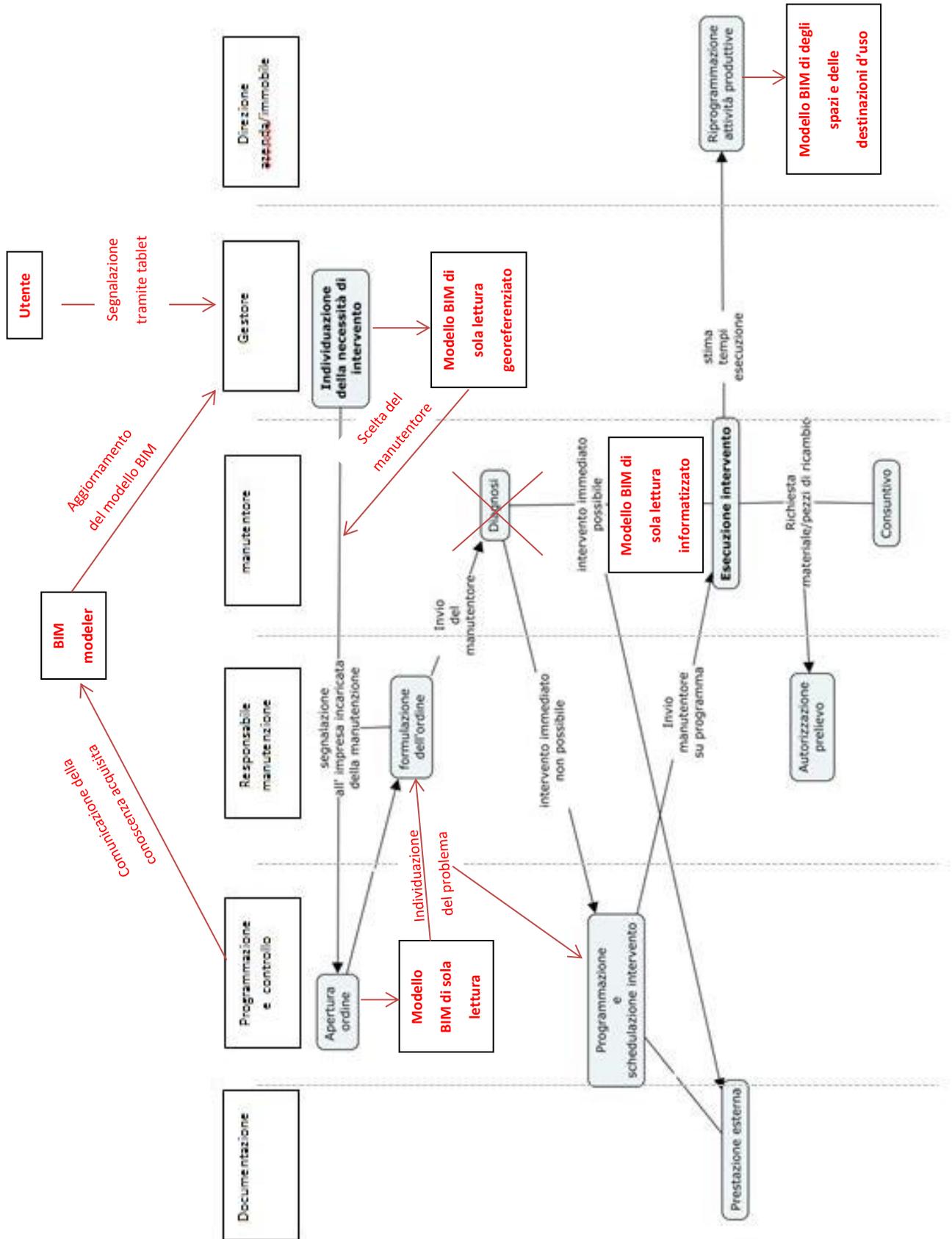


FIGURA 3.4 - MANUTENZIONE SU RICHIESTA: POSSIBILE DIAGRAMMA DI FLUSSO CON INTRODUZIONE DEL BIM

3.7. APPROCCI OPERATIVI: LA FASE ISPETTIVA

Nei paragrafi precedenti si è fatto il punto sul significato di manutenzione e sulle possibili modalità di approccio operativo. Al di là di tutte le possibili classificazioni di dettaglio si può sintetizzare che si possono individuare, dal punto di vista dell'organizzazione della manutenzione, due grandi insiemi: la manutenzione preventiva e quella correttiva (a guasto avvenuto).

Sebbene esistano metodi per ricavare piani di manutenzione sulla base di elaborazioni statistiche dei dati ricavati sul campo (pervenute dalla manutenzione nel settore industriale), nel caso del settore edile la manutenzione preventiva deve fare i conti con la difficoltà di reperire dati affidabili, e si pone dunque la necessità di monitoraggio delle prestazioni dei componenti nel tempo. Di conseguenza un sistema dinamico di controllo che permetta di leggere eventuali cadute prestazionali può permettere di intervenire, sulla base di dati registrati, e quindi reali, per arrestare il processo di degradamento dello specifico elemento tecnico.

Si può dunque constatare come anche la logica della manutenzione preventiva, e quindi programmata inizialmente sulla base di previsioni e dati affidabilistici, debba poi fare i conti nel tempo con le reali risposte dei componenti dell'edificio, in modo che si possa aggiornare i piani manutentivi sulla base della conoscenza maturata in occasione delle ispezioni e degli interventi operativi (10). E' evidente dunque che entrambi gli approcci, sia quello preventivo che quello correttivo, non possono prescindere da un monitoraggio dell'immobile e delle parti che lo costituiscono, in modo da avere risposte da parte dei servizi manutentivi mirate a risolvere le specifiche anomalie riscontrate e riscontrabili, in modo efficiente e repentino.

Come riporta la norma UNI EN 13306:2003 "Manutenzione-Terminologia", per ispezione si intende *"verifica della conformità mediante misurazione, osservazione, prova o rilevazione dimensionale delle caratteristiche relative a un'entità"* (43).

L'ispezione è un'attività quindi necessaria non solo per acquisire le conoscenze iniziali in occasione di interventi riparatori a seguito di segnalazioni di guasto, ma anche per aggiornare lo stato d'esercizio degli elementi tecnici e verificare la rispondenza a quanto previsto in fase di programmazione della manutenzione. Si instaura quindi un "processo iterativo" di acquisizione della conoscenza ed aggiornamento, che necessita di uno strumento di controllo ma anche di registrazione dei dati.

Le attività ispettive devono essere dunque programmate per creare un sistema che generi qualità, mirando al miglioramento dello stato dei componenti dell'edificio nel tempo.

Un possibile approccio alla programmazione delle ispezioni è quello denominato *“Risk based inspection” (RBI)*: si tratta di un metodo, adottato prevalentemente per le componenti impiantistiche, basato sulla valutazione del rischio a partire, per ognuno di essi, dalla probabilità che si verifichi e dalle conseguenze che determinerebbe il suo accadimento. Si parte dallo studio degli elementi tecnici e delle loro funzioni per capire quali sono le possibili anomalie riscontrabili, per poi procedere ad una loro gerarchizzazione. E' una valutazione sia qualitativa che quantitativa, poiché viene sia data una classificazione, sulla base di una stima indicativa, della probabilità e delle conseguenze di un'avaria generale dell'impianto, sia una classificazione, sulla base di elaborazioni statistiche e valutazioni analitiche, per i singoli elementi di impianto, relativamente agli stessi parametri. Combinando probabilità e magnitudo si ottiene una classificazione di priorità dei potenziali eventi, sulla cui base viene redatto un programma degli interventi ispettivi al fine di una gestione sistematica del rischio (10).

E' evidente che, come già detto nei paragrafi precedenti, l'attività ispettiva consuma risorse umane, strumentali, e di conseguenza economiche e temporali, ma rappresenta allo stesso tempo quella parte del processo manutentivo in cui si può maggiormente sperimentare l'applicazione delle moderne tecnologie, digitali e telematiche, e verificarne la risposta qualitativa ma anche economica.

Occorre, per quanto detto finora, una piattaforma capace di gestire la comunicazione tra l'edificio e il manutentore per il tramite del gestore, e le possibili strade da seguire sono due: o la comunicazione diretta tra gli elementi tecnici ed il gestore/manutentore, o la comunicazione per mezzo di segnalazioni da parte dell'utente, che permettano a quest'ultimo di trasmettere la conoscenza tecnica, georeferenziata. Se questo strumento è poi dotato anche di un'interfaccia grafica tridimensionale simulatrice della realtà il processo viene reso più semplice ed intuitivo, rendendo stimolante il suo utilizzo.

Come precisa l'autore in *“L'acquisizione delle informazioni per la manutenzione dei patrimoni immobiliari”, “l'efficacia delle attività di ispezione, intesa come capacità di identificare lo stato degli elementi dell'edificio e il loro livello prestazionale, e la sua efficienza risultano influenzate in maniera sensibile da come l'edificio è stato concepito e costruito in rapporto alla manutenzione prevedibile” (10)*: specie nel caso di patrimoni edilizi non recenti, che costituiscono la stragrande maggioranza del territorio italiano, si ha a che fare con edifici in cui venivano trascurati, in fase progettuale, alcuni requisiti, tra cui quello dell'ispezionabilità. La possibilità di disporre, da parte del gestore prima e del servizio di manutenzione poi, di un modello tridimensionale dell'edificio percorribile digitalmente, permetterebbe di verificare in ufficio, e quindi prima di inviare gli operatori in loco, eventuali difficoltà ispettive in termini fisici, dimensionali e logistici.

3.8. STRUMENTI E METODI DI SUPPORTO ALLE ATTIVITÀ DI FACILITY MANAGEMENT: SCENARI A CONFRONTO

Nel primo capitolo si sono illustrati alcuni degli strumenti tecnologici che è possibile introdurre nei processi di gestione degli immobili, dal BIM, a codici e sensori per la mappatura dei componenti, fino ad arrivare agli impianti domotici e sistemi BMS. Si procede ora a determinare, tramite diagrammi di flusso ed in funzione delle varie tecnologie, i possibili scenari metodologici per la messa a punto dei sistemi di supporto alle attività manutentive, e più in generale di Facility Management. I vari metodi vengono confrontati in termini di vantaggi operativi e limiti qualitativi ed economici, sulla base dei quali si arriva ad affinare un processo che si ritiene ottimale tra quelli vagliati, relativamente al rapporto tra i benefici riscontrabili e gli oneri.

3.8.1. IPOTESI 1: MODELLO BIM IN MANO ALL'UTENTE

Il primo caso indagato prevede l'introduzione del BIM tramite la costruzione di rilievi tridimensionali degli edifici, informatizzati con i dati manutentivi dei componenti, da affidare agli utenti dei rispettivi immobili (fig. 3.5).

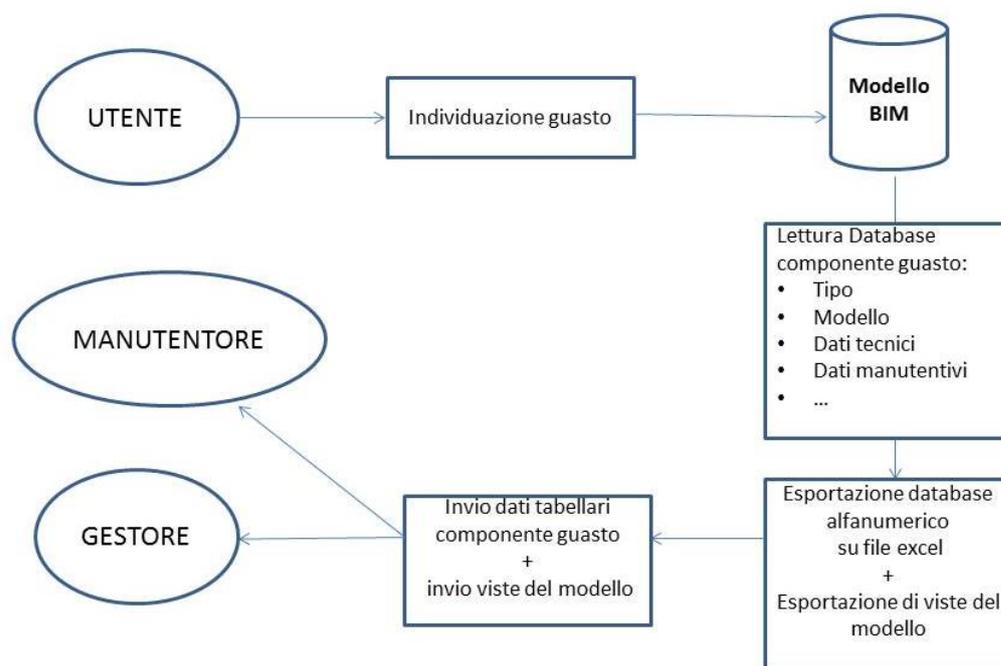


FIGURA 3.5 - MODELLO BIM ALL'UTENTE: DIAGRAMMA DI FLUSSO

L'utente, dopo aver riscontrato un malfunzionamento od un guasto, consulta un modello BIM dell'immobile costruito con un modellatore e dotato delle informazioni tecniche e manutentive sui componenti, reperite in sede di rilievo (laddove presenti) e caricate sul modello da un BIM modeler. Revit permette di esportare i dati tabellari richiesti sotto forma di abachi, che l'utente può inviare al

gestore e al manutentore (se già noto perché incaricato da un contratto) per portarli a conoscenza delle informazioni utili ai fini dell'intervento. Il sistema può prevedere inoltre l'invio di viste in formato immagine o pdf delle parti che intende segnalare come malfunzionanti.

Si tratta del metodo più semplice in termini applicativi perché presuppone solo la realizzazione dei modelli tridimensionali e del caricamento dei dati sul software. Non sono però da trascurare dei limiti importanti, che rendono di fatto questo sistema poco efficace:

- L'affidamento del modello BIM all'utente comporterebbe innanzitutto la necessità, per ciascuno di questi, di disporre di processori potenti, in grado di gestire i files dei modellatori BIM, e poi una formazione apposita per apprendere quanto meno le funzioni base di navigazione, consultazione dei dati ed esportazione. E' evidente per quanto detto che, specie laddove si ha a che fare con patrimoni molto vasti, il metodo risulta inapplicabile. Non sono inoltre da trascurare i costi necessari per l'acquisizione delle licenze di software BIM: mentre nel caso del patrimonio oggetto di studio, trattandosi di un patrimonio parrocchiale, l'utente coincide di fatto con il gestore, per altre tipologie di patrimonio edilizio accade che, nel caso di modelli gestiti dagli utenti, i costi delle licenze dei programmi andrebbero a moltiplicarsi rispetto ad un processo che preveda un solo modello dell'intero patrimonio in mano al gestore.
- In secondo luogo occorre notare che, stando a questo processo, l'utente può comunicare al gestore e al manutentore i dati tecnici appresi sul modello relativamente ai componenti guasti ma, a meno che l'utente non decida di condividere il modello digitale, i gestori non dispongono di un effettivo strumento visivo di supporto che possa permettere di ricavare informazioni aggiuntive, relative per esempio alla posizione del componente guasto nell'immobile. Di conseguenza potrebbe accadere che il manutentore fallisca nell'individuazione della causa della problematica in ufficio o che, recandosi sul campo, si renda conto dell'impossibilità operativa di eseguire l'intervento con gli strumenti tecnici portati in loco, rendendo di fatto inefficiente l'intero metodo, progettato con lo scopo di snellire il processo manutentivo.
- In ultima istanza occorre precisare che, sebbene questo sistema preveda l'assegnazione di un BIM modeler in fase di rilievo iniziale, non si può prescindere dall'aggiornamento del modello in occasione delle modifiche apportate e degli interventi manutentivi eseguiti, dai quali si apprendono sempre nuove informazioni. Occorre dunque pensare ad un processo che preveda il passaggio di informazioni tra manutentore e gestore a seguito della riparazione o sostituzione dell'elemento, e l'assunzione a tempo pieno di un modellatore per

gli aggiornamenti del modello. L'alternativa è la realizzazione di rilievi periodici dello stato di fatto, contestuale all'incarico di un BIM modeler in grado di restituirne il modello; tale approccio comporterebbe tuttavia tutte le criticità che caratterizzano la realizzazione dell'anagrafe tecnica di un patrimonio (par 1.2) e non sfrutterebbe al massimo le potenzialità del metodo BIM in occasione delle modifiche.

3.8.2. IPOTESI 2: MODELLO BIM IN CLOUD PER LE SEGNALAZIONI DELL'UTENTE E

MODELLO BIM CENTRALE AL GESTORE

Comprese le difficoltà applicative di un metodo che preveda la gestione di modelli BIM direttamente affidata agli utenti, si procede a proporre un approccio che affidi un modello centrale del patrimonio al gestore, e che deleghi all'utente l'utilizzo di applicazioni mobili per la consultazione dei modelli in cloud, al fine della comunicazione di una problematica (fig. 3.6).

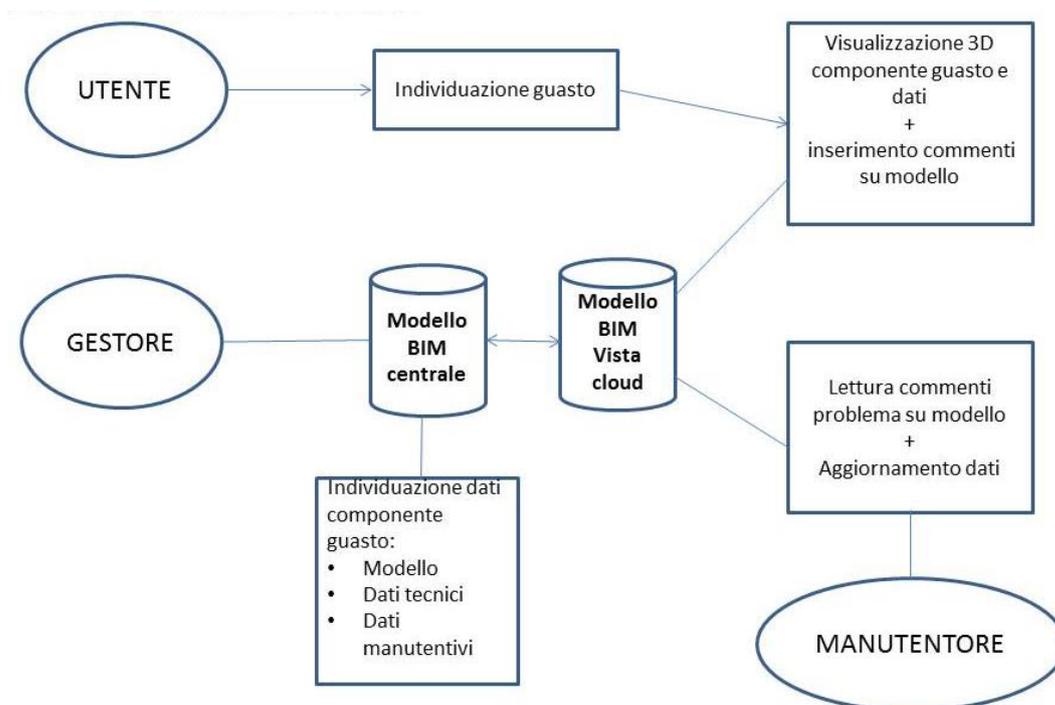


FIGURA 3.6 - MODELLO CENTRALE AL GESTORE E MODELLO CLOUD ALL'UTENTE - DIAGRAMMA DI FLUSSO

L'utente che registra un malfunzionamento consulta il modello su tablet o smartphone, su app gratuite come A360 (par. 1.5.2). E' possibile così navigare nel modello ed entrare a conoscenza dei dati tecnici e manutentivi dei componenti, precaricati sul modello centrale come parametri condivisi; l'utente procede dunque a scrivere come "commento" la descrizione dell'elemento malfunzionante, indicando il codice identificativo ed illustrando la problematica. A questo punto il file viene caricato su una cartella condivisa sul web con il gestore al fine della comunicazione dell'anomalia. Il gestore

consulta quindi il modello centrale del patrimonio, individua l'edificio di riferimento e consulta eventuali ulteriori dati tecnici dell'elemento guasto, per poi condividere il modello con il servizio incaricato della manutenzione, che potrà visualizzare a sua volta il modello in cloud su dispositivi mobili. Quest'ultimo può consultare le informazioni in ufficio, navigare nel modello e stimare la possibile causa di guasto ed intervento necessario, riducendo i tempi necessari per la fase ispettiva. Al termine dell'intervento, il manutentore apporta commenti e revisioni sul modello in cloud, comunicando i nuovi dati o, in caso di sostituzione del componente, allega la nuova scheda tecnica. Nel caso in cui il manutentore utilizzi applicazioni per la navigazione in cloud open source come A360 occorre precisare che non è possibile caricare dati esterni sul modello, ma solo informazioni scritte sotto forma di commenti e revisioni manuali. E' necessaria quindi l'uniformazione e l'organizzazione dell'informazione, in modo tale che, tramite l'utilizzo di codici identificativi unificati, un componente sia identificato in modo specifico ed univoco dal modellatore, abbattendo così la necessità di caricamento di troppi dati esterni da parte del manutentore. La messa a regime di questo metodo di gestione dell'informazione è disciplinata dalla norma UNI 11337:2009 "Edilizia e opere di ingegneria civile. Criteri di codificazione di opere e prodotti da costruzione, attività e risorse. Identificazione, descrizione e interoperabilità" (45), che verrà approfondita nel capitolo 4.

Questo approccio supera alcuni limiti operativi presenti in quello illustrato precedentemente: è previsto infatti un unico modello centrale dell'intero patrimonio, condiviso tra gestore e manutentore: questo funge da supporto per ottenere la conoscenza tecnica necessaria per determinare il tipo di intervento da svolgere ed individuare eventuali interferenze spaziali degli ambienti in cui si andrà ad operare; il gestore verrà affiancato da un BIM modeler incaricato degli aggiornamenti in occasione delle modifiche e l'utente utilizza il modello in cloud solo per la comunicazione del problema.

Restano tuttavia irrisolte alcune istanze:

- La navigazione all'interno del modello BIM su dispositivi mobili è scomoda e difficoltosa e potrebbe scoraggiare l'utente; servirebbe invece un metodo semplice e rapido di invio della segnalazione.
- L'utente invia la segnalazione condividendo il modello cloud su cui si sono apportati i commenti, ma la comunicazione non dà informazioni automatiche circa l'immobile specifico da cui arriva l'input e la posizione su mappa GPS; stando a questo approccio tali informazioni devono essere aggiunte manualmente nei commenti o nel titolo del modello. Il processo prevede pertanto, per essere efficace, la necessità di implementazione di un sistema di comunicazione che avvisi il gestore in occasione delle segnalazioni.

3.8.3. IPOTESI 3: MAPPATURA DI COMPONENTI CON CODICI QR COLLEGATI AL MODELLO BIM

Nei primi due metodi analizzati risulta evidente la necessità di un sistema di segnalazione del guasto automatizzato, che permetta al gestore di essere avvisato con una notifica, ed informato circa l'entità del problema. L'ipotesi metodologica che si va a presentare prevede la comunicazione diretta tra componenti e modello Revit tramite l'utilizzo di codici identificativi, QR code. Nel paragrafo 1.5.3 è stato già illustrato un processo di questo tipo, messo effettivamente in pratica da un gruppo di lavoro in Taiwan; ci si appresta ora a definirne il flusso operativo (fig. 3.7).

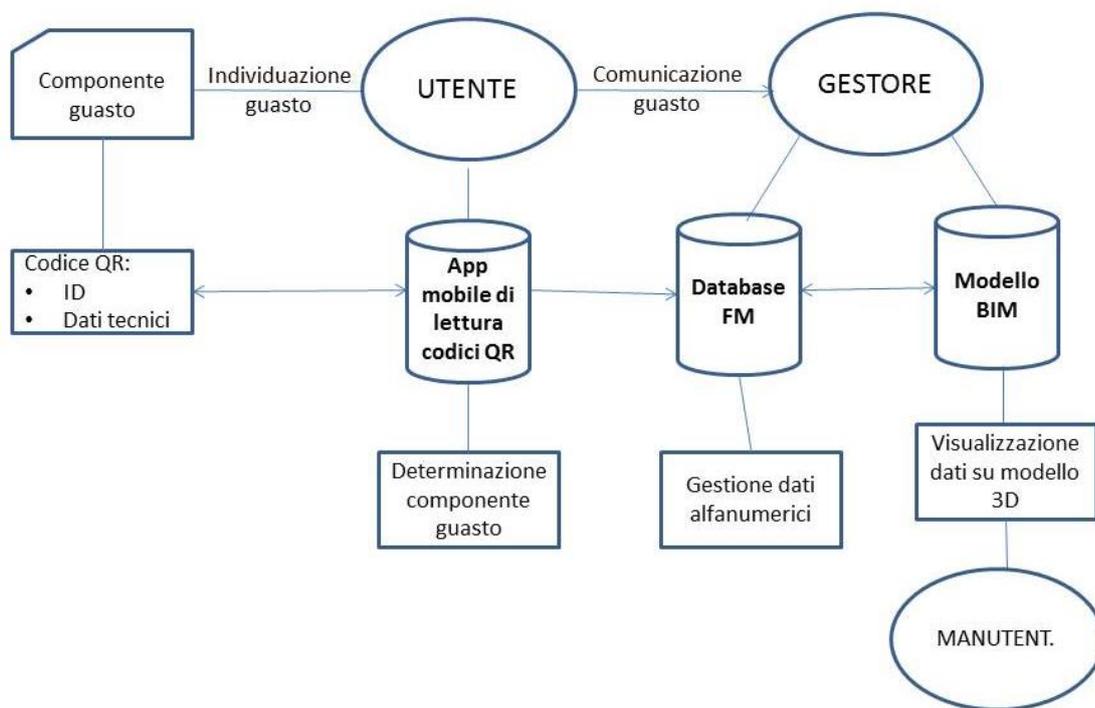


FIGURA 3.7 – CODICI QR ABBINATI A MODELLI BIM: DIAGRAMMA DI FLUSSO

L'utente, registrato il componente malfunzionante, identifica i dati identificativi dell'elemento tramite un'app per dispositivi mobili capace di leggere i codici QR. Questa app invia la notifica ad un database gestionale utilizzato per coordinare le attività di Facility Management, collegato al modello BIM. A tal proposito si è già ampiamente disquisito, nel capitolo 1, circa l'interoperabilità tra Revit e programmi di tipo CAFM, tramite l'utilizzo dello standard di interoperabilità Cobie; esistono inoltre in letteratura studi che sperimentano le possibilità di collegare database alfanumerici esterni, sotto semplici fogli di lavoro excel, allo specifico modello di Revit, tramite plug-in di programmazione come Dynamo, per la realizzazione di collegamenti esterni, che potenziano le possibilità comunicative di

Revit (46). In ultima istanza si possono utilizzare plug-in abbinati a Revit, come Revit 360 Field, capaci di gestire in cloud ed in remoto le informazioni alfanumeriche dei vari componenti.

Sul modello BIM del gestore è quindi possibile identificare il componente guasto e ricavarne la posizione nell'edificio ed i dati tecnici registrati. Se il modello viene condiviso su dispositivi mobili, in modo da poter essere visualizzato dall'impresa incaricata delle manutenzioni, le informazioni possono poi essere recepite al fine della stima del problema fuori sede, con possibilità di ridurre i tempi necessari per sopralluoghi ed ispezioni.

I grandi vantaggi che questo approccio porta con sé sono sostanzialmente due: la comunicazione automatizzata dei dati dei componenti tramite semplice scansione di codici e la possibilità di caricare i dati tecnici su piattaforme di gestione alfanumeriche esterne e su codici QR, con conseguente riduzione del possibile margine d'errore derivante dalla necessità di trascrizione sul modello.

Il sistema porta però con sé anche alcuni limiti:

- Primo fra tutti, è evidente l'onerosità che comporta la mappatura di tutti i componenti degli edifici, da quelli impiantistici a quelli fisici: perché questo metodo sia messo in pratica è infatti necessario stampare i codici QR ed apporli su tutti gli elementi tecnici. Questi necessitano inoltre un controllo periodico dello stato ed una pulizia.
- In secondo luogo questi codici archiviano pochi dati, e tra questi manca quello di georeferenziazione che possa permettere, ad un gestore che governa patrimoni molto vasti, di risalire tempestivamente al luogo specifico da cui arriva la segnalazione.
- Manca ancora la possibilità di organizzare attività che non riguardano la manutenzione ma che rientrano nell'ambito della gestione immobiliare, perché questi codici restituiscono i dati tecnici dei componenti ma non possono fornire informazioni utili circa gli spazi ed i loro scenari di utilizzo.

3.8.4. IPOTESI 4: AUTOMAZIONE, DOMOTICA E SISTEMI BMS PER L'INDIVIDUAZIONE DI MALFUNZIONAMENTI

La quarta ipotesi presa in considerazione riguarda l'adozione della domotica e dell'automazione ai fini del monitoraggio dei parametri identificativi del funzionamento dei componenti e di quelli ambientali (fig. 3.8). Si tratta in sostanza di sistemi di Building Management System (BMS) capaci di monitorare i parametri di funzionamento dei componenti impiantistici ed i dati ambientali, al fine di ricavare, in remoto, informazioni utili per comprendere le cause di malfunzionamenti ed inefficienze.

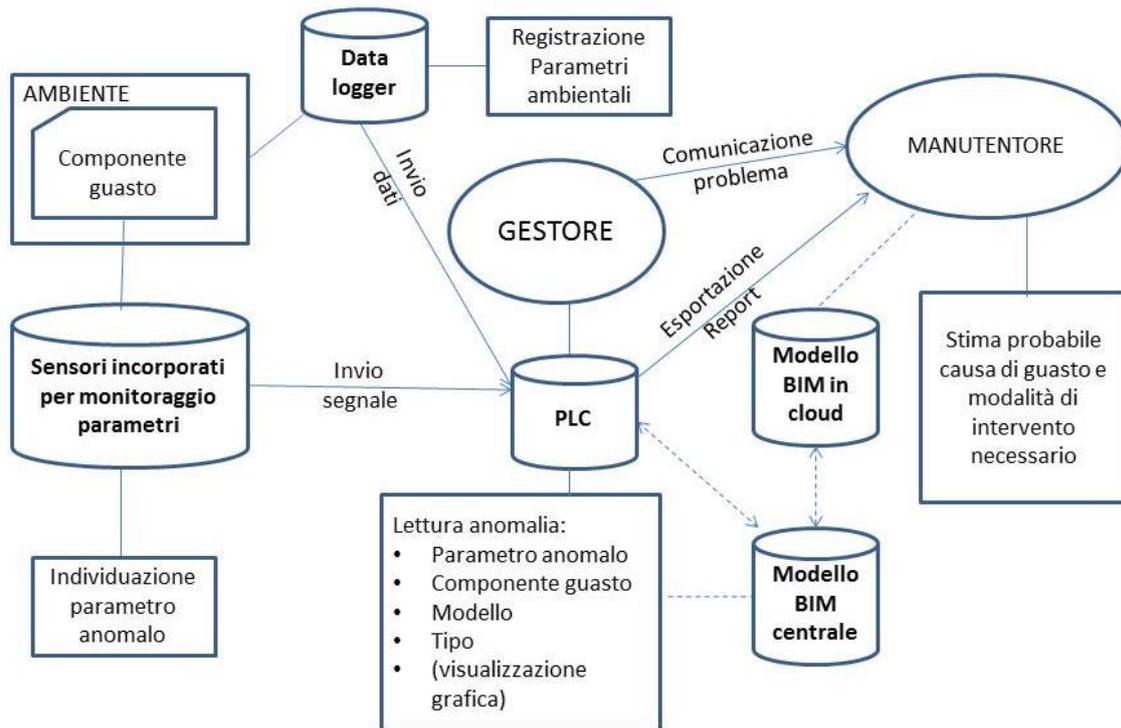


FIGURA 3.8 – AUTOMAZIONE E DOMOTICA PER IL MONITORAGGIO DEI PARAMETRI DI FUNZIONAMENTO: DIAGRAMMA DI FLUSSO

Questo processo, allo stato attuale, non prevede l'utilizzo di modelli BIM del patrimonio edilizio: i componenti impiantistici sono dotati di sensori incorporati, in grado di registrare numericamente nel tempo l'andamento di parametri prestabiliti e di restituire ad un controllore di logica programmabile (PLC) eventuali anomalie rispetto ai valori attesi. Allo stesso modo i data logger agiscono registrando i parametri ambientali, i quali vengono poi elaborati e restituiti sotto forma di grafici che testimoniano l'andamento dei valori nel tempo (per approfondimenti si rimanda al paragrafo 1.5.3). Il gestore che individua delle anomalie sul sistema centrale le comunica al servizio di manutenzione, che può così stimare la causa del problema. I limiti maggiori che questo sistema porta con sé sono notevoli:

- Innanzitutto non si può trascurare l'onerosità che comporta l'adeguamento dei patrimoni a queste tecnologie, in termini sia tecnici che economici.
- Restando nell'ambito economico occorre considerare il peso della gestione del sistema stesso, che comporta nel tempo costi e problematiche non trascurabili nella formulazione del conto economico della gestione. Come afferma Luca Genitoni, responsabile di CO.GE.DA. S.r.l., società che si occupa di Facility Management per patrimoni immobiliari, mediamente una palazzina di quattro piani può comportare costi di gestione di un BMS che possono arrivare anche a 15.000/20.000 euro annui. In occasione di interventi manutentivi, anche di

piccola entità, i costi di riparazione o sostituzione di elementi devono infatti comprendere nel computo anche gli oneri necessari per riprogrammare ed aggiornare l'intero sistema di monitoraggio da parte della società che si è occupata dell'installazione iniziale del BMS stesso, alla quale si resta quindi relegati, a discapito della concorrenza. L'alternativa è optare per contratti che prevedono sistemi di BMS aperti e gestibili quindi da diverse società, tali per cui il risultato negli anni consiste spesso nel rendere il sistema digitale di fatto inoperabile, a seguito di interventi manutentivi da parte di diverse imprese, che non conoscono il BMS installato.

- In secondo luogo questa metodologia può essere utile per gli elementi impiantistici che prevedono il potenziamento tramite sensori, ma risulta inefficace per comunicare guasti a componenti fisici o di arredo, dei quali non si possono monitorare parametri rappresentativi dello stato di salute. Per integrare tali funzioni occorrerebbe dunque potenziare il processo integrandolo con codici QR dei componenti fisici.
- Manca anche in questo caso la restituzione al gestore della posizione dell'immobile nel patrimonio, e soprattutto la localizzazione visiva dell'oggetto guasto su un modello tridimensionale rappresentativo dell'edificio.
- In ultima istanza occorre considerare che, nonostante i costi di applicazione, i parametri registrati come anomali potrebbero risultare non caratterizzanti per la definizione dello specifico problema, comportando di conseguenza ulteriori analisi in loco da parte delle imprese incaricate della manutenzione o riparazione. Si pensi ad esempio ai casi di guasti per urti accidentali, i quali determinano la rottura del componente pur preservando la correttezza dei parametri di funzionamento.
- Il processo non permette la visualizzazione dei componenti e non garantisce pertanto una restituzione della posizione degli stessi all'interno dell'edificio, per la comprensione di eventuali problemi logistici. Si può pensare pertanto di integrare il sistema progettando l'interoperabilità tra il controllore di logica programmabile (PLC) ed il modello BIM del patrimonio, per la trasmissione dei dati. Ciò accrescerebbe la qualità del processo, a discapito di costi di sistema già molto elevati.

3.8.5. IPOTESI 5: SENSORI RECEPITI DA DISPOSITIVI MOBILI PER LA COMUNICAZIONE DEI GUASTI

Sulla base delle criticità evidenziate per ciascuno dei sistemi illustrati finora, si procede ad elaborare una metodologia innovativa di supporto alle attività manutentive e di Facility Management, rappresentate nel diagramma in fig.3.9.

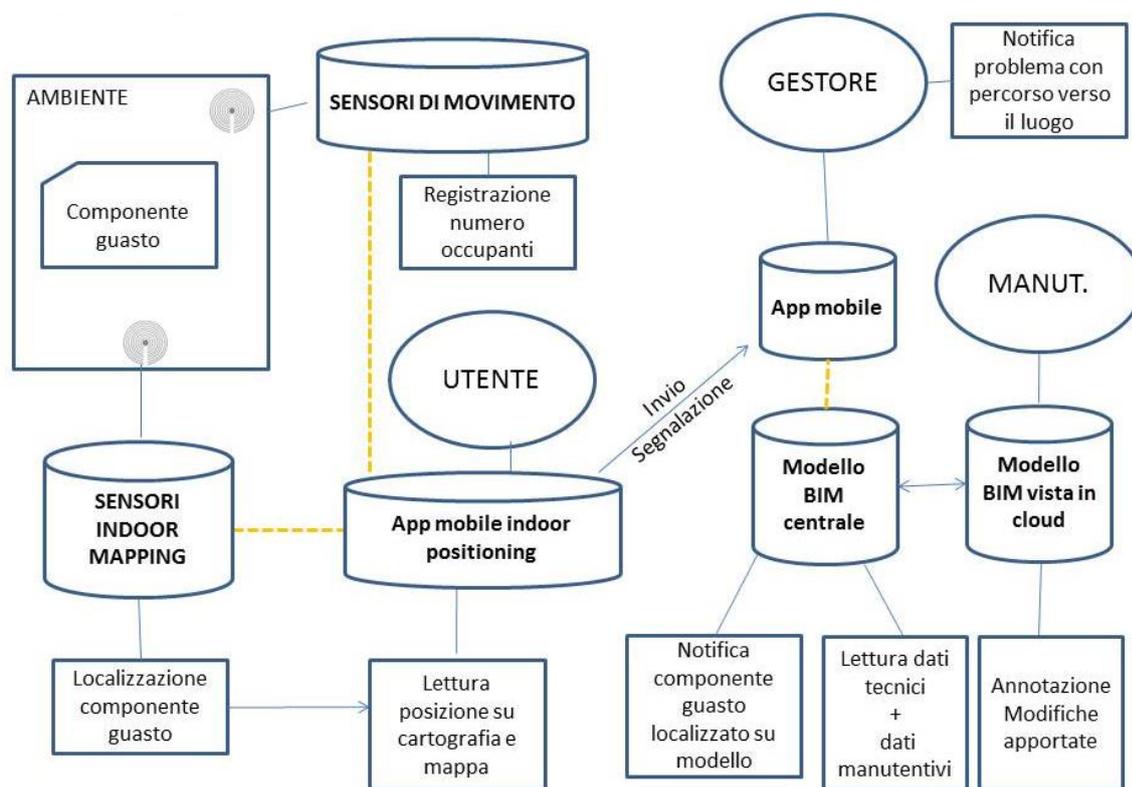


FIGURA 3.9 - SISTEMI DI INDOOR MAPPING PER LA SEGNALAZIONE DI GUASTI: DIAGRAMMA DI FLUSSO

Il processo prevede, anziché la mappatura di tutti i componenti edilizi (ipotesi 3), il posizionamento di sensori in ciascun ambiente dell'edificio; tali strumenti sono in grado di emettere segnali recepibili da app programmate per dispositivi mobili (tablet e smartphones). Grazie a tale tecnologia il dispositivo, e con esso l'utente, può essere localizzato sia su una mappa del luogo che su una planimetria dell'edificio (vedi par. 4.2.1 per approfondimenti); a questo punto si può inviare al gestore una foto di un eventuale componente guasto perché quest'ultimo possa essere avvisato e risalire in modo automatico ed immediato alla precisa posizione dell'oggetto da riparare relativamente al patrimonio immobiliare da lui governato. Tali sensori sono denominati beacons ed esistono già applicazioni per dispositivi mobili in grado di comunicare con essi. Il capitolo successivo approfondisce tale sistema addentrando più nello specifico nelle potenzialità del metodo e nell'architettura logica richiesta per mettere a punto l'intero processo.

Tale approccio risolverebbe alcune problematiche gestionali cruciali: innanzitutto l'utente può, in modo semplice e tramite l'utilizzo di dispositivi ormai di comune utilizzo, segnalare un guasto e georeferenziarlo automaticamente. Il posizionamento di pochi sensori negli ambienti può quindi risultare meno oneroso di una mappatura di tutti gli elementi con codici QR e restituire inoltre informazioni aggiuntive, come la georeferenziazione e i dati di occupazione ed uso degli ambienti (integrazione con sensori di movimento). Prevedendo l'importazione della pianta dell'app direttamente dal modello BIM del patrimonio, il gestore può, una volta ricevuta la notifica della segnalazione sull'app corredata di una foto dell'elemento guasto, risalire alla posizione tridimensionale del componente sul modello BIM e, consultando il database di Revit, leggere dati di cui dispone sullo specifico componente malfunzionante. Il flusso operativo relativo a questo sistema verrà approfondito nel capitolo successivo, con riferimento a diverse tipologie di componenti edilizi.

I limiti che questo sistema presenta sono relativi a:

- Necessità di un informatico che programmi la comunicazione telematica tra i sistemi di indoor mapping e i modelli Revit: a tal proposito si allega alla tesi un capitolato informatico che spiega i requisiti di sistema necessari.
- Necessità di un BIM modeler a tempo pieno per aggiornare il modello in occasione degli interventi riparatori e manutentivi con i nuovi dati ricavati.
- Necessità di caricamento dei dati dei componenti direttamente sul database del modellatore, con conseguente accrescimento delle possibilità di errore derivante dalla trascrizione.

3.9. ANALISI ECONOMICHE

Dopo aver confrontato i possibili metodi di supporto alle attività di Facility Management si procede con un'analisi economica che permetta di rapportare tra loro i costi per l'implementazione del sistema e la sua gestione nel tempo.

Si procede quindi ad analizzare il quadro economico dei diversi scenari analizzati e confrontati nel paragrafo 3.8.

3.9.1. IPOTESI 1

Il primo caso, come definito nel paragrafo 3.8.1. prevede l'utilizzo di un modello BIM del patrimonio in mano all'utente che, dopo aver riscontrato un malfunzionamento o un guasto, consulta il modello BIM dell'edificio, costruito con un modellatore come Revit da un BIM modeler.

Per la valutazione economica di questa ipotesi si considera il costo della licenza del software Autodesk Revit. Nel caso patrimoniale oggetto di studio, trattandosi di un complesso parrocchiale, l'utente e il gestore coincidono quindi è necessaria una sola licenza; è opportuno considerare però che, nel caso di patrimoni più vasti spesso queste figure sono ben distinte, e bisognerà considerare, stando a questo processo, più licenze di Autodesk Revit, una per ogni utente. E' evidente che in tal caso si presenterebbe un importante slittamento dei costi rispetto a quelli valutati in questa sede.

Sul sito di Autodesk viene proposto l'abbonamento Revit Collaboration Suite che comprende la possibilità di utilizzare il programma Revit e A360 Team, un programma per tablet e iPad che, come già detto nel paragrafo 1.5.2., serve per la consultazione del modello direttamente da un dispositivo portatile. Sul sito inoltre vengono indicate quattro possibili opzioni di abbonamento: l'abbonamento mensile pari a un costo di 340 euro e quello annuale di 2.720 euro acquistabili direttamente dal sito e un abbonamento di 2 anni e uno di tre, rispettivamente di 5.170 e 7.345 euro, disponibili solo tramite rivenditori. Considerando un abbonamento annuale di Autodesk Revit che, come precisato da Autodesk, è la scelta più conveniente per progetti a lungo termine si ottiene un costo totale pari a 2.720 euro.

Inoltre va considerato il costo di consulenza di un BIM modeler, necessario sia per la realizzazione del modello iniziale, che per un suo periodico aggiornamento:

- è stato stimato, sulla base dell'esperienza personale di modellazione del patrimonio, un tempo di produzione del modello 3D in Revit pari a 10 giorni lavorativi di 8 ore, per un totale di 80 ore, le quali sono state moltiplicate per la tariffa oraria di un ingegnere Junior pari 40 euro/ora, per un totale di 3.200,00 euro; la tariffa oraria è stata ottenuta tramite media aritmetica eseguita consultando i prezzi di mercato, e fa riferimento ai dati consultati sul sito dell'ordine degli ingegneri di Milano e ad informazioni reperite tramite preventivi.
- Sulla base dell'esperienza personale di modellazione del patrimonio parrocchiale, è stato considerato un tempo di aggiornamento del modello BIM pari a 64 ore (2 giorni lavorativi ogni 3 mesi), moltiplicate per 40 euro/ora, ottenendo un costo di 2.560,00 euro. Tale aggiornamento si ritiene necessario in occasione di tutti gli interventi e modifiche sul patrimonio, relative sia a parti fisiche che impiantistiche, dalle quali è possibile acquisire nuove informazioni sui componenti, soprattutto quelli per i quali non si erano riusciti a reperire dati in sede di rilievo iniziale.

La spesa totale per questo scenario è pari a **8.480,00 euro**.

3.9.2. IPOTESI 2

Nel secondo caso si prevede l'utilizzo di un modello BIM centrale in mano al gestore e la consultazione di modelli BIM in cloud, da parte dell'utente, tramite dispositivi mobili.

Come definito nel paragrafo 3.8.2., una volta modellato l'edificio tramite il software Autodesk Revit, l'utente può visualizzare il modello su tablet o smartphone utilizzando applicazioni gratuite come A360, presente sia per il sistema operativo Android che per iOS, sia per tablet che per smartphone. Tramite questa applicazione l'utente può scrivere un commento descrivendo l'elemento malfunzionante e il modello può essere consultato direttamente sul campo dal manutentore.

Come è stato specificato nel paragrafo precedente, l'abbonamento Revit Collaboration Suite permette l'utilizzo sia di Revit che di A360 team e il costo è pari a 340 euro per l'abbonamento mensile e a 2.720 per quello annuale. Esistono poi altre due proposte, disponibili tramite rivenditori, pari a 5.170 euro per due anni e 7.345 per tre anni di utilizzo. Anche in quest'ipotesi, come in quella precedente, si considera un abbonamento annuale con un costo pari a 2.720 euro.

Inoltre, come descritto nel paragrafo precedente, si considera il costo di un BIM modeler pari a 5.760,00 euro, di cui 3.200,00 euro per la produzione del modello BIM e 2.560,00 euro per l'aggiornamento del 3D.

La spesa totale che si ottiene per questa ipotesi è pari a **8.480,00 euro**.

3.9.3. IPOTESI 3

Nel terzo caso invece si prevede l'utilizzo di codici QR. Come è stato definito nel paragrafo 3.8.3. l'utente, registrato il componente malfunzionante, identifica i dati dell'elemento tramite un'applicazione per dispositivi mobili capace di leggere i codici QR. Quest'ultima è gratuita ed è presente sul mercato sia per il sistema operativo di Apple che per quello di Android, ad esempio BtQR Reader per iPhone e Barcode Scanner per Android.

Esistono due tipologie di codici QR: i codici statici e quelli dinamici; i primi sono quei codici che, al variare dell'informazione abbinata, necessitano una variazione anche del codice, i secondi invece non presentano questa necessità e conservano sempre i medesimi codici. I codici statici sono gratuiti mentre, per la generazione di codici QR dinamici, da applicare ai componenti fisici e impiantistici di un immobile, il sito Qr code generator propone tre tipologie di abbonamenti :

- Abbonamento Starter a 5,00 euro/mese, consigliato per lavoratori individuali, che comprende:

- Codici QR statici illimitati;
- 2 codici QR dinamici al mese.
- Abbonamento Advanced a 12,50 euro/mese, consigliato per piccole e medie imprese, che comprende:
 - Codici QR statici illimitati;
 - 50 codici QR dinamici al mese.
- Abbonamento Professional a 45,00 euro/mese, consigliato per grandi imprese e aziende, che comprende:
 - Codici QR statici illimitati;
 - 250 codici QR dinamici al mese.

I codici QR dinamici hanno un costo ma possono essere un vantaggio per alcuni elementi in cui vi è la necessità di cambiare i dati con una certa frequenza, anche perché, come è stato definito nel paragrafo 3.8.3. un limite di questo metodo riguarda proprio l'onerosità che comporta la mappatura di tutti i componenti degli edifici, da quelli impiantistici a quelli fisici: perché questo metodo sia messo in pratica è infatti necessario dotare tutti i codici QR dei dati necessari, stamparli ed apporli su tutti gli elementi tecnici.

La spesa totale dipende dalle dimensioni del patrimonio immobiliare e dalla complessità tecnologica del patrimonio, in termini di quantità di elementi fisici ed impiantistici presenti.

Il costo dell'aggiunta dei codici QR varia quindi tra 5 euro/mese e 45 euro/mese; quindi considerando un abbonamento annuale di Revit Collaboration Suite pari a 2.720 euro, una spesa di 5.760 euro per la produzione e l'aggiornamento del modello BIM, il costo totale oscillerebbe tra **8.540 euro e 9.020 euro**.

Va considerato anche il costo di un operatore, necessario sia per l'applicazione di tutti i codici QR, sia per un controllo periodico di tutti i codici, per verificare che non si siano staccati o rovinati:

- è stato stimato un tempo di applicazione di tutti i codici QR pari a 3 giorni, i quali sono stati moltiplicati per la tariffa giornaliera pari a 40 euro/giorno, per un totale di 120 euro;
- inoltre è stato considerato un controllo periodico di tutti i codici QR posizionati di 4 giorni (1 giorno ogni 3 mesi), per un totale di 160,00 euro.

L'app capace di leggere i codici QR è poi collegata ad un database gestionale, a sua volta interoperabile con il modello BIM. Come è stato definito nei capitoli precedenti viene utilizzato un programma di tipo CAFM, ovvero software gestionali alfanumerici che permettono di raccogliere i

dati tecnici necessari (componente, codice identificativo, modello, posizione, attività da eseguire, ultima riparazione, ecc) sotto forma di fogli elettronici per la gestione di informazioni alfanumeriche.

Sul mercato esistono diverse tipologie di programmi di questo tipo. Si considera a tal scopo l'utilizzo di applicazioni di Autodesk, che verranno approfondite nel paragrafo 4.3.: BIM 360 Glue e BIM 360 Field. Queste due applicazioni permettono, come già precisato nel paragrafo 3.8.3, l'inserimento in remoto di dati alfanumerici dei componenti e la gestione di attività alla stregua di applicazioni CAFM. Esse non sono gratuite e prevedono un abbonamento, il cui costo andrebbe ad aggiungersi alla spesa complessiva. Anche in questo caso Autodesk propone quattro tipi di abbonamenti BIM 360 Team: uno mensile al costo di 12,20 euro, uno annuale, consigliato dal produttore, al costo di 115, 90 euro, uno biennale di 231,80 euro e infine un abbonamento triennale pari a 347,70 euro. Lo svantaggio è rappresentato dal fatto che queste applicazioni possono essere installate e utilizzate solo su iPad quindi bisogna considerare anche il costo di fornitura di questi strumenti, che è pari a 519 euro. Il gestore dovrà fornire a tutte le imprese di manutenzione un iPad con l'applicazione installata, che verrà poi restituito al termine del servizio. Considerando un numero medio di manutentori (di fiducia o su contratto) pari a 10 (10 iPad e 10 licenze) si otterrà un costo pari a 6.349 euro.

La spesa totale di installazione del sistema per questa ipotesi è pari a **15.649 euro**.

3.9.4. IPOTESI 4

La quarta ipotesi che è stata presa in considerazione riguarda l'uso della domotica e dell'automazione per la gestione di un patrimonio tramite l'installazione di un Building Management System (BMS).

Uno degli svantaggi di questo metodo è il costo molto elevato dovuto all'adeguamento dei patrimoni a queste tecnologie.

Fornire una cifra precisa è pressoché impossibile quando si tratta di domotica: sono troppe le varianti che possono influire sul costo finale e dipendono dal tipo di impianto che si vuole controllare, dalle dimensioni degli immobili e dalla distribuzione degli spazi. Inoltre bisogna tener conto anche dei costi di installazione, che potrebbero variare notevolmente anche per impianti della stessa tipologia.

Normalmente per un appartamento di circa 100 mq, composto da soggiorno, cucina, due camere da letto, bagno e balconi un impianto domotico di base si aggira su un costo di 5.000 euro. Esso è costituito da un certo numero di pulsanti, interruttori e punti di comando per le tapparelle, punti luce indipendenti, un cronotermostato, delle prese dedicate al controllo degli elettrodomestici, un

dispositivo per l'invio di SMS per il controllo dell'impianto e dei segnali di allarme, un dispositivo con avviso sonoro anti-sovraccarico e un centralino con protezioni elettriche a riattivazione automatica.

Esistono impianti domotici di base e impianti domotici a prestazioni evolute, costituiti dall'aggiunta di optional all'impianto di base quali: un kit di videocitofonia (1.260 euro circa), un pannello domotico di controllo touch-screen per visualizzare su un unico schermo tutte le funzioni dell'immobile attraverso planimetrie e fotografie dell'appartamento (3.400 euro), una gestione automatizzata delle tapparelle tramite un kit che ne controlla quattro in contemporanea (490 euro), un allarme gas con sensori per la chiusura dell'elettrovalvola in caso di fuoriuscita e sistema di avviso pericolo tramite un sms (190 euro), un dispositivo per il controllo dell'immobile e la gestione a distanza dell'impianto domotico via internet con smartphone (1.100 euro), una gestione clima per la programmazione giornaliera o settimanale delle temperature diverse in ogni stanza (150 euro) e infine un allarme allagamento con sensori per la chiusura dell'elettrovalvola principale con invio di un sms per l'avvertimento del pericolo (250 euro).

Il costo totale di un impianto domotico di questo tipo può essere di circa 16.000 euro.

Il patrimonio immobiliare del nostro caso di studio vanta di una superficie che è pari a 3.172 m², per poter stimare una spesa complessiva è stato richiesto un preventivo alla società "Hi Team": in base alla dimensione dell'immobile è stata stimata una spesa pari a 55.291 euro. Come è specificato dall'azienda la soluzione domotica proposta prevede diverse sezioni e sottoimpianti, e ogni sottoimpianto ha una sua autonomia. Inoltre grazie all'integrazione domotica tutti gli impianti sono in grado di dialogare tra loro, componendo un sistema domotico intelligente, grazie ad una piattaforma domotica di tipo Hi System, piattaforma multi protocollo e multi dispositivo. L'impianto domotico proposto prevede l'utilizzo di un servizio multopiattaforma che permette il controllo anche da tablet e smartphone Android e da iPhone e iPad, tramite una connessione Wifi o una connessione dati 3G/4G. il collegamento avviene tramite un abbonamento a costo zero.

L'impianto domotico proposto è costituito da:

- Impianto elettrico con controllo domotico di luci, prese, automatismi e sensoristica in genere, gestito tramite una tecnologia a bus compatibile con la tecnologia elettrica tradizionale, avente un costo pari a 41.745 euro;
- Termoregolazione, un controllo domotico in grado di controllare temperatura e umidità di ogni zona dell'edificio. Per la termoregolazione sono stati previsti cronotermostati sempre su bus domotico, ognuno dei quali è in grado di dialogare via bus con fancoil o relè per pompe

di ricircolo scambi e altri attuatori presenti nell'impianto di termoregolazione tradizionale. L'impianto descritto prevede un costo pari 1.470 euro;

- Dati, sat e tv, il quale rappresenta l'impianto di distribuzione dati, ad un costo di 6.370 euro.

A queste spese va aggiunto il costo di predisposizione per gli accessori scelti che si aggira intorno a 1.290 euro, il costo di 4.416 euro per alcune attività necessarie quali il coordinamento e l'assistenza in cantiere per le integrazioni, la progettazione funzionale e planimetrica e la redazione di capitolati per ognuno degli impianti progettati. A seguito delle considerazioni di gestione di un BMS affrontate nel paragrafo 3.8.5, non si può prescindere dal considerare il costo annuale per la manutenzione del sistema stesso che, per il patrimonio considerato, può ammontare intorno ai 20.000 euro.

Il costo totale di questo scenario è pari a **75.291,40 euro**.

Ipoteticamente può essere previsto anche in questo caso l'uso di un modello BIM; se così fosse andrebbe considerato, come negli scenari precedenti, un costo di un BIM modeler pari a 5.760,00 euro, di cui 3.200,00 euro per la produzione del modello BIM e 2.560,00 euro per l'aggiornamento annuale del 3D. Questa aggiunta comporterebbe un aumento della spesa complessiva di 5.760 euro, per un totale di **81.051,40 euro**.

3.9.5. IPOTESI 5

La quinta ipotesi, come è stato descritto nel paragrafo 3.8.5., è quella proposta in questa tesi, e che verrà approfondita nel capitolo 4. Si tratta dell'integrazione di un sistema di indoor mapping ottenuto tramite sensori, **Bluetooth Low Energy (BLE) beacon**, trasmettitori radio a bassa potenza che sfruttano la tecnologia Bluetooth per monitorare la presenza di dispositivi mobili, come illustrato nel paragrafo 4.2.1.

Il patrimonio oggetto di studio presenta una superficie totale pari a 3.172 m² e si suddivide, come si approfondirà nel paragrafo 4.1.1., in chiesa, casa parrocchiale, oratorio e scuola materna, aventi rispettivamente superfici pari a 438 m², 518 m², 1901 m² e 315 m².

I BLE beacon sono in grado di servire aree piuttosto vaste; basti pensare che 150 beacons sono in grado di ricoprire una superficie di 8000 m² (34).

Per l'immobile analizzato sono necessari 61 beacons, che si suddividono in questo modo:

- 9 beacons per la chiesa;
- 10 beacons per la casa parrocchiale;
- 36 beacons per l'oratorio;

- 6 beacons per la scuola materna.

Sul mercato esistono numerose tipologie di BLE beacon con dimensioni e caratteristiche differenti; per stimare un'ipotetica spesa complessiva si è scelto quattro tipologie di sensori indoor mapping:

- MODELLO 1: Beaconinside BEACON, 27,50 euro;
- MODELLO 2: BlueBeacon Mini, 19,00 euro;
- MODELLO 3: BlueBeacon Forte, 27,00 euro;
- MODELLO 4: BlueBeacon Maxi, 23,00 euro.

Si è proceduto facendo una media aritmetica tra i prezzi di questi quattro prodotti ricavando un prezzo unitario pari a 24,13 euro, ottenendo un totale pari a 1.471,63 euro.

Come è stato definito nel paragrafo 4.1.1. i BLE beacon emanano segnali recepibili da app programmate per tablet e smartphone, nello specifico l'app "Nexthome", applicazione gratuita esistente sia per iOS che per Android (34). Esistono comunque altre applicazioni in grado gestire i beacons installati in un determinato locale e tutte gratuite (per esempio, Beacon Tools).

Oltre ai Beacons si considerano anche i sensori contapersone (vedi par. 4.2.2 per approfondimenti), in particolare il modello KIT CRR di Microlog, i quali verranno installati negli spazi comuni. Considerando un prezzo unitario di 318 euro e un numero di locali pari a 10 si ottiene un costo totale di 3.180 euro.

Al costo dei BLE beacon e dei contapersone bisogna aggiungere anche l'abbonamento ad Autodesk Revit e i costi di consulenza di un BIM modeler, pari a 5.760 euro, dei quali sono stati già specificati i costi nei paragrafi precedenti. Si aggiungono i costi della licenza di Revit, prevedendo un abbonamento annuale al costo di 2.720 euro.

La spesa totale di questa ipotesi, comprensiva del costo dei BLE beacon e dell'abbonamento annuale ad Autodesk Revit, ammonterebbe a 13.132 euro.

Inoltre nel caso di studio analizzato si è parlato di applicazioni cloud collegate al modello di Revit che permettono di gestirlo tramite smartphone e tablet; è stato previsto, anche in questo caso, l'utilizzo di BIM 360 Field, soprattutto per le potenzialità che presenta in termini di aggiunta di dati in cloud e di programmazione di attività in remoto. Autodesk propone quattro tipi di abbonamenti BIM 360 Team: uno mensile al costo di 12,20 euro, uno annuale, consigliato dal produttore, al costo di 115, 90 euro, uno biennale di 231,80 euro e infine un abbonamento triennale pari a 347,70 euro. Come è già stato definito nel paragrafo 3.9.3. lo svantaggio è rappresentato dal fatto che queste applicazioni

possono essere installate e utilizzate solo su iPad quindi bisogna considerare anche il suo costo, che è pari a 519 euro. Il gestore dovrà fornire a tutte le imprese di manutenzione un iPad con l'applicazione installata, che verrà poi restituito al termine del servizio. Considerando un ipotetico numero di manutentori pari a 10 (10 iPad e 10 licenze) si otterrà un costo pari a 6.349 euro.

Considerando un abbonamento BIM 360 Team annuale il costo totale di questa ipotesi si aggiornerebbe a **19.480 euro**.

3.9.6. CONFRONTO TRA LE IPOTESI

Dopo aver analizzato nello specifico le 5 ipotesi di scenari manutentivi proposti, si riportano dei grafici riassuntivi, che confrontano dapprima i diversi costi necessari in occasione dell'installazione del sistema, e poi i costi di gestione del sistema per gli anni successivi. Per l'analisi dettagliata dei costi si rimanda all'allegato A.

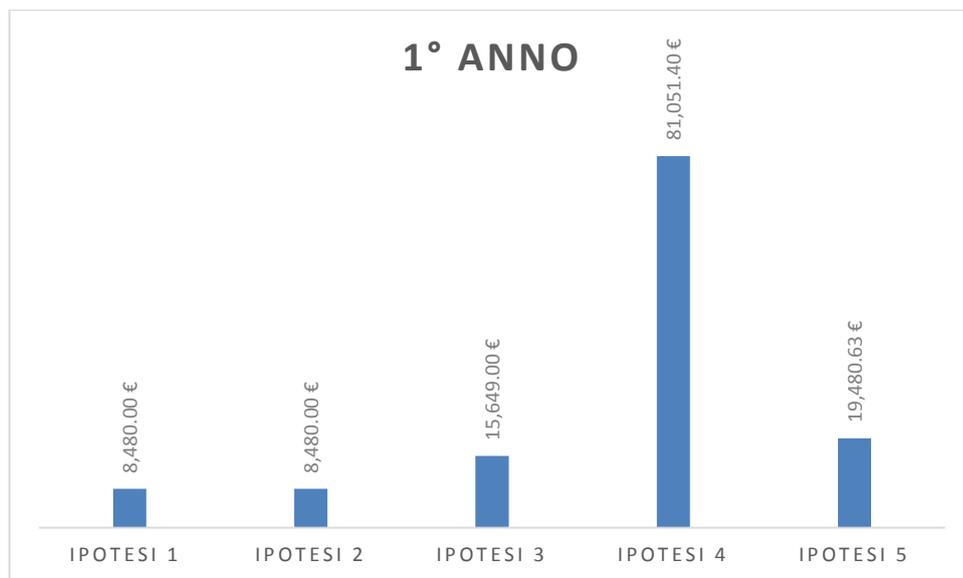


TABELLA 3.1 – COSTI SCENARI A CONFRONTO NELL' ANNO DI INSTALLAZIONE DEL SISTEMA

Com'era prevedibile, il sistema che presenta costi di installazione maggiori è quello valutato nell'ipotesi 4, di installazione di un BMS associato ad un modello BIM, mentre le ipotesi meno costose sono l'ipotesi 1 e l'ipotesi 2, rispettivamente di gestione delle manutenzioni tramite il modello BIM in mano all'utente (ipotesi 1) e di gestione delle manutenzioni tramite modello centrale al gestore e modello cloud agli utenti (ipotesi 2). Occorre tuttavia considerare che l'ipotesi metodologica 5, oggetto di approfondimento di questa ricerca, presenta, a fronte di costi di installazione poco maggiori rispetto alle altre due, vantaggi operativi in più campi del Facility Management, poiché prevede la gestione delle manutenzioni su richiesta (con georeferenziazione del segnale dell'utente) per i componenti fisici, impiantistici, e di arredo, la gestione delle manutenzioni

programmate ed il coordinamento e l'efficienza di servizi no core, come quelli di pulizia degli ambienti. Come si andrà ad approfondire nel capitolo 4 si stima inoltre che il metodo comporterebbe dei risparmi economici e temporali in fase operativa, soprattutto relativamente alle manutenzioni su richiesta, dovuti principalmente alla riduzione dei tempi necessari per sopralluoghi ed ispezioni sul campo al fine della comprensione del problema.

A partire dal secondo anno le spese di sistema si limiteranno al solo abbonamento annuale di Autodesk Revit e al costo dell'aggiornamento del modello BIM (per le prime tre ipotesi); per la quarta ipotesi si considererà il costo di manutenzione del BMS e di aggiornamento del modello BIM, mentre per l'ultima ipotesi si dovrà tener conto dell'abbonamento annuale di Revit e dell'abbonamento Autodesk Bim 360 team oltre che del costo necessario per il periodico aggiornamento del modello, in occasione degli interventi; questi ultimi vengono stimati considerando mediamente una giornata lavorativa necessaria ogni 3 mesi, ragionevolmente minore rispetto al primo anno in cui, con grande probabilità, le attività sul campo determineranno la conoscenza di una mole maggiore di dati non reperiti in sede di modellazione iniziale.

Si riporta un grafico che stima i costi riassuntivi che si otterranno per gli anni successivi al primo:



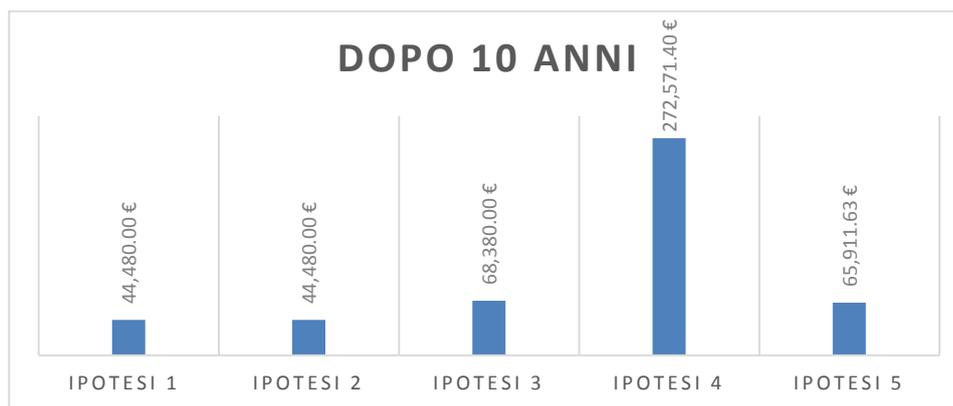
TABELLA 3.2 - COSTI SCENARI A CONFRONTO A PARTIRE DAL SECONDO ANNO DI UTILIZZO

A partire dal secondo anno di utilizzo, come si può notare, la spesa maggiore è sempre la quarta, la quale costa più di 15.000 euro rispetto agli altri quattro scenari. Inoltre si può osservare che la quinta ipotesi, oltre a essere quella potenzialmente più efficiente, costa circa 16.000 euro in meno rispetto al caso più costoso e quasi alla pari dell'ipotesi 3, che prevede l'utilizzo di codici QR di mappatura dei componenti. Ciò è dovuto a costi di gestione del sistema ridotti rispetto a quelli previsti per l'ipotesi 3, che deve fare i conti con le ispezioni periodiche necessarie a valutare lo stato dei codici QR

Le analisi economiche effettuate si riferiscono al caso di studio che si andrà ad esporre nel capitolo 4, avente una superficie totale di **3.172 m²**.

A valle delle considerazioni economiche condotte per il primo anno (costi di installazione del sistema) ed il secondo anno (costi di gestione del sistema) si ritiene utile fare ora delle valutazioni di lungo

termine, che diano dati utili in termini di investimenti. Considerando, per tutti i metodi considerati, dei costi di gestione costanti negli anni, si ottiene che, dopo un periodo di dieci anni, i sistemi più economici, a pari merito, restano quelli valutati nell'ipotesi 1 (modello BIM in mano all'utente) e 2 (modello BIM centrale al gestore e modello BIM cloud agli utenti) (fig. 3.10). A tal proposito occorre ricordare che, nel caso di patrimoni per i quali utenti e gestori non siano la stessa persona la prima ipotesi, oltre ad essere quella qualitativamente meno efficace, vedrebbe un importante aumento dei costi, dovuto alla moltiplicazione delle licenze necessarie per acquisire i modellatori BIM. Facendo il confronto tra le due ipotesi qualitativamente più significative, la 3 e la 5, si può notare che, mentre all'installazione l'ipotesi 5 costa circa 4.000 euro in più rispetto alla 3, dopo 10 anni la situazione si ribalta (tabella 3.3). E' evidente quindi che, se si ragiona in termini di investimento, l'utilizzo di sensori di indoor positioning abbinati a modelli BIM del patrimonio comporta, oltre che la possibilità di una gestione complessiva di più attività rientranti nell'ambito del Facility Management, anche risparmi economici rispetto ad altri sistemi (mappatura con codici QR o sistemi BMS).



	ipotesi 1	ipotesi 2	ipotesi 3	ipotesi 4	ipotesi 5
1° anno	8.480,00 €	8.480,00 €	15.649,00 €	81.051,40 €	19.480,63 €
2° anno	4.000,00 €	4.000,00 €	5.859,00 €	21.280,00 €	5.159,00 €
10° anno	4.000,00 €	4.000,00 €	5.859,00 €	21.280,00 €	5.159,00 €
Totale	44.480,00 €	44.480,00 €	68.380,00 €	272.571,40 €	65.911,63 €
Incremento percentuale rispetto all'ipotesi 2	0%	0%	54%	513%	48%

TABELLA 3.3 - IPOTESI A CONFRONTO: COSTI TOTALI DI SISTEMA DOPO 10 ANNI

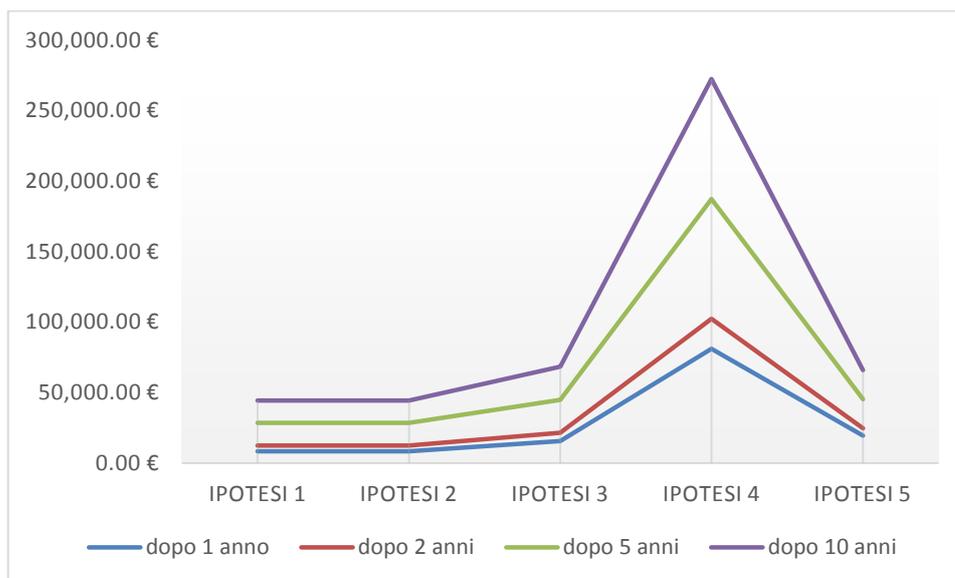


FIGURA 3.10 - CONFRONTO ECONOMICO METODI: COSTI TOTALI DI SISTEMA NEL TEMPO

Si è poi proceduto a valutare quanto incide l'estensione del patrimonio immobiliare ai fini dell'economicità dei metodi; di seguito si riportano i dati ottenuti sui costi di sistema se si considera un patrimonio tre volte più vasto oppure un patrimonio con un'area totale due volte minore.

3.9.6.1. PATRIMONIO ESTESO

In questo paragrafo si ipotizza un patrimonio tre volte più vasto rispetto al nostro caso di studio, con una superficie complessiva pari a **9.516 m²**. Si suppone che, anche in questo caso, il patrimonio sia composto da cinque edifici. Si riportano di seguito i costi complessivi delle cinque ipotesi confrontati con quelli del caso precedente (vedi allegato A):

1° ANNO			
	Costo di sistema patrimonio esteso	Costo di sistema caso di studio	Aumento [%]
IPOTESI 1	16.160,00 €	8.480,00 €	91%
IPOTESI 2	16.160,00 €	8.480,00 €	91%
IPOTESI 3	23.329,00 €	15.649,00 €	49%
IPOTESI 4	230.482,20 €	81.051,40 €	184%
IPOTESI 5	32.527,38 €	19.480,63 €	67%

TABELLA 3.4 – COSTI TOTALI PRIMO ANNO PATRIMONIO CON SUPERFICI MAGGIORI

2° ANNO			
	Costo di sistema patrimonio esteso	Costo di sistema caso di studio	Aumento [%]
IPOTESI 1	4.640,00 €	4.000,00 €	16%
IPOTESI 2	4.640,00 €	4.000,00 €	16%
IPOTESI 3	6.339,00 €	5.859,00 €	8%
IPOTESI 4	61.920,00 €	21.280,00 €	191%
IPOTESI 5	5.799,00 €	5.159,00 €	12%

TABELLA 3.5 – COSTI TOTALI SECONDO ANNO PATRIMONIO CON SUPERFICI MAGGIORI

Si può notare come l'estensione del patrimonio sia più significativa per l'ipotesi di sistemi di indoor mapping, in termini di costi sia di installazione che di gestione, rispetto all'ipotesi 3 (mappatura con codici QR). Dai risultati ottenuti si potrebbe constatare quindi che l'ipotesi di sistemi di indoor mapping abbinati a modelli BIM non sia idonea ad un'applicazione su edifici molto estesi. Occorre tener presente però che, in tale confronto, non è solo l'estensione del patrimonio a determinare la differenza di costo tra i due sistemi (quindi la convenienza dell'uno o dell'altro metodo) ma la quantità di componenti fisici e impiantistici presenti. Mentre l'utilizzo di codici QR prevede infatti una mappatura completa di tutti gli elementi, utilizzando i sensori Beacons vengono mappati solamente gli ambienti e di conseguenza costo complessivo è indipendente dal numero di componenti e varia solo al variare della superficie. Se si va a considerare quindi un patrimonio edilizio molto esteso ma con numero limitato di componenti fisici ed impiantistici, l'ipotesi 3 di mappatura degli elementi con codici QR può risultare particolarmente vantaggiosa, in termini economici, per la gestione delle manutenzioni. Se tuttavia si considerasse un patrimonio edilizio meno esteso, ma con una complessità tecnologica maggiore, soprattutto in termini impiantistici, si riscontrerebbero dei costi di sistema (di installazione e gestione) più significativi per l'ipotesi di mappatura dei componenti che per la mappatura dei soli ambienti (sistemi di indoor mapping).

3.9.6.2. PATRIMONIO RIDOTTO

Nel paragrafo 3.9.6.1. si è analizzato di quanto può aumentare il costo totale dei cinque diversi scenari se si considera un patrimonio con una superficie totale tre volte più vasta. Per completezza si procede ad analizzare in questo paragrafo di quanto può diminuire il costo totale delle diverse ipotesi se si considera una superficie degli immobili due volte inferiore rispetto al nostro caso di studio. L'area totale in questo presunto patrimonio è pari a **1.586 m²**, e si suppone che vi siano tre edifici (casa parrocchiale, oratorio e chiesa). Valgono le medesime considerazioni fatte nel paragrafo precedente relativamente all'importanza dell'estensione di un patrimonio in rapporto alla

complessità tecnologica ed impiantistica che lo caratterizza. Si riportano i costi complessivi dei cinque scenari, confrontati con quelli del nostro caso di studio:

1° ANNO			
	Costo di sistema patrimonio ridotto	Costo di sistema caso di studio	Diminuzione [%]
IPOTESI 1	5.600,00 €	8.480,00 €	34%
IPOTESI 2	5.600,00 €	8.480,00 €	34%
IPOTESI 3	12.769,00 €	15.649,00 €	18%
IPOTESI 4	47.733,70 €	81.051,40 €	41%
IPOTESI 5	14.262,75 €	19.480,63 €	27%

TABELLA 3.6 – COSTI TOTALI PRIMO ANNO PATRIMONIO CON SUPERFICI MINORI

2° ANNO			
	Costo di sistema patrimonio ridotto	Costo di sistema caso di studio	Diminuzione [%]
IPOTESI 1	3.360,00 €	4.000,00 €	16%
IPOTESI 2	3.360,00 €	4.000,00 €	16%
IPOTESI 3	5.219,00 €	5.859,00 €	11%
IPOTESI 4	15.640,00 €	21.280,00 €	27%
IPOTESI 5	4.519,00 €	5.159,00 €	12%

TABELLA 3.7 – COSTI TOTALI SECONDO ANNO PATRIMONIO CON SUPERFICI MINORI

E' possibile notare come, riducendo la superficie immobiliare e considerando edifici con limitati componenti tecnologici, il sistema di indoor mapping abbinato a modelli BIM per la gestione delle attività di Facility Management è quello che prevede una maggiore diminuzione in termini di costi di installazione del sistema. Ciò testimonia l'adeguatezza del sistema per patrimoni immobiliari con superfici ridotte, fermo restando le considerazioni fatte nel paragrafo precedente relativamente all'importanza, in queste stime, della complessità tecnologica del patrimonio.

Il confronto qualitativo tra i flussi e le indagini economiche hanno portato in luce come l'ipotesi 5, oggetto di questa tesi, comporti, oltre che un risparmio economico nell'ottica di investimenti di lungo termine, anche la possibilità di gestire in maniera più semplice molti più aspetti del Facility Management, dalla sostituzione di arredi alla gestione delle pulizie. Si è inoltre constatato come il parametro superficie determini effettivamente delle variazioni importanti dei costi di sistema ma che, per un corretto confronto tra le ipotesi di indoor mapping e di mappatura dei componenti con codici QR, è molto più significativa la variazione della complessità tecnologica dell'edificio in termini quantitativi e qualitativi.

Capitolo 4 - CASO DI STUDIO: APPLICAZIONE DEL SISTEMA AD UN PATRIMONIO PARROCCHIALE

Il quadro di conoscenza globale maturato sullo stato dell'arte costituisce la base informativa per implementare una piattaforma digitale di supporto al Facility Management ed alla gestione degli interventi manutentivi, che abbia un'utilità effettiva e pratica e soddisfi esigenze reali di questo settore.

Determinato, nel capitolo 3, il processo che si intende attuare, si procede ad approfondirne le specifiche: si discuteranno gli strumenti tecnologici da integrare nella realizzazione di un sistema di supporto alle attività gestionali e si spiega la struttura logica del processo, tramite diagrammi di flusso. Si predispongono poi un capitolato descrittivo (allegato B) per definire gli obiettivi e le prestazioni informatiche e telematiche richieste, da allegare ad un eventuale appalto di un servizio di progettazione informatica della piattaforma, così da poter procedere alla messa in pratica del metodo rappresentato. La definizione dei requisiti del sistema ha posto la necessità di verificarne la fattibilità tecnica in termini informatici: nel corso della ricerca si è tenuto dunque un incontro con "noovle", una società che si occupa dello sviluppo di software per conto di Google in Italia, dal quale si ha avuto riscontro positivo circa la possibilità di implementare il sistema. La società ha inoltre proposto l'integrazione nel metodo di un'applicazione già programmata per interagire con dei sensori di posizione, della quale si illustreranno di seguito le caratteristiche e specifiche tecniche .

4.1. REALIZZAZIONE DEL MODELLO BIM

Il caso pratico su cui si è deciso di attuare il metodo progettato è il patrimonio edilizio della parrocchia "Nostra Signora della Misericordia", a Baranzate. Si tratta di una delle due parrocchie dell'Arcidiocesi di Milano su cui si è condotta l'attività di archiviazione digitale della documentazione catastale e tecnica, per la redazione dei fascicoli del fabbricato (capitolo 2). In tale occasione si è potuto infatti reperire tutta la documentazione progettuale disponibile ed effettuare le operazioni di rilievo necessarie alla realizzazione di un modello BIM del patrimonio.

Il building information model costituisce, in tutti i casi del processo implementato per la gestione delle attività di Facility Management, lo strumento di approfondimento della conoscenza degli organismi edilizi, il database informatico utile al gestore ed al servizio di manutenzione per reperire i dati necessari, ulteriori a quelli giunti dalle segnalazioni dell'utente, per comprendere, già in ufficio, la natura del problema e l'intervento necessario.

Come si è già illustrato nel capitolo 1, l'atteggiamento restio, in Italia, all'introduzione dell'approccio BIM alla progettazione, ma in generale a tutto il ciclo di vita degli edifici, è riconducibile principalmente a due fattori:

- Necessità di formazione dei professionisti sull'utilizzo dei nuovi software;
- Investimenti necessari per acquisire i software ed espletare i servizi di formazione necessari.

Nel caso specifico dell'utilizzo del BIM applicato alla dimensione della gestione durante la fase di esercizio, si aggiunge poi l'onerosità delle operazioni di rilievo, principalmente in termini di:

- Reperimento in archivio di tutti i dati necessari;
- Tempo necessario ad un rilievo completo e ad una sua precisa restituzione su software di modellazione BIM.

Nel caso di adozione del BIM alla dimensione del Facility Management, tuttavia, è importante considerare che il modello costituisce una piattaforma che, più che garantire la precisione del disegno, deve raccogliere i dati tecnici e manutentivi reperiti nella fase iniziale, ma soprattutto tutti quelli acquisiti nel corso del tempo, in occasione di tutti gli interventi eseguiti sugli edifici. Si intende pertanto ridurre l'impegno di risorse iniziale necessario normalmente, realizzando un modello di partenza costituito da geometrie semplici e dai soli dati utili alle attività gestionali reperiti in archivio, ma garantire poi nel tempo un aggiornamento costante delle informazioni. Si otterrebbe così la possibilità di utilizzare, fin dal principio, un modello di supporto realizzato in un tempo relativamente breve, che possa però accrescere in modo esponenziale la sua potenzialità ad utilità negli anni.

4.1.1. LA MODELLAZIONE TRIDIMENSIONALE DEL PATRIMONIO EDILIZIO OGGETTO DEL CASO DI STUDIO

Il patrimonio edilizio che si è modellato è costituito da 5 edifici, gestiti da un unico parroco e situati tutti nello stesso isolato di una zona di Baranzate, in via Conciliazione (fig. 4.1).

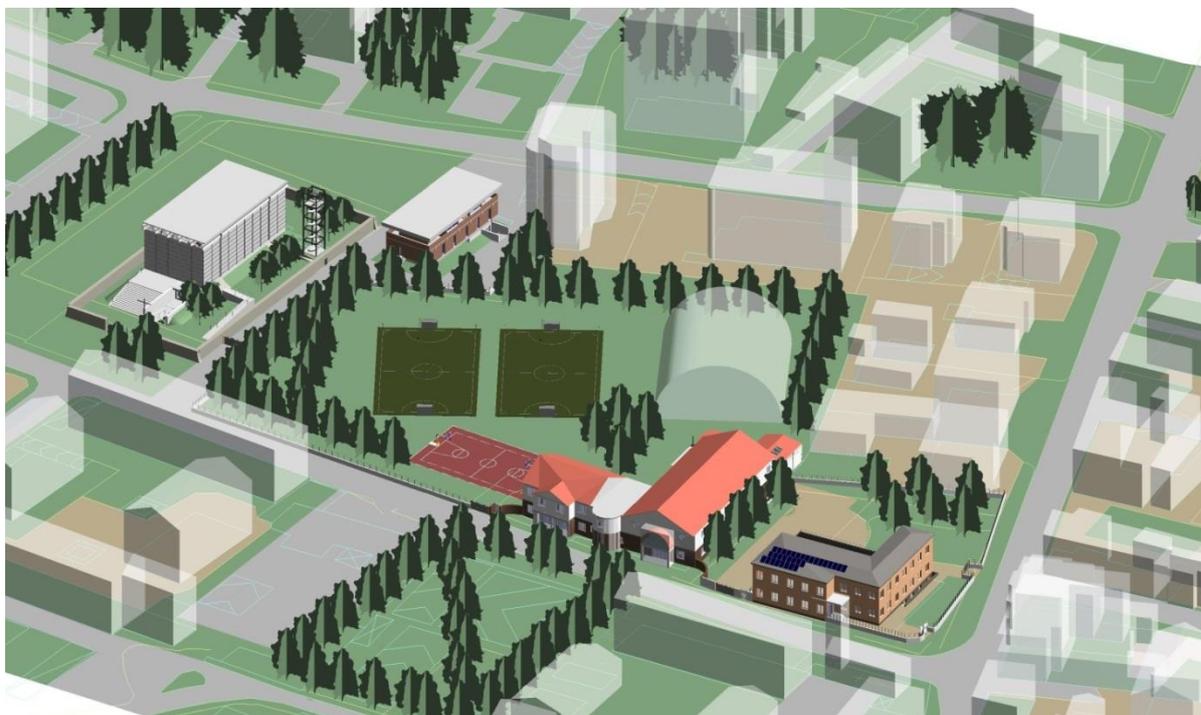


FIGURA 4.1 - MODELLO BIM DEL PATRIMONIO: CONTESTUALIZZAZIONE

Si è deciso di modellare gli edifici del contesto come masse solide, al fine sia di una contestualizzazione del patrimonio sia per una possibile utilità nel processo manutentivo in termini di georeferenziazione per la ricerca dei fornitori o manutentori nei dintorni.

Nello specifico gli immobili modellati con Revit Architecture sono:

- 1) **Chiesa “Nostra Signora della Misericordia”**: si tratta di un edificio realizzato negli anni '60 ma ristrutturato nel 2015, costituito da struttura in c.a. precompresso ed involucro interamente vetrato (fig. 4.2);



FIGURA 4.2 - MODELLO BIM: CHIESA "NOSTRA SIGNORA DELLA MISERICORDIA"

2) **Casa parrocchiale** (fig. 4.3)



FIGURA 4.3 - MODELLO BIM: CASA PARROCCHIALE

3) **Oratorio maschile e femminile:** realizzato negli anni '70 e oggetto di diversi interventi di ristrutturazione negli anni; è costituito da strutture in c.a. e involucro in muratura costituita da doppio paramento in mattoni forati con strato isolante interposto (fig. 4.4);



FIGURA 4.4 - MODELLO BIM: ORATORIO MASCHILE E FEMMINILE

4) **Scuola dell'infanzia**

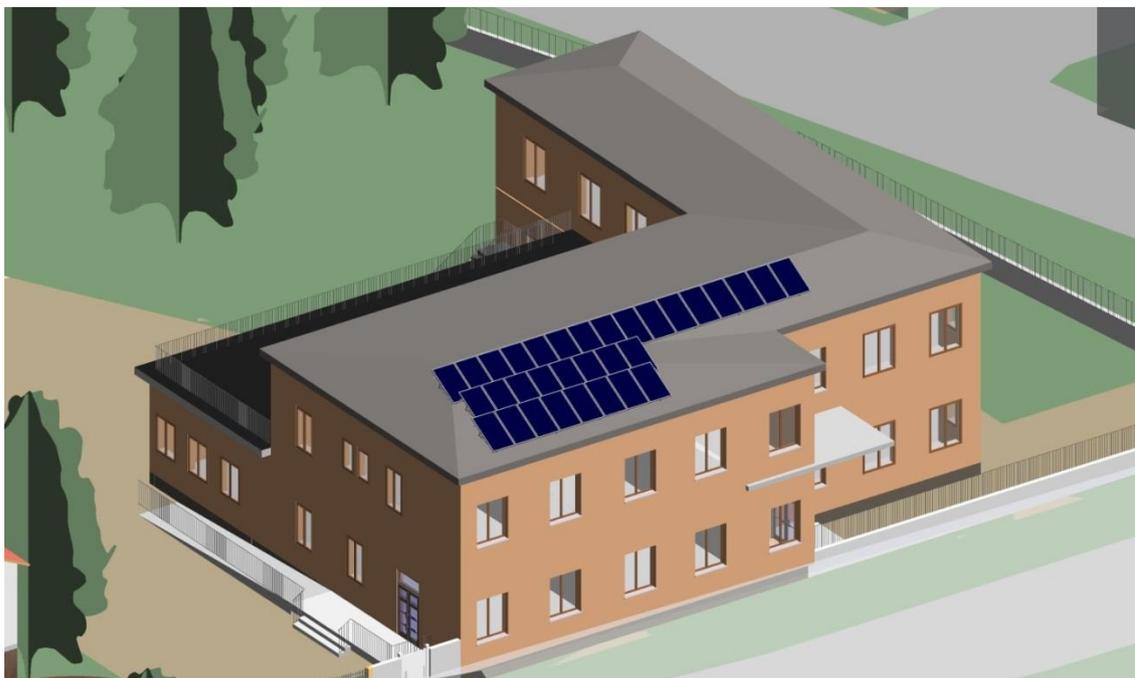


FIGURA 4.5 - MODELLO BIM: SCUOLA DELL'INFANZIA

- 5) **Tensostruttura**: si tratta di una struttura realizzata di recente, per la quale non è stata ancora accatastata la documentazione tecnica; ci si è pertanto limitati in questo caso a realizzare il modello come semplice massa, da approfondire in occasione dell'accatastamento.

4.1.2. ARCHIVIAZIONE DOCUMENTALE SU BASE BIM

Nel capitolo 2 si è illustrato il metodo di archiviazione digitale della documentazione patrimoniale sul portale web progettato per il patrimonio dell’Arcidiocesi. Si tratta di uno strumento utile per la consultazione delle informazioni e per la conservazione organizzata dei documenti ai fini delle attività che rientrano nella due diligence immobiliare, ma che presenta alcuni limiti, relegabili soprattutto all’assenza di un’interfaccia grafica che crei una corrispondenza tra immobile e relativo documento.

Se, nel caso specifico del patrimonio analizzato, consideriamo l’oratorio, si ha a che fare con un edificio la cui realizzazione originaria risale agli anni ’70, ma che poi negli anni ha subito importanti lavori di ristrutturazione. In particolar modo questo immobile può essere suddiviso in tre parti: l’oratorio originario, la sala polifunzionale adiacente ed i più recenti ampliamenti relativi a cucina e spogliatoi. Il portale web di archiviazione, sebbene preveda una sezione di dati generali dedicata anche ad indicazioni sull’anno di costruzione e sullo storico delle modifiche più sostanziali eseguite negli anni, conserva poi i documenti catastali e tecnici in forma cumulativa, senza fare una sostanziale differenziazione di catalogazione con riferimento alle diverse parti costituenti l’immobile. Il risultato è che, per esempio, nella sezione dedicata ai permessi, troviamo accatastate una serie di concessioni edilizie ma, per capire a quali parti si riferiscono, è necessario aprirle una per una, operazione scomoda specie per chi, come avviene in occasione dei passaggi di gestione tra parroci, non conosce la storia di quegli edifici. La soluzione che si è messo in atto è stata quella di riproporre, sul modello, una catalogazione simile a quella realizzata sul portale (dati generali, concessioni, strutture, impiantistica, ecc) inserendo dei parametri condivisi (quindi esportabili in abachi all’interno di Revit e come dati alfanumerici all’esterno di Revit) di tipo URL, riportanti il percorso di collegamento ad i rispettivi files.

Sul modello, avendo a disposizione la vista tridimensionale, si sono realizzate tre masse differenti (oratorio originario, sala polifunzionale, cucine e spogliatoi) su cui si sono caricati i rispettivi documenti. E’ ora possibile consultare le informazioni relative a ciascuna delle porzioni e soprattutto comprendere più agevolmente che documentazione occorre reperire, perché mancante (fig. 4.6).

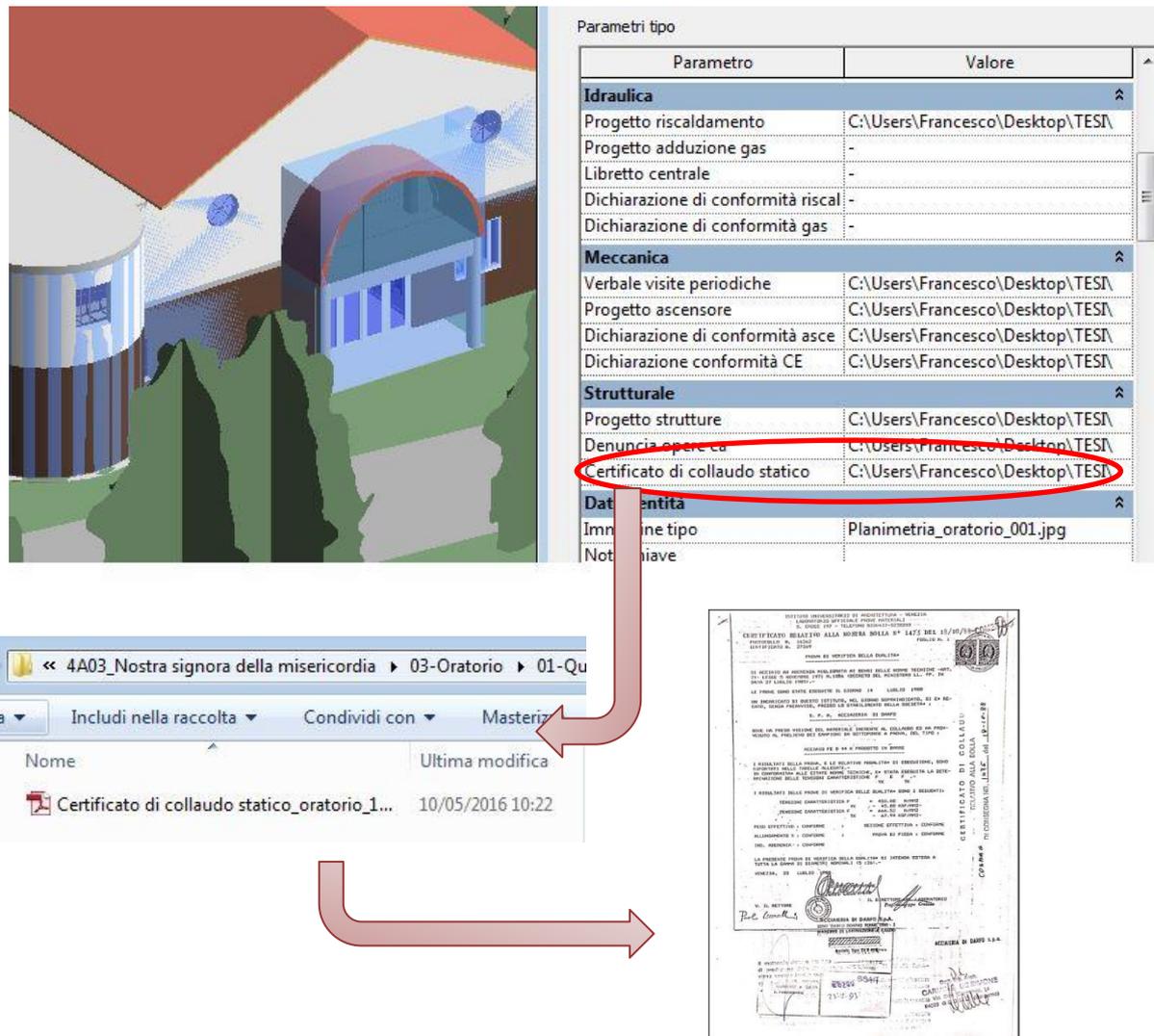


FIGURA 4.6 - MODELLO BIM: ARCHIVIAZIONE DOCUMENTALE

Occorre fare una considerazione di metodo: è opportuno, trattandosi di documentazione archiviata sotto forma di trascrizione del percorso di raggiungimento del file sul database del PC, organizzare i files in cartelle che ripropongano la logica di catalogazione del portale (e del modello) (fig. 4.7). Un'archiviazione casuale e senza metodo, infatti, potrebbe comportare la perdita del collegamento e l'impossibilità di consultare, in maniera immediata, l'informazione ricercata, specie in occasione della condivisione del database informatico tra i diversi soggetti coinvolti nel processo di gestione (gestore e manutentore).

The screenshot shows a digital archiving interface. At the top, there is a breadcrumb trail: "4A03_Nostra signora della misericordia" followed by a right-pointing arrow, "03-Oratorio" followed by a right-pointing arrow, and "01-Quadro conoscitivo". Below this, there are two buttons: "Masterizza" and "Nuova cartella". The main area is a table with three columns: "Nome", "Ultima modifica", and "Tipo". The table contains six rows of data, each with a yellow folder icon to the left of the file name.

Nome	Ultima modifica	Tipo
01-Doc. patrimoniale	22/06/2016 10:28	Cartella di
02-Doc. amministrativa	22/06/2016 09:39	Cartella di
03-Doc. tecnica	22/06/2016 09:39	Cartella di
04-Stato conservativo (foto)	22/06/2016 09:39	Cartella di
05-Contratti di manutenzione	22/06/2016 09:39	Cartella di
06-Doc. fotografica	04/05/2016 11:24	Cartella di

FIGURA 4.7 - ARCHIVIAZIONE DIGITALE SUL MODELLO: LOGICA DI ARCHIVIAZIONE DEI FILES SCANSIONATI

4.1.3. MODELLO BIM: REALIZZAZIONE DEL DATABASE INFORMATICO AI FINI GESTIONALI

Il modello BIM, per garantire effettiva utilità nel processo manutentivo che si va ad implementare, deve costituire un database di informazioni utili sia al gestore che al manutentore, per reperire dati utili alla comprensione dello specifico oggetto da riparare e determinare dunque, già in ufficio, che tipo di intervento programmare.

L'attività che il BIM modeler deve eseguire, dopo la realizzazione del modello geometrico, è l'archiviazione dei dati su Revit. A tal proposito occorre dire che recenti applicazioni stanno proponendo la possibilità di realizzare il database informatico su applicazioni di gestione dati alfanumeriche esterne (come fogli di lavoro di excel) collegate al server di Revit, al fine di consentire l'usabilità anche ad utenti che non hanno una formazione specifica su software BIM e per ridurre le possibilità di errore derivanti da trascrizioni di dati tra programmi. Nel caso specifico si è preferito caricare le informazioni direttamente su Revit e prevedere dunque la presenza fissa di un consulente capace di utilizzare questo tipo di applicazioni, principalmente per tre motivi:

- innanzitutto un BIM modeler a presenza fissa si ritiene necessario per l'aggiornamento ed arricchimento del modello in occasioni degli interventi manutentivi o ristrutturativi; senza tale requisito l'intero processo perderebbe di senso in quanto occorrerebbe procedere a nuovi rilievi periodici dello stato di fatto, con tutte le criticità che porta con sé la ricostruzione dell'anagrafe tecnica;
- il processo prevede già la necessità di collegare la parte comunicativa, di segnalazione tramite app, al server di Revit, e si ritiene pertanto opportuno non sovraccaricare il sistema con ulteriori collegamenti automatizzati se non strettamente necessari;

- in ultima istanza occorre ricordare che l'approccio BIM è ormai consolidato in molti paesi del mondo e che anche l'Italia dovrà adattarsi, negli anni a venire, alle nuove metodologie: si ritiene pertanto utile sfruttare queste ricerche anche come modo per favorire un progressivo avvicinamento delle società all'utilizzo di software come Revit.

Si è quindi proceduto ad identificare uno degli edifici del patrimonio edilizio e ad approfondirne la modellazione in termini di componenti (fisici ed impiantistici) e relative caratterizzazioni con dati che si sono ritenuti utili ai fini gestionali. Nello specifico si è individuato l'oratorio quale "immobile cavia", soprattutto per considerazioni di praticità in termini di possibilità di installazione di sensori prova, per valutare l'efficacia della soluzione. In prima battuta si sono inseriti gli oggetti "locali" al fine di categorizzare gli ambienti con la relativa destinazione d'uso (fig. 4.8): in tal modo a seguito della comunicazione automatizzata di guasto da parte dell'utente si può comprendere, già prima di leggere l'entità del problema, le funzioni svolte nel luogo della segnalazione.



<Abaco dei locali>			
A	B	C	D
N°	Destinazione d'uso	Superficie del locale	Volume Netto (h 2.70 m)
1	Bar	131.2 m ²	319.9 m ³
2	Ripostiglio	7.2 m ²	17.6 m ³
3	WC DISABILI	3.8 m ²	9.2 m ³
4	WC	1.9 m ²	4.5 m ³
5	WC	1.9 m ²	4.6 m ³
6	WC	3.7 m ²	8.9 m ³
7	WC	3.7 m ²	9.0 m ³
8	WC	2.0 m ²	4.9 m ³
9	WC	2.0 m ²	5.0 m ³
10	Corridoio	17.1 m ²	41.6 m ³
11	Sala Polifunzionale	389.6 m ²	902.9 m ³
12	Atrio	123.0 m ²	299.9 m ³
13	Atrio	27.7 m ²	67.5 m ³
14	Segreteria	28.6 m ²	69.8 m ³
15	Cucina	31.6 m ²	77.0 m ³
16	Spogliatoio Squadra A	11.5 m ²	28.0 m ³
17	Spogliatoio Squadra B	12.9 m ²	31.4 m ³
18	Spogliatoio arbitro	5.2 m ²	12.8 m ³
19	WC Squadra B	7.0 m ²	17.1 m ³
20	WC Squadra A	6.3 m ²	15.3 m ³
21	Ripostiglio	3.0 m ²	7.3 m ³
22	Corridoio	33.6 m ²	82.0 m ³
23	Centrale termica	10.7 m ²	26.0 m ³
		865.1 m ²	2062.3 m ³

FIGURA 4.8 - MODELLO BIM: LOCALI

Si sono poi prese in considerazione le principali tipologie di impianto (ascensore, riscaldamento, antincendio, illuminazione, elettrico) gli elementi fisici (principalmente serramenti) ed alcuni oggetti di arredo; i dati che si è ritenuto importante caricare sono stati inseriti come parametri condivisi, al fine di garantire una loro comunicabilità con software esterni ed una restituzione in forma di abachi (fig. 4.9-4.10).

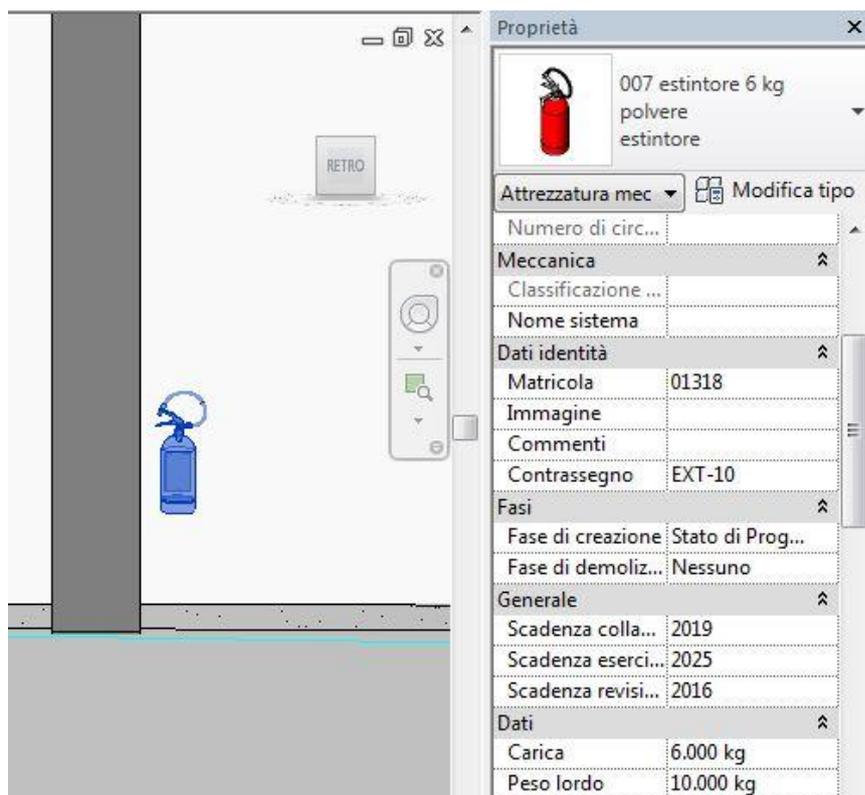


FIGURA 4.9 - COMPONENTI REVIT: DATI DI ISTANZA ESTINTORE

I	J	K	L	M	N	O	P	Q
Contrassegno	Matricola	Modello	Scadenza collaudo	Scadenza esercizio	Scadenza revisioni	1° visita	2° visita	3° visita
EXT-04	16774	PS6JABC	2018	2024	2016	01/2015	07/2015	01/2016
EXT-05	02018	PS6JABC	2019	2025	2016	01/2015	07/2015	01/2016
EXT-06	20981	PS6JABC	2018	2024	2016	01/2015	07/2015	01/2016
EXT-07	74038	PS6JABC	2027	2033	2018	07/2015	01/2016	
EXT-08	236527	PS6JABC	2017	2016	2017	07/2014	01/2015	07/2015
EXT-09	003351	PS6JABC	2021	2027	2016	01/2015	07/2015	01/2016
EXT-10	01318	PS6JABC	2019	2025	2016	01/2015	07/2015	01/2016
EXT-11	19947	PS6JABC	2017	2023	2017	07/2014	01/2015	07/2015
EXT-17	27423	PS6JABC	2021	2029	2016	01/2015	07/2015	01/2016
ALL-01								
UNI45-01		SYSTEM PK 45 I	2019			01/2014	07/2014	01/2015
UNI45-02		SYSTEM PK 45 I	2019			01/2014	07/2014	01/2015
UNI45-03		SYSTEM PK 45 I	2019			01/2014	07/2014	01/2015
UNI45-04		SYSTEM PK 45 I	2019			01/2014	07/2014	01/2015

FIGURA 4.10 – MODELLO REVIT: ABACO DELLE ATTREZZATURE ANTINCENDIO

Tale opzione permette anche una lettura più immediata di eventuali dati mancanti e conseguente necessità di procedere con istanze per reperirli, ai fini della due diligence immobiliare e tecnica. Si è ritenuto opportuno inserire, per ciascun elemento, le informazioni tecniche essenziali, i dati delle imprese incaricate della manutenzione (se presenti), i dati identificativi dei componenti (codice, modello e produttore) ed eventuali collegamenti URL a schede di prodotto o contratti di manutenzione (fig. 4.11).

Proprietà del tipo

Famiglia: 007 estintore 6 kg polvere Carica...

Tipo: estintore Duplica... Rinomina...

Parametri tipo

Parametro	Valore
Dati identità	
Impresa di manutenzione	CIODUE estintori srl
Indirizzo	Via Pier della Francesca,5 - Trezza
Numero di telefono	02-4844931
Immagine tipo	
Marcatura CE	P.E.D.97/23/CE
Nota chiave	
Modello	PS6JABC
Produttore	CIODUE estintori srl
Commenti sul tipo	
URL	C:\Users\Francesco\Desktop\TESI\
Descrizione	serbatoio in lega di alluminio vern
Codice assieme	FIRE
Costo	
Descrizione assieme	
Contrassegno tipo	FIRE-ESTINTORI
Numero OmniClass	
Titolo OmniClass	
Nome codice	

<< Anteprima OK Annulla Applica

FIGURA 4.11 - COMPONENTI REVIT: DATI PER TIPO – ESTINTORE

Si è deciso di inserire per ciascun componente, come parametri condivisi, dei dati generali necessari per l'individuazione degli elementi (fig. 4.12):

- Famiglia di appartenenza;
- Tipo di elemento;
- Codice identificativo della famiglia;
- Impresa incaricata della manutenzione (da contratto) con indirizzo e numero di telefono;
- Descrizione generale del componente
- Contrassegno identificativo dell'elemento
- Matricola;
- Modello.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Famiglia	Tipo	Codice	Impresa di manuten	Indirizzo	Numero di telefono	Descrizione	Contrassegno	Matricola	Modello
007 estintore	estintore	FIRE	CIODUE estintori	Via Pier	02-4844931	serbatoio in leg	EXT-04	16774	PS6JABC
007 estintore	estintore	FIRE	CIODUE estintori	Via Pier	02-4844931	serbatoio in leg	EXT-05	02018	PS6JABC
007 estintore	estintore	FIRE	CIODUE estintori	Via Pier	02-4844931	serbatoio in leg	EXT-06	20981	PS6JABC
007 estintore	estintore	FIRE	CIODUE estintori	Via Pier	02-4844931	serbatoio in leg	EXT-07	74038	PS6JABC
007 estintore	estintore	FIRE	CIODUE estintori	Via Pier	02-4844931	serbatoio in leg	EXT-08	236527	PS6JABC
007 estintore	estintore	FIRE	CIODUE estintori	Via Pier	02-4844931	serbatoio in leg	EXT-09	003351	PS6JABC
007 estintore	estintore	FIRE	CIODUE estintori	Via Pier	02-4844931	serbatoio in leg	EXT-10	01318	PS6JABC
007 estintore	estintore	FIRE	CIODUE estintori	Via Pier	02-4844931	serbatoio in leg	EXT-11	19947	PS6JABC
007 estintore	estintore	FIRE	CIODUE estintori	Via Pier	02-4844931	serbatoio in leg	EXT-17	27423	PS6JABC
German_fire	Allarme	FIRE	CIODUE estintori	Via Pier	02-4844931	Allarme antince	ALL-01		
M_Cassetta	UNI 45	FIRE	CIODUE estintori	Via Pier	02-4844931	Sistema fisso di	UNI45-01		SYSTEM PK 45 I
M_Cassetta	UNI 45	FIRE	CIODUE estintori	Via Pier	02-4844931	Sistema fisso di	UNI45-02		SYSTEM PK 45 I
M_Cassetta	UNI 45	FIRE	CIODUE estintori	Via Pier	02-4844931	Sistema fisso di	UNI45-03		SYSTEM PK 45 I
M_Cassetta	UNI 45	FIRE	CIODUE estintori	Via Pier	02-4844931	Sistema fisso di	UNI45-04		SYSTEM PK 45 I

FIGURA 4.12 - CARICAMENTO DATI SU MODELLO REVIT: DATI GENERALI

Per ciascuna classe di componenti si sono poi specificati i dati tecnici ritenuti necessari ai fini manutentivi e riparatori:

4.1.3.1. APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE (FIG. 4.13)

- Temperatura corrispondente al colore;
- Flusso luminoso;
- Intensità luminosa;
- Illuminanza;
- Efficacia;
- Dati elettrici (voltaggio)
- Collegamento URL a schede tecniche di prodotto

K	L	M	N	O	P	Q
Temperatura color	Flusso luminoso	Intensità luminosa	Illuminanza	Efficacia	Dati elettrici	URL
2800 K	855 lm	68 cd	7 lx	14 lm/W	120 V/1-60 W	
2800 K	855 lm	68 cd	7 lx	14 lm/W	120 V/1-60 W	
2800 K	855 lm	68 cd	7 lx	14 lm/W	120 V/1-60 W	
2800 K	855 lm	68 cd	7 lx	14 lm/W	120 V/1-60 W	
2800 K	855 lm	68 cd	7 lx	14 lm/W	120 V/1-60 W	
2800 K	855 lm	68 cd	7 lx	14 lm/W	120 V/1-60 W	
2800 K	855 lm	68 cd	7 lx	14 lm/W	120 V/1-60 W	
2800 K	855 lm	68 cd	7 lx	14 lm/W	120 V/1-60 W	
2800 K	855 lm	68 cd	7 lx	14 lm/W	120 V/1-60 W	
2800 K	855 lm	68 cd	7 lx	14 lm/W	120 V/1-60 W	
2800 K	855 lm	68 cd	7 lx	14 lm/W	120 V/1-60 W	
2800 K	855 lm	68 cd	7 lx	14 lm/W	120 V/1-60 W	
2800 K	855 lm	68 cd	7 lx	14 lm/W	120 V/1-60 W	
2800 K	855 lm	68 cd	7 lx	14 lm/W	120 V/1-60 W	
2800 K	855 lm	68 cd	7 lx	14 lm/W	120 V/1-60 W	
2800 K	855 lm	68 cd	7 lx	14 lm/W	120 V/1-60 W	
2800 K	855 lm	68 cd	7 lx	14 lm/W	120 V/1-60 W	
6430 K	23745 lm	32400 cd	400 lx	149 lm/W		C:\Users\France
6430 K	23745 lm	32400 cd	400 lx	149 lm/W		C:\Users\France
6430 K	23745 lm	32400 cd	400 lx	149 lm/W		C:\Users\France
6430 K	23745 lm	32400 cd	400 lx	149 lm/W		C:\Users\France

FIGURA 4.13 - CARICAMENTO DATI SU MODELLO REVIT: DATI TECNICI COMPONENTI DI ILLUMINAZIONE

4.1.3.2. ATTREZZATURA ELETTRICA (FIG. 4.14)

- Corrente i_b , di impiego del circuito;
- Corrente i_z , portata in regime permanente della condotta;
- Corrente i_n , nominale;
- Voltaggio;
- Collegamento URL a schede tecniche di prodotto.

L	M	N	O	P
Corrente i_b	Corrente i_n	Corrente i_z	Voltaggio	URL
			380	http://www.pun
			380	http://www.pun
			380	http://www.pun
			380	http://www.pun
			380	http://www.pun
			380	http://www.pun
			380	http://www.pun
			380	http://www.pun
			380	http://www.pun
			380	http://www.pun
			380	http://www.pun
			380	http://www.pun
			380	http://www.pun
10 A	99 A	63 A	380	
10 A	99 A	63 A	380	
10 A	99 A	63 A	380	
20 A	99 A	63 A	380	C:\Users\France
10 A	99 A	63 A	380	C:\Users\France

FIGURA 4.14 - CARICAMENTO DATI SU MODELLO REVIT: DATI TECNICI ATTREZZATURA ELETTRICA

4.1.3.3. COMPONENTI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE (FIG. 4.15)

Per i terminali (radiatori):

- Pressione massima del componente;
- Potenza;
- Contenuto d'acqua;
- Numero di elementi;
- Collegamento URL a schede tecniche di prodotto.

Per i generatori di calore:

- Pressione massima;
- Potenza convenzionale;
- Potenza al focolare;

- Potenza termica utile;
- Collegamento URL a schede tecniche di prodotto;
- Eventuale collegamento URL al piano di manutenzione concordato con l'impresa di manutenzione.

M	N	O	P	Q	R	S	T	U
Pressione massima	Potenza	Potenza convenzioni	Potenza focolare	Potenza termica utili	Contenuto d'acqua	Numero di elementi	URL	Piano di manutenzi
1600000.0 Pa	1681 W				0.25	18	C:\User	
1600000.0 Pa	1688 W				0.38	12	C:\User	
1600000.0 Pa	1681 W				0.24	18	C:\User	
1600000.0 Pa	1843 W				0.36	13	C:\User	
1600000.0 Pa	1741 W				0.44	10	C:\User	
1600000.0 Pa	1843 W				0.36	13	C:\User	
1600000.0 Pa	1741 W				0.44	10	C:\User	
1600000.0 Pa	1393 W				0.44	8	C:\User	
1600000.0 Pa	1393 W				0.44	8	C:\User	
1600000.0 Pa	871 W				0.25	5	C:\User	
1600000.0 Pa	1985 W				0.36	14	C:\User	
1600000.0 Pa	1681 W				0.24	18	C:\User	
1600000.0 Pa	0 W						C:\User	
1600000.0 Pa	0 W						C:\User	
1600000.0 Pa	1681 W				0.24	18	C:\User	
1600000.0 Pa	0 W						C:\User	
1600000.0 Pa	1681 W				0.24	18	C:\User	
1600000.0 Pa	0 W						C:\User	
490000.0 Pa		202827 W	226087 W	203525 W			http://w	C:\Users\France

FIGURA 4.15 - CARICAMENTO DATI SU MODELLO REVIT: DATI TECNICI COMPONENTI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

4.1.3.4. COMPONENTI DELL'IMPIANTO ANTINCENDIO (FIG. 4.16)

- Peso lordo (estintori);
- Carica;
- Pressione del flusso;
- Flusso idrico;

In questo caso ai dati tecnici sono stati aggiunti i dati manutentivi leggibili sulle etichette identificative degli estintori, e nello specifico:

- Data di scadenza del collaudo;
- Data di scadenza dell'esercizio;
- Data di scadenza della revisione;
- Date delle varie visite manutentive occorse.

K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Peso lordo	Carica	Pressione fi	Flusso	Scadenza collaudo	Scadenza esercizio	Scadenza revisione	1° visita	2° visita	3° visita
10.00 kg	6.00 kg			2018	2024	2016	01/2015	07/2015	01/2016
10.00 kg	6.00 kg			2019	2025	2016	01/2015	07/2015	01/2016
10.00 kg	6.00 kg			2018	2024	2016	01/2015	07/2015	01/2016
9.00 kg	6.00 kg			2027	2033	2018	07/2015	01/2016	
10.00 kg	6.00 kg			2017	2016	2017	07/2014	01/2015	07/2015
10.00 kg	6.00 kg			2021	2027	2016	01/2015	07/2015	01/2016
10.00 kg	6.00 kg			2019	2025	2016	01/2015	07/2015	01/2016
10.00 kg	6.00 kg			2017	2023	2017	07/2014	01/2015	07/2015
15.00 kg	5.00 kg			2021	2029	2016	01/2015	07/2015	01/2016
		49600.0 Pa	171.0 l/min	2019			01/2014	07/2014	01/2015
		49600.0 Pa	171.0 l/min	2019			01/2014	07/2014	01/2015
		49600.0 Pa	171.0 l/min	2019			01/2014	07/2014	01/2015
		49600.0 Pa	171.0 l/min	2019			01/2014	07/2014	01/2015

FIGURA 4.16 - CARICAMENTO DATI SU MODELLO REVIT: DATI TECNICI COMPONENTI ANTINCENDIO

4.1.3.5. IMPIANTO ASCENSORE (FIG. 4.17)

- Caratteristiche fisiche del locale centrale;
- Numero di fermate;
- Portata;
- Portata di utenti;
- Numero di porte di cabina
- Numero di servizi;
- Collegamento URL a scheda tecnica;
- Collegamento URL a piano manutentivo.

M	N	O	P	Q	R	S	T	U
Locale centrale	Fermate	Portata	Portata persone	Porte ai piani	Porte di cabina	Servizi	URL	Piano di manutenzi
In muratura adia	3	975.00 kg	13	2 ante telescopi	2 ante telescopi	3	C:\Users\France	C:\Users\France
In muratura adia	2	975.00 kg	13	2 ante telescopi	2 ante telescopi	2	C:\Users\France	C:\Users\France

FIGURA 4.17 - CARICAMENTO DATI SU MODELLO REVIT: DATI TECNICI ASCENSORE

4.1.3.6. COMPONENTI FISICI (FIG. 4.18)

Poiché la piattaforma teorizzata viene strutturata ai fini, oltre che della manutenzione dei componenti impiantistici, anche della riparazione e sostituzione di elementi fisici, è necessario evidenziare anche le informazioni da caricare per suddetti componenti. Viene riportato qui l'esempio di caricamento dei dati dei serramenti:

- Dati generali (codice d'insieme, contrassegno dell'elemento e breve descrizione);
- Dati termici (coefficiente di scambio termico);
- Dati geometrici;
- Costo;

- Collegamento URL alla lista di fornitori abituali.

D	E	F	G	H	I	J	K
Contrassegno	Descrizione	Coefficiente di sca	Altezza	Altezza soglia	Larghezza	Costo	URL
F-06	Finestra con tel		1.20	2.15	0.65		https://www.go
F-07	Finestra con tel		1.20	2.15	0.65		https://www.go
F-02	Finestra con tel		1.40	1.20	0.70		https://www.go
F-03	Finestra con tel		1.40	1.20	0.70		https://www.go
F-04	Finestra con tel		1.40	1.00	0.70		https://www.go
F-05	Finestra con tel		1.40	1.00	0.70		https://www.go
F-13	Finestra con tel	3.6886 W/(m²·K)	1.80	1.20	0.60		https://www.go
F-14	Finestra con tel	3.6886 W/(m²·K)	1.80	1.20	0.60		https://www.go
F-15	Finestra con tel	3.6886 W/(m²·K)	1.80	1.20	0.60		https://www.go
F-16	Finestra con tel	3.6886 W/(m²·K)	1.80	1.20	0.60		https://www.go
F-17	Finestra con tel	3.6886 W/(m²·K)	1.80	1.20	0.60		https://www.go
F-18	Finestra con tel	3.6886 W/(m²·K)	1.80	1.20	0.60		https://www.go
F-19	Finestra con tel	3.6886 W/(m²·K)	1.80	1.20	0.60		https://www.go
F-20	Finestra con tel	3.6886 W/(m²·K)	1.80	1.20	0.60		https://www.go
F-21	Finestra con tel	3.6886 W/(m²·K)	1.80	1.20	0.60		https://www.go
F-22	Finestra con tel	3.6886 W/(m²·K)	1.80	1.20	0.60		https://www.go
F-23	Finestra con tel	3.6886 W/(m²·K)	1.80	1.20	0.60		https://www.go
F-24	Finestra con tel	3.6886 W/(m²·K)	1.80	1.20	0.60		https://www.go
F-36	Finestra con tel	3.6886 W/(m²·K)	1.80	0.70	0.60		https://www.go
F-37	Finestra con tel	3.6886 W/(m²·K)	1.80	0.70	0.60		https://www.go
F-33	Vetrocemento		0.23	2.70	0.96		https://www.go
F-35	Vetrocemento		0.23	0.45	0.96		https://www.go
F-29	Vetrocemento		0.66	2.30	0.66		https://www.go
F-30	Vetrocemento		0.66	0.05	0.66		https://www.go

FIGURA 4.18 - CARICAMENTO DATI SU MODELLO REVIT - DATI SERRAMENTI

4.2. SENSORI ABBINATI A SOFTWARE PER L'INVIO DI SEGNALAZIONI

Il sistema che si intende implementare al fine della gestione delle attività di Facility Management ha il suo fulcro nel potenziamento della comunicazione tra i soggetti coinvolti nel processo. A tal fine si è indagato sulla possibilità di combinare tecnologie mobile, quindi app per smartphones, con strutture hardware capaci di inviare segnali e registrare informazioni. Come già anticipato nell'introduzione di questo capitolo, è stata fondamentale la collaborazione con noovle, una società informatica che ha suggerito l'utilizzo di particolari sensori, detti beacons, capaci di "comunicare" con applicazioni per dispositivi mobile. In questo paragrafo si illustrano dunque le tecnologie di comunicazione che si intende integrare e potenziare al fine della loro applicazione sia nel processo di gestione delle manutenzioni che in quello di organizzazione dei servizi no core.

4.2.1. BEACONS COMUNICANTI CON APP PER DISPOSITIVI MOBILE PER LA GEOREFERENZIAZIONE INDOOR



FIGURA 4.19 - DISPOSITIVI "BEACONS"

I **Bluetooth Low Energy (BLE) beacon** sono trasmettitori radio a bassa potenza che sfruttano la tecnologia Bluetooth per monitorare la presenza - fino a un raggio medio di 50 metri - di dispositivi mobili e, quando possibile, dialogare con essi (fig. 4.19). Sono alimentati principalmente a batteria ed emettono in maniera regolare un

segnale a senso unico in broadcast. Il dialogo tra sensori e smartphones avviene per mezzo di app che permettono di decifrare l'input ricevuto.

Il concetto base dell'architettura logica di questi dispositivi è infatti costituito da tre strati (34):

- L'hardware;
- Il protocollo di comunicazione, che rappresenta il formato con cui l'informazione viene distribuita dal sensore all'hotspot;
- Il software che interpreta i dati.

Un primo protocollo di comunicazione, denominato "**iBeacon**" è stato implementato da Apple; questo permette la possibilità di interazione solo con dispositivi iOS e le potenzialità sono relegate principalmente all'individuazione della posizione dell'utente. Google ha poi proposto un nuovo protocollo, denominato "**Eddystone**" che integra alcune nuove possibilità, come evidenziato in tabella 4.1.

iBeacon	Eddystone
<ul style="list-style-type: none"> ● Soluzione Apple ● Legata ad iOS, ma funzionante anche su altri SO ● Pensata principalmente per individuare la posizione dell'utente ● Utente individuato in base al segnale rilevato (ogni beacon invia due identificativi che lo individuano) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Proposta Google ● Formato aperto, compatibile sia con iOS che Android ● Specifiche del protocollo open-source ● Ogni dispositivo manda sia il proprio identificativo sia, volendo, informazioni correlate (per ovvi motivi, molto limitate). Ad esempio è possibile inviare dei cosiddetti Eddystone URLs, apribili da browser adibiti al Physical Web (es. PHY.net) ● Utilizzato sia per individuare l'utente che per trasmettere dati relativi ai punti di interesse (es.: aprire automaticamente il sito web relativo ad un particolare prodotto)

TABELLA 4.1 - PROTOCOLLI DI COMUNICAZIONE PER BEACONS: DUE MODELLI A CONFRONTO (34)

Questi dispositivi sono già stati ampiamente sperimentati negli Stati Uniti, dove il loro utilizzo sta diventando una realtà consolidata in diversi settori, dalla loro applicazione nei negozi per comunicare ai clienti le ultime offerte al loro utilizzo come “guide hi-tech” nei musei (47).

Per poter fruire delle potenzialità, questi sensori devono essere quindi programmati e occorre progettare app ad hoc che permettano di identificarne in modo univoco la loro presenza e sfruttarli per gli scopi desiderati. Nello specifico noovle ha sperimentato l'implementazione di un'app, denominata “Nextome”, “abbinata” alla tecnologia dei sensori sfruttando il protocollo di comunicazione iBeacon, ma che tramite un SDK proprietario risulta compatibile sia con iOS che Android.

Il sistema è stato progettato ai fini dell'Indoor Mapping, inteso come insieme di tecniche che vogliono permettere ad un utente, tipicamente tramite un dispositivo mobile, di (34):

- Orientarsi su una cartografia di un edificio;
- Individuare la propria posizione al suo interno;
- Riconoscere la presenza di punti di interesse.

Gli applicativi costruiti con l'SDK permettono di analizzare il segnale emesso dai beacon e individuare la posizione dell'utente, delegando il calcolo direttamente al dispositivo ed utilizzando tutti i dati che ha a disposizione. Il sistema è in grado poi di capire, in caso di strutture multifloor, anche il piano in cui si trova l'utente, mostrandone i dati relativi.

Questo sistema è stato programmato con finalità di supporto alle attività di Asset Management, poiché garantisce la possibilità di ottimizzare la gestione tramite una mappatura degli asset aziendali ed una loro più agevole individuazione all'interno dell'organizzazione (fig. 4.20).

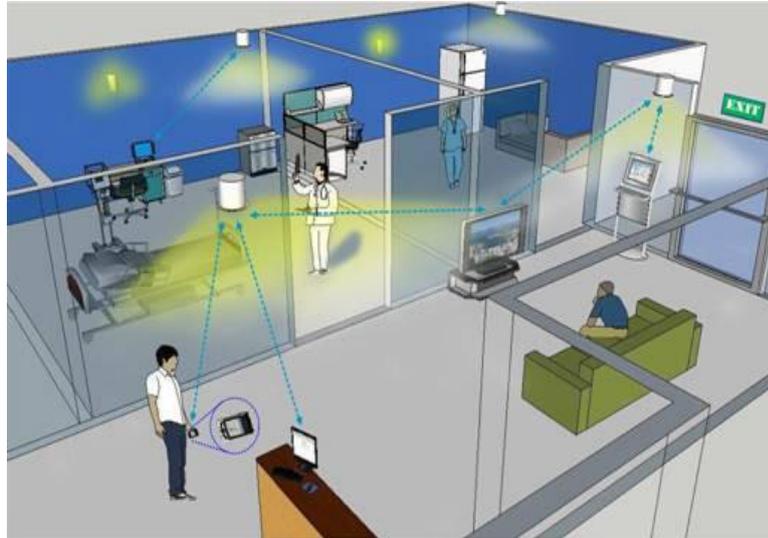


FIGURA 4.20 - SISTEMA DI INDOOR MAPPING PER LA MAPPATURA DEGLI ASSET AZIENDALI (34)



FIGURA 4.21 - NEXTOME: INTERFACCIA GRAFICA DI NAVIGAZIONE

I benefici che si registrano sono prettamente relativi all'ottimizzazione degli spostamenti, attraverso indicazioni di percorso e l'eliminazione del senso di smarrimento in grandi edifici, poiché l'applicazione permette di calcolare percorsi interni e visualizzare cartografie personalizzate (fig. 4.21).

Il posizionamento dei beacons, individuati sulla cartografia dell'app e la conseguente mappatura degli asset può inoltre permettere importanti potenzialità in termini di gestione delle manutenzioni

degli apparati tecnici: il sistema permette infatti di notificare in tempo reale lo stato degli asset ed il percorso per raggiungerli, oltre che notificare su una mappa gli esperti più vicini da incaricare della manutenzione.

Questo aspetto ha stimolato l'indagine circa la possibilità di potenziare le possibilità comunicative del sistema con altri software, al fine di integrarlo come supporto alle attività di Facility Management in

un processo che prevede l'implementazione di un approccio BIM a questa dimensione dell'edilizia. E' a partire dalla struttura di partenza dell'app Nextome che si predispone infatti il capitolato tecnico informatico (allegato B) contenente i requisiti e le prestazioni di sistema attese dalla programmazione informatica.

A tal proposito si ritiene utile fornire qualche altra indicazione di sistema sulla modalità di funzionamento dell'app, allo stato attuale: l'SDK, che caratterizza il protocollo di comunicazione dell'app, rileva i beacon accessibili ed il movimento dell'utente, ed in base a questo è in grado di individuare la sua posizione e visualizzarla su cartografia. Di conseguenza non è necessaria alcuna fase di campionamento iniziale e l'unica attività preparatoria riguarda la disposizione dei beacon nell'area da monitorare. La soluzione è inoltre costruita in modo da non necessitare di una connessione internet per funzionare: poiché la computazione è dedicata al client (sensore) è infatti possibile creare applicativi anche offline.

4.2.2. SENSORI DI MOVIMENTO PER LA REGISTRAZIONE DI DATI

La piattaforma di comunicazione automatizzata che si intende progettare deve costituire un supporto utile al gestore non solo ai fini manutentivi ma anche per il coordinamento e l'ottimizzazione di servizi no core, quali le pulizie. A tal proposito si è pensato di introdurre nel processo un'ulteriore tipologia di sensori: si tratta di sistemi di contapersone realizzati da Microlog, azienda leader in Italia nella realizzazione di prodotti innovativi orientati al marketing per la GDO e Retail e specializzata nella produzione di questa tipologia di tecnologie.



FIGURA 4.22 - SENSORI "SMARTCHECK"

I sensori utilizzati, denominati "smartcheck", sono dei componenti wireless costituiti da uno sbarramento fotoelettrico di conteggio orizzontale. I sensori di lettura orizzontali sono i più utilizzati in quanto sono caratterizzati da un'elevata integrazione (in un solo dispositivo sono contenuti sensori, centralina di conteggio ed unità di comunicazione) e da bassissimi consumi. Sono oggetti a batteria e dunque di semplice installazione per l'assenza di cavi (fig. 4.22).

Il dispositivo legge i dati, li memorizza all'interno e li comunica all'esterno tramite collegamento wireless; lo smartcheck si può collegare poi direttamente al PC tramite una porta USB oppure ad un PC Client o a una web Server via Ethernet e può comunicare anche via GPRS.

L'utente interagisce con il sistema per mezzo di un software, denominato "Checkin" con database su base excel, aperto alla comunicazione con applicativi diversi. Tale software, allo stato attuale, è capace di registrare dati su pc, analizzarli su base statistica e dialogare con dispositivi.

Per poter essere introdotti nel processo di gestione dei servizi di pulizia (esplicitato nel paragrafo 4.4.5) occorre che questi dispositivi riescano a recepire il dato di georeferenziazione colto dai beacons e che restituiscano, all'app del dispositivo del gestore, una notifica localizzata su una pianta Revit che segnali il raggiungimento di un certo numero di occupanti. E' richiesto pertanto, al soggetto informatico che verrà incaricato della programmazione del sistema, di potenziare il software "Checkin" dotandolo di tali potenzialità comunicative e della capacità di settaggio del numero di occupanti (o di ingressi ed uscite in un ambiente) sulla base del quale far partire un segnale automatico che avvisi della necessità di pulire quello specifico ambiente (approfondimenti nell'allegato B).

4.3. IL CLOUD A SUPPORTO DELL'ATTIVITÀ OPERATIVA SUL CAMPO

Nel paragrafo 4.1 si è parlato dell'importanza del modello BIM centrale del patrimonio immobiliare quale strumento a servizio del gestore e dell'impresa di manutenzione, per l'acquisizione della conoscenza e la determinazione degli interventi manutentivi necessari, a seguito di segnalazioni o sulla base di un programma. Come si è già precisato, l'obiettivo è quello di incrementare la qualità degli interventi e ridurre i tempi di esecuzione, con particolare riferimento alle trasferte necessarie per la fase ispettiva e diagnostica.

Spesso accade che, in occasione della parte operativa delle attività manutentive, gli operatori possano avere necessità di consultare dati ulteriori a quelli reperiti in ufficio prima di recarsi sul luogo dell'intervento. Allo stato attuale, l'assenza di un supporto pratico di consultazione immediata dei dati potrebbe determinare la necessità di tornare in sede per approfondimenti, determinando tempi di stand-by e relativi costi che ne conseguono. Come illustrato nei diagrammi di flusso che si andranno a proporre nella messa a punto del processo di gestione delle manutenzioni, si introduce nel metodo l'utilizzo di software per dispositivi mobile, per la visualizzazione e la navigazione nel modello sul campo e la ricerca delle informazioni necessarie durante l'attività operativa, ai fini dell'abbattimento dei tempi di ritorno in sede. Nel paragrafo 1.5.2 si era già parlato della possibilità di utilizzare l'applicazione A360, gratuita e disponibile sia per dispositivi iOS che Android. Come già precisato, questo programma presenta dei limiti importanti, primo fra tutti quello di non permettere l'accesso diretto a materiale allegato ai componenti sotto forma di schede tecniche, manutentive, o

altro. E' possibile, in altre parole, consultare i soli dati inseriti come parametri alfanumerici sul modello centrale.

Si prevede invece nel processo l'utilizzo di applicazioni mobili denominate **BIM 360 Glue** e **BIM 360 Field**: si tratta di programmi consultabili anche in cloud ed utilizzabili tramite l'installazione di un apposito plug-in su Revit. Il primo permette il caricamento del modello su cloud, nei formati NWC o DWF, e la sua visualizzazione sulla relativa app mobile, con la possibilità di consultare i dati tecnici dei componenti (fig. 4.23).

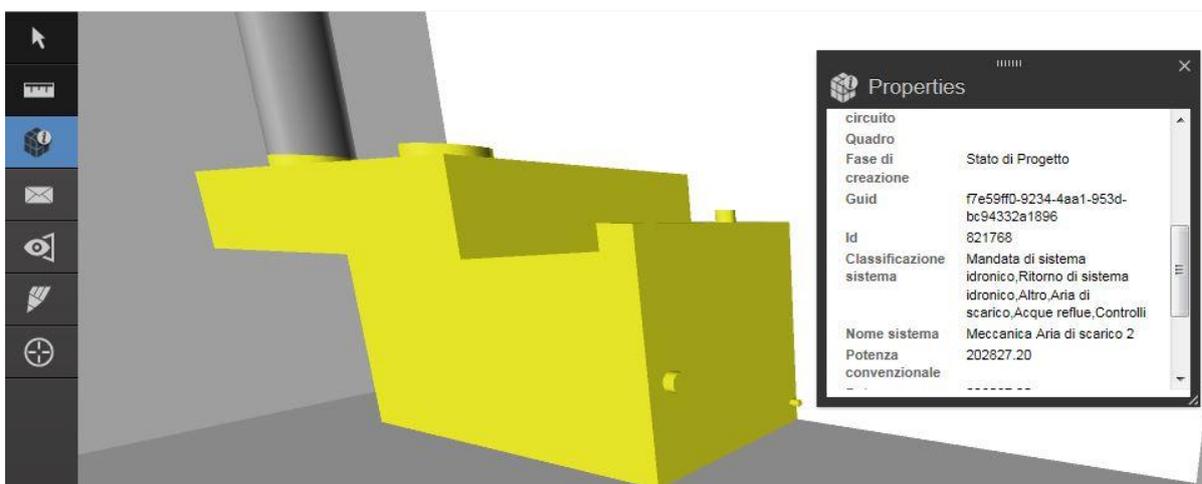


FIGURA 4.23 - BIM 360 GLUE: INTERFACCIA GRAFICA DI CONSULTAZIONE DELLE PROPRIETÀ DEI COMPONENTI

BIM 360 Field costituisce invece un vero e proprio programma gestionale. Dopo aver effettuato la registrazione con nome utente e password ed aver creato un progetto con inserimento del modello da BIM 360 Glue, è infatti possibile, sul web server, caricare il modello con una serie di ulteriori informazioni utili ai fini organizzativi, gestionali e manutentivi. Si possono per esempio inserire manualmente le problematiche da risolvere, una checklist delle attività generali da svolgere, caricare fotografie, per poi visualizzare il tutto sui dispositivi mobili, sul campo (fig. 4.24).

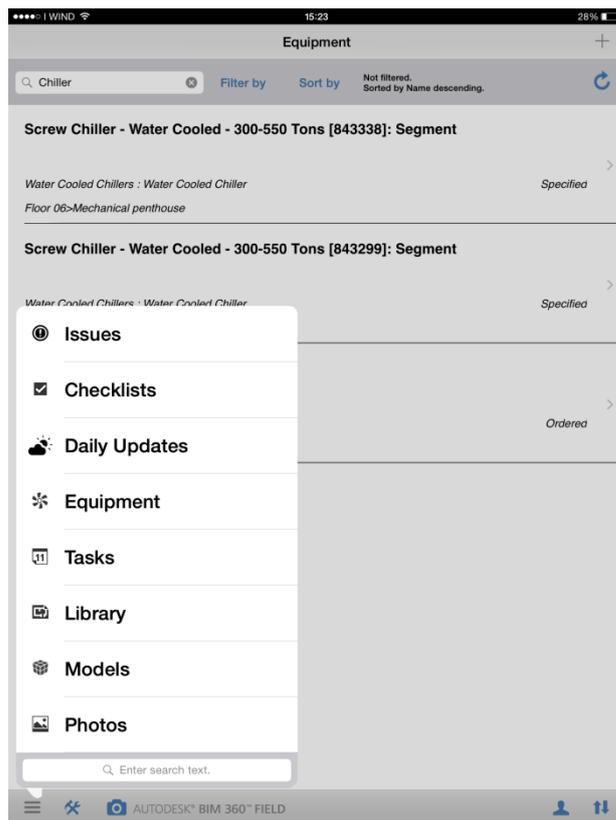


FIGURA 4.24 - BIM 360 FIELD: INTERFACCIA GENERALE

Si è deciso di sensibilizzare l'introduzione, nel processo manutentivo implementato, di questa tipologia di applicazioni principalmente per l'utilità che ne deriva ai fini della gestione delle manutenzioni programmate. Come verrà illustrato nel paragrafo 4.4.4, l'approccio prevede, oltre che la comunicabilità tra applicazioni segnaletiche collegate a sensori di indoor mapping, anche l'integrazione tra programmi gestionali di tipo CAFM, basati su fogli di calcolo, e server di modellazione BIM. Sebbene il capitolato tecnico elaborato nell'allegato B prescriva, da parte del soggetto incaricato della programmazione, il compito di generare questo tipo di collegamento (ipotizzando un applicativo CAFM da scegliere a seguito dell'affidamento dell'incarico), l'utilizzo di BIM 360 Field semplificherebbe l'iter procedurale informatico, poiché questo costituisce già, oltre che uno strumento di utilità operativa sul campo, anche un software di programmazione delle manutenzioni, già collegato al server centrale di Revit. Entrando nel merito delle possibilità operative del programma, è infatti possibile, per ciascun componente, assegnare delle attività da svolgere sulla base di un calendario (fig. 4.25) ed averne una restituzione schedulata sotto forma di programma manutentivo, capace di segnalare gli interventi in occasione delle scadenze.



FIGURA 4.25 - BIM 360 FIELD: PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

E' possibile inoltre caricare degli allegati consultabili sul luogo dell'attività sul dispositivo mobile, come contratti di manutenzione, schede manutentive, video dimostrativi, piani di manutenzione (fig. 4.26).

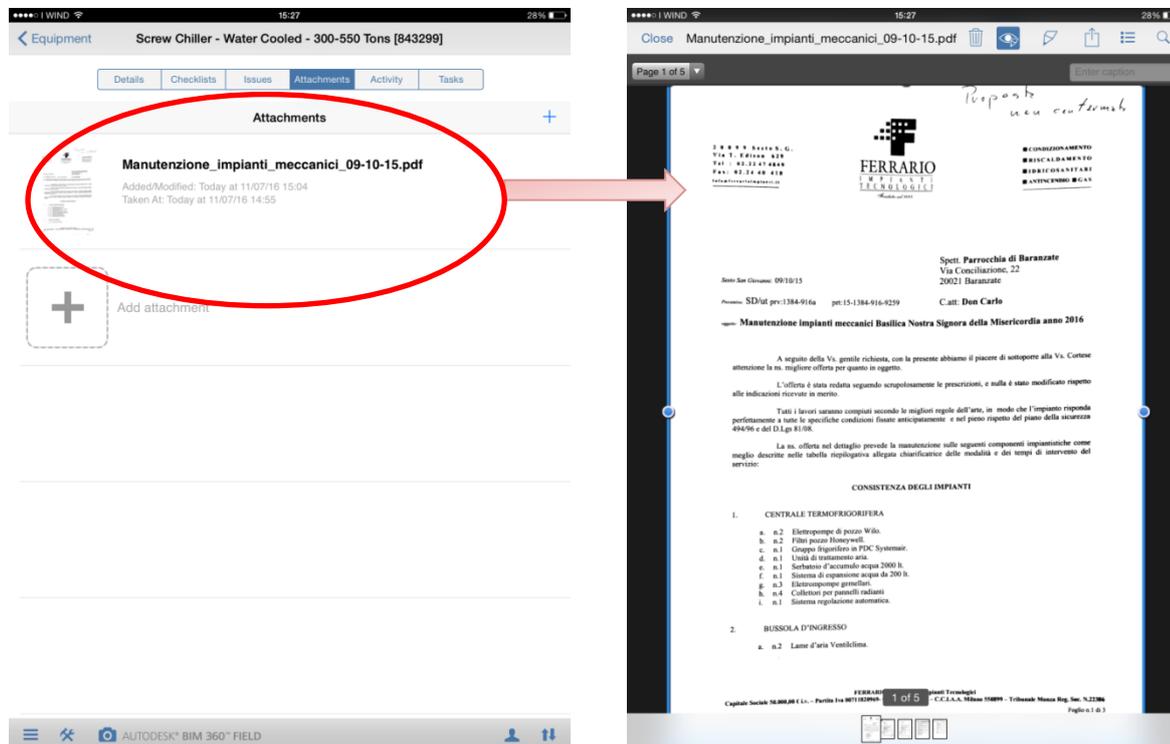


FIGURA 4.26 - BIM 360 FIELD: CONSULTAZIONE ALLEGATI

Si è deciso tuttavia di non rendere obbligatorio da capitolato l'utilizzo di questo tipo di piattaforma perché, a differenza di A360, BIM 360 Field presenta il limite di non essere gratuito (e di necessitare quindi l'acquisto di una licenza) e di essere utilizzabile come app solamente su Ipad, restringendo notevolmente il campo di applicabilità.

4.4. STRUTTURA DEI PROCESSI DI FACILITY MANAGEMENT: DIAGRAMMI DI FLUSSO

Determinati gli strumenti tecnologici che si intende introdurre nel processo, si procede ora spiegare la struttura logica del metodo, tramite l'ausilio di diagrammi di flusso.

Il fulcro della trattazione si concentra sulla segnalazione di guasti ai fini dell'organizzazione di interventi manutentivi, con riferimento a tre tipologie di elementi: un componente impiantistico, un oggetto di arredo ed un componente fisico. Per completare la trattazione sul Facility Management, si predispone poi anche un metodo per l'ottimizzazione della gestione dei servizi di pulizia di un patrimonio immobiliare, attraverso l'utilizzo di sensori.

4.4.1. MANUTENZIONI SU RICHIESTA DI IMPIANTI: SEGNALAZIONI GEOREFERENZIALE

Come già ampiamente approfondito nelle pagine precedenti, uno dei limiti dei sistemi attualmente adottati al fine della gestione delle manutenzioni riguarda la fase di segnalazione del guasto: l'obiettivo atteso è quello di progettare una piattaforma capace di gestire le comunicazioni in maniera automatizzata e capace di fornire, a ciascuno dei soggetti coinvolti nel processo, le informazioni di cui necessita per migliorare la qualità dei servizi espletati.

Il diagramma di flusso che ci si appresta a presentare riporta un metodo per l'integrazione dei dispositivi tecnologici di cui si è parlato (sensori di indoor positioning e applicazioni per smartphone, modelli BIM centrali e modelli BIM cloud) ai fini dell'organizzazione delle manutenzioni su richiesta, a seguito dell'identificazione di un guasto o un malfunzionamento (fig.4.30).

Il primo soggetto coinvolto direttamente nel processo è l'**utente** fruitore dell'edificio in questione, che registra un'anomalia. In questa fase si sperimenta l'utilizzo dell'app Nextome, progettata da noovle per l'abbinamento a sensori di indoor positioning (di cui si è parlato nel paragrafo 4.20): l'utente fotografa il componente danneggiato ed invia la foto, tramite l'applicazione, al gestore dell'immobile. Il gestore riceve la segnalazione georeferenziata tramite un avviso visivo sia su smartphone sia sul modello dello specifico edificio realizzato con Revit; la segnalazione porta con sé tre informazioni specifiche:

- Fotografia del problema
- Breve descrizione testuale
- Localizzazione dell'immobile su GPS ed identificazione dell'ambiente specifico, su cartografia, da cui è stata inviata la comunicazione: l'applicazione mobile permette già il caricamento di una pianta dell'edificio, su cui il sensore di indoor positioning collegato restituisce la posizione (fig. 4.3). Il passo in avanti richiesto al server dell'app è, come verrà approfondito nel capitolo informatico, quello di poter importare la pianta direttamente dal modello Revit corrispondente, così da creare un collegamento diretto e biunivoco tra i due server.

Naturalmente questo approccio determina la necessità di inserire un certo numero di sensori per ogni stanza, situazione tuttavia sicuramente meno onerosa rispetto ad un metodo che si basi su una mappatura completa di tutti i componenti, fisici, impiantistici e di arredo, tramite codici a barre o altri sistemi di individuazione come quelli descritti nel paragrafo 1.5.3. I responsabili di noovle ritengono infatti che, per una mappatura completa di un immobile di 8000 m², sono necessari in media 150 beacons.

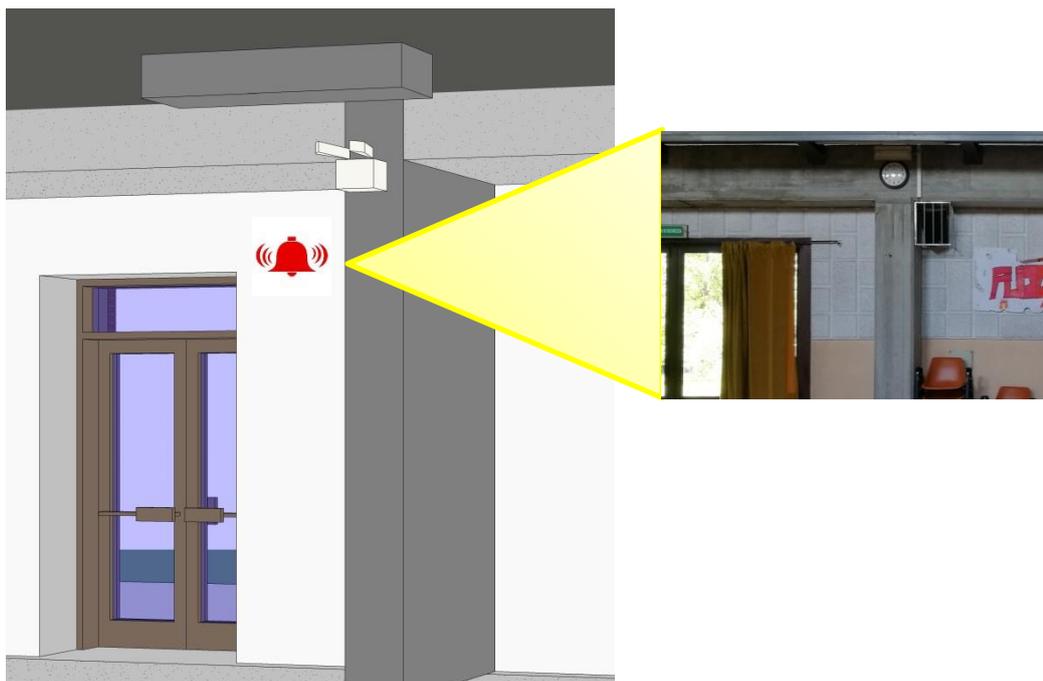


FIGURA 4.27 - SEGNALAZIONE GUASTO SU REVIT: INTERFACCIA GRAFICA

Ricevuta la notifica, il **gestore** viene dunque avvisato automaticamente su smarphone e può, contemporaneamente, risalire tramite il modello tridimensionale al componente guasto, così da interrogare il database informativo di Revit leggendo le informazioni precedentemente caricate (modello, tipo, dati tecnici, produttore, impresa di manutenzione incaricata, schede tecniche allegate) (fig. 4.28).

Parametro	Valore
Dati identità	
Impresa di manutenzione	TESIR s.a.s
Indirizzo	Via Sempione 9, Nerviano (MI)
Numero di telefono	0331-415668
Immagine tipo	
Nota chiave	
Modello	i3F 752x58+16B0
Produttore	Lighting PETRIDIS
Commenti sul tipo	
URL	C:\Users\Francesco\Desktop\TESI\02-MO
Descrizione	2 x Fluorescente lineare T5 (16 mm)
Codice assieme	ILL-EM
Costo	
Descrizione assieme	
Contrassegno tipo	ILL-EM
Numero OmniClass	23.80.70.11.21
Titolo OmniClass	Emergency Lighting
Nome codice	
Fotometrica	
Emissione luminosa	72.00 lm/W
Flusso luminoso	5200.00 lm
Flusso totale	7812.00 lm
Rendimento	62.4000%

FIGURA 4.28 - INTERFACCIA REVIT: CONSULTAZIONE DATI TECNICI

La consultazione delle informazioni è utile al gestore per comprendere la natura del problema, capire dov'è localizzato nel patrimonio edilizio ed acquisire una conoscenza maggiore dello specifico oggetto guasto. L'informazione sul contatto dell'impresa incaricata delle manutenzioni per quell'impianto permette al gestore di risalire immediatamente alla stessa: egli può quindi inoltrare la segnalazione ricevuta dall'utente tramite l'app e condividere la versione cloud del modello BIM con l'organo centrale incaricato del servizio.

L'impresa di manutenzione riceve quindi la segnalazione mobile: da qui può comprendere immediatamente il luogo in cui dovrà inviare l'operatore, sia dal punto di vista della localizzazione dell'immobile su una mappa, sia nell'identificazione della posizione precisa del luogo di intervento all'interno dell'edificio, consultando il percorso da seguire per arrivare a destinazione sulla pianta caricata nell'app. La consultazione del modello BIM di visualizzazione in cloud permette invece, all'ente incaricato della riparazione, di risalire ai dati tecnici dell'oggetto guasto, così da poter stimare già in ufficio che tipo di intervento è necessario eseguire, e quindi che strumenti ed attrezzi portare con sé sul campo. È intuibile l'efficacia che questo approccio comporta soprattutto in termini di riduzione dei tempi necessari per l'ispezione e per l'individuazione del problema, accelerando tutto il processo manutentivo. Tale aspetto verrà approfondito nel paragrafo relativo alle considerazioni conclusive sul processo implementato, in rapporto all'approccio tradizionale (par. 5.1).

Il processo operativo termina con l'invio dell'**operatore** sul luogo dell'intervento. Per ottimizzare questa fase il manutentore deve essere supportato da un dispositivo mobile per la consultazione in cloud del modello Revit e dei dati caricati, dai quali può consultare direttamente sul posto schede tecniche, istruzioni, video dimostrativi e tutto quanto precedentemente caricato sul database del software dall'organo centrale incaricato di quella manutenzione (si rimanda al paragrafo 4.3 per l'approfondimento delle applicazioni disponibili sul mercato). Terminata l'attività, l'operatore annota in cloud la conoscenza acquisita ed eventuali inesattezze del modello, inserendo commenti e revisioni ed allegando eventuali nuove schede tecniche; il modello viene poi condiviso con un servizio di consulenza, incaricato dal gestore di redigere il modello BIM iniziale e di apportare tutti gli aggiornamenti pervenuti in occasione degli interventi manutentivi o di qualsiasi altro tipo sul patrimonio gestito. Questo approccio garantisce una gestione qualitativa del processo, attraverso un aggiornamento continuo di un modello che, seppur semplice e specificatamente realizzato ai fini del Facility Management, diventi nel tempo sempre più preciso nella corrispondenza allo stato di fatto e ricco dei contenuti informativi apportati nel corso degli interventi effettuati, accrescendo la sua utilità in modo esponenziale.

Il manutentore inoltre, terminata l'esecuzione dell'intervento, deve notificare l'ultimazione sia all'utente che al gestore tramite smartphone. Per una corretta gestione dell'intervento è previsto inoltre che il gestore sia avvisato della completa riuscita dell'intervento con apposita segnalazione, sia sull'app che sul modello BIM collegato all'app, solo dopo che l'utente stesso avrà risposto positivamente alla notifica inviategli dal manutentore tramite smartphone (fig. 4.29) ; a questo punto il gestore può procedere ad inviare la fattura all'impresa.

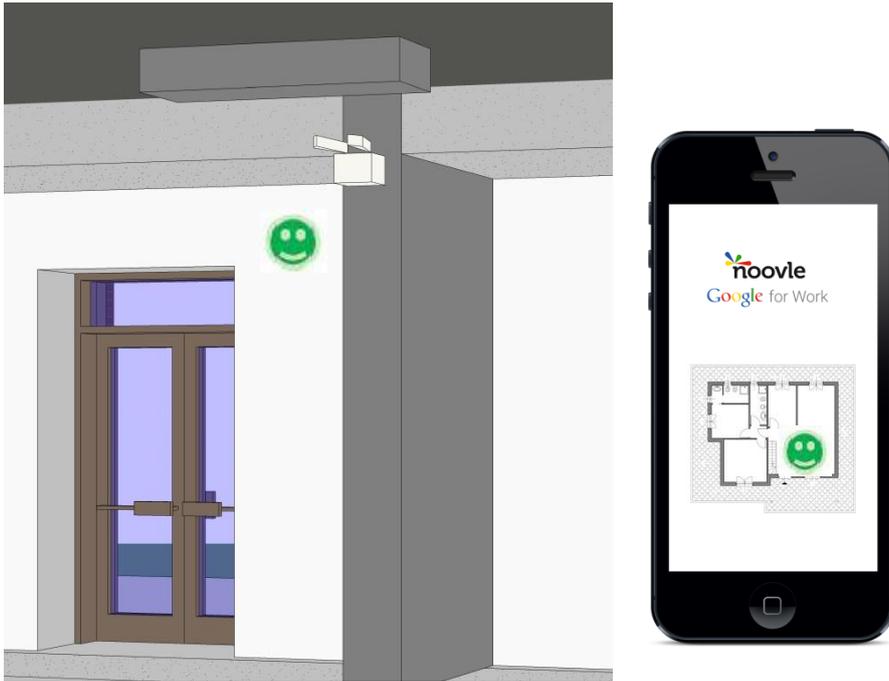


FIGURA 4.29 - PROBLEMA RISOLTO: INTERFACCIA GRAFICA

4.4.2. COMPONENTI DI ARREDO: RICHIESTA DI FORNITURA E SOSTITUZIONE

Le problematiche che è possibile avere in un edificio non sono sicuramente da circoscrivere solo all'ambito dei componenti impiantistici, ma possono riguardare anche elementi fisici o di arredo: si pensi per esempio al caso di rottura di banchi di una scuola con conseguente necessità di segnalazione al gestore, per la formulazione di un ordine di fornitura. In questi casi la georeferenziazione dell'immobile assume importanza soprattutto ai fini dell'identificazione automatica dei possibili fornitori nei dintorni: se consideriamo il caso di patrimoni costituiti da un elevato numero di immobili gestiti da un unico soggetto, può accadere che quest'ultimo non conosca il contesto di insediamento di alcuni di questi edifici e, nel caso della sostituzione di componenti, i possibili parametri di scelta del fornitore possono essere circoscritti alle sue recensioni ed alla vicinanza dal luogo di fornitura. L'alternativa, da parte del gestore, è quella di scegliere il fornitore sulla base di una lista di fornitori di fiducia, i cui contatti vengono caricati sugli specifici componenti del modello BIM come parametri condivisi (così come fatto per il caricamento del dato relativo alle imprese di manutenzione incaricate da contratto per la manutenzione dei componenti impiantistici).

Considerando le possibilità offerte ad oggi da software BIM come Revit, si potrebbe pensare di inserire, per i componenti di arredo, un parametro URL sul quale caricare il collegamento alla pagina web di Google Maps relativa alla ricerca di fornitori di nelle vicinanze dell'indirizzo dello specifico immobile. L'interfaccia di Revit permette quindi di collegarsi alla pagina di Google Maps caricata attraverso un semplice clic sul parametro URL della famiglia del componente per il quale è stata ricevuta la segnalazione (fig. 4.31).

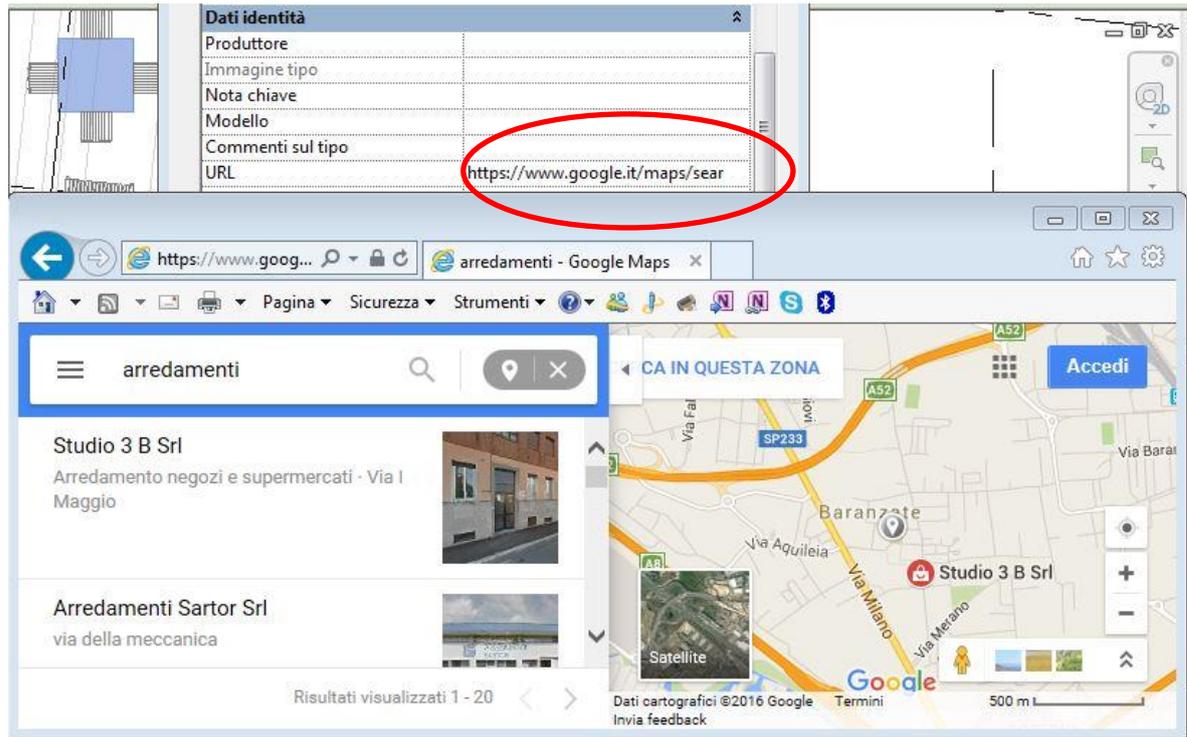


FIGURA 4.31 - MAPPATURA SU REVIT CON PARAMETRI URL DEI COMPONENTI DI ARREDO

Questo approccio determina tuttavia la necessità di mappare con i corrispondenti URL tutti i componenti di arredo presenti in un patrimonio immobiliare, con il conseguente tempo necessario e l'incremento della possibilità di incorrere in errori di trascrizione. L'obiettivo è quindi quello di automatizzare il metodo di georeferenziazione del modello Revit del patrimonio edilizio, sfruttando i sensori di indoor positioning non solo per la segnalazione di un'anomalia ma anche per l'interrogazione, da parte del gestore, delle mappe di Google direttamente sul modello, dopo aver ricevuto la comunicazione di guasto.

Ripercorrendo quindi una logica simile a quella prevista nel caso precedente, il processo ha avvio con l'**utente** che intende segnalare un guasto ad un componente. Alla stregua di quanto già visto nel caso di segnalazione di anomalie ad elementi impiantistici, l'app identifica i sensori di indoor positioning e l'utente invia la foto localizzata del problema, corredata da una breve descrizione testuale.

La notifica arriva al **gestore** del patrimonio su smartphone e, presupposto il collegamento tra l'app ed il server del modellatore, arriva anche su Revit, così da risalire alla localizzazione dell'oggetto rotto in termini di georeferenziazione dell'immobile nel contesto e di posizione dell'elemento su una pianta del fabbricato (app Nextome) e sul 3D dell'edificio (modello BIM). A tal proposito occorre precisare che spesso il gestore non dispone di capacità di utilizzo di software di modellazione come Revit, e che anzi, come avviene nel caso di patrimoni ecclesiastici come quello per il quale si è condotta l'attività di tirocinio (capitolo 2), il soggetto incaricato può non essere neppure un tecnico. Si pone pertanto la

necessità di affiancare al gestore un servizio di consulenza ingegneristica che si occupi dapprima di modellare ed aggiornare il patrimonio, ma anche di consultare il modello e risalire alle possibili cause dei guasti segnalati. Determinata la natura della fornitura richiesta, il gestore interroga la mappa di Google che georeferenzia l'immobile da cui arriva la segnalazione, al fine di scegliere un fornitore nei dintorni.

A questo punto la comunicazione con il **fornitore** non può più essere automatizzata tramite l'utilizzo dell'app Nextome e di Revit: mentre nel caso della riparazione di impianti si può infatti pensare che, in un futuro prossimo, le imprese incaricate si dotino di software di progettazione BIM e che quindi possano partecipare all'approccio proposto tramite l'utilizzo dell'app e la condivisione di un modello Revit, non si può invece pensare che tutti i fornitori si dotino di questi strumenti. Il gestore procede dunque a comunicare via mail l'ordine di fornitura e ad inviare i dati del prodotto richiesto (reperiti sul modello Revit).

Il processo circolare termina sempre con l'utente che, a seguito dell'avvenuta fornitura, notifica l'ultimazione del servizio tramite l'app, collegandosi al medesimo codice identificativo della segnalazione precedentemente effettuata. Il gestore riceve segnale positivo sia su smartphone che sul modello, e può così procedere all'emissione della fattura per il fornitore (fig. 4.32).

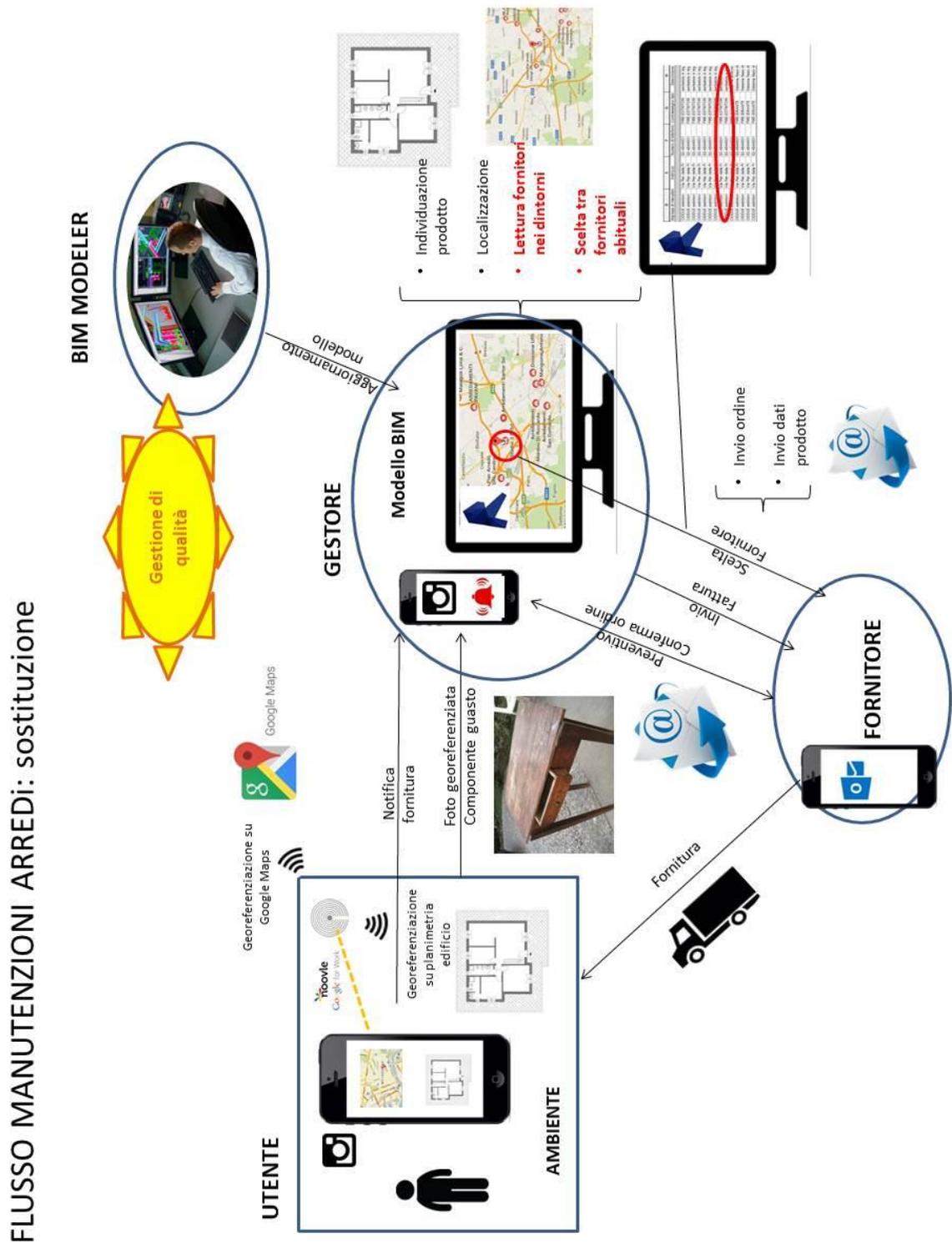


FIGURA 4.32 - SEGNALAZIONE DI GUASTO E ORDINE DI FORNITURA: DIAGRAMMA DI FLUSSO

4.4.3. SEGNALAZIONE DI GUASTI A COMPONENTI FISICI E RICHIESTA DI RIPARAZIONE

In ultima istanza si analizza il diagramma di flusso che caratterizza il processo da implementare nel caso di segnalazione di guasti a componenti fisici, quali serramenti, pavimentazioni, o altro.

In tal caso il metodo si pone come intermedio, in termini di complessità, tra i primi due analizzati: la differenza sostanziale, rispetto al sistema che caratterizza le manutenzioni su richiesta dei componenti impiantistici, consiste nell'impossibilità di condividere un modello BIM in cloud con il soggetto incaricato di riparazioni edilizie: sarà infatti altamente improbabile che quest'ultimo disponga delle risorse economiche e delle capacità tecniche di gestione e consultazione di questi software. Si tratta inoltre di fornitori che potrebbero non essere di fiducia e scelti ex novo per quell'intervento. Data la grande diffusione degli smartphone si può però pensare che i soggetti riparatori si dotino dell'app gratuita progettata da noovle (e da potenziare come da capitolato in allegato) ai fini della georeferenziazione e della comunicazione tra i soggetti coinvolti nei processi manutentivi. Anche in questo caso inoltre, come in quello delle sostituzioni a componenti di arredo, si pone la necessità di consultare una mappa digitale per l'individuazione di un ente riparatore vicino al luogo di intervento e ben recensito.

Andando per ordine, **l'utente** segnala il guasto al gestore tramite l'app collegata ai sensori di indoor positioning, inviando una foto con allegata descrizione testuale (come nei casi precedenti).

Il **gestore** visualizza la notifica sia su smartphone che sul modello Revit, potendo così individuare l'oggetto della segnalazione, la sua posizione nell'edificio, e le caratteristiche tecniche consultabili sul modello di Revit (per esempio tipo di serramento, modalità di apertura, materiale del telaio, ecc). La possibilità di visualizzazione della posizione dell'immobile su una mappa di Google (grazie alla georeferenziazione del segnale ricevuto) permette al gestore di consultare i servizi presenti nei dintorni e scegliere un operatore da incaricare, o di scegliere lo stesso sulla base di una lista di fornitori di fiducia caricati sul modello. A questo punto si pone la necessità di inoltrare al soggetto riparatore la comunicazione ricevuta dall'utente, ma allo stesso tempo arricchirla con i dati reperiti sul building information model, per far sì che il manutentore sia in grado di conoscere già in ufficio le caratteristiche tecniche dell'oggetto ed il tipo di guasto. Nextome deve quindi essere potenziata con ulteriori possibilità rispetto a quella di inoltrare la richiesta al riparatore, in quanto deve poter allegare altre informazioni, sia testuali che eventualmente documentali, così da mettere il manutentore nelle condizioni di conoscere tutto ciò che serve per andare sul campo con le attrezzature adeguate per compiere l'operazione, e ridurre di conseguenza le necessità ispettive e i tempi di back-office.

L'**operatore**, supportato dall'app, si reca sul luogo dell'intervento, compie le operazioni e, come nei casi precedenti, comunica l'ultimazione dei lavori sia all'utente che al gestore. La notifica circa l'avvenuta riparazione da parte dell'utente tramite smartphone autorizza poi il gestore ad emettere la fattura per saldare il servizio (fig. 4.33). Nell'ottica di una gestione di qualità occorre terminare l'attività annotando la nuova conoscenza acquisita in occasione dell'operazione, specificando le caratteristiche tecniche del nuovo componente. Poiché in questo flusso l'operatore non dispone di dispositivi per la navigazione e consultazione in cloud del modello, occorre pensare ad un metodo per il caricamento, in sede di notifica di ultimazione dei lavori, di dati codificati ed uniformati, garantendo così al BIM modeler che legge le informazioni l'univocità del componente riparato e l'aggiornamento. Il sistema deve quindi prevedere l'adozione della classificazione e codificazione degli elementi stabilita dalla norma UNI 11337:2009, riportante *"i fondamenti teorici ed i principi di indirizzo per la denominazione e descrizione di opere, attività e risorse"* (45). Tale norma non prevede soltanto l'adozione, per lo specifico componente, di un codice univoco, ma anche l'associazione di caratteristiche qualitative e quantitative utili alla descrizione dell'elemento. L'applicazione di tale norma permette pertanto, al BIM modeler che legge il codice del nuovo componente sull'app mobile del gestore, di trascrivere i dati dello stesso sul modello, senza la necessità di consultazione di schede tecniche precaricate.

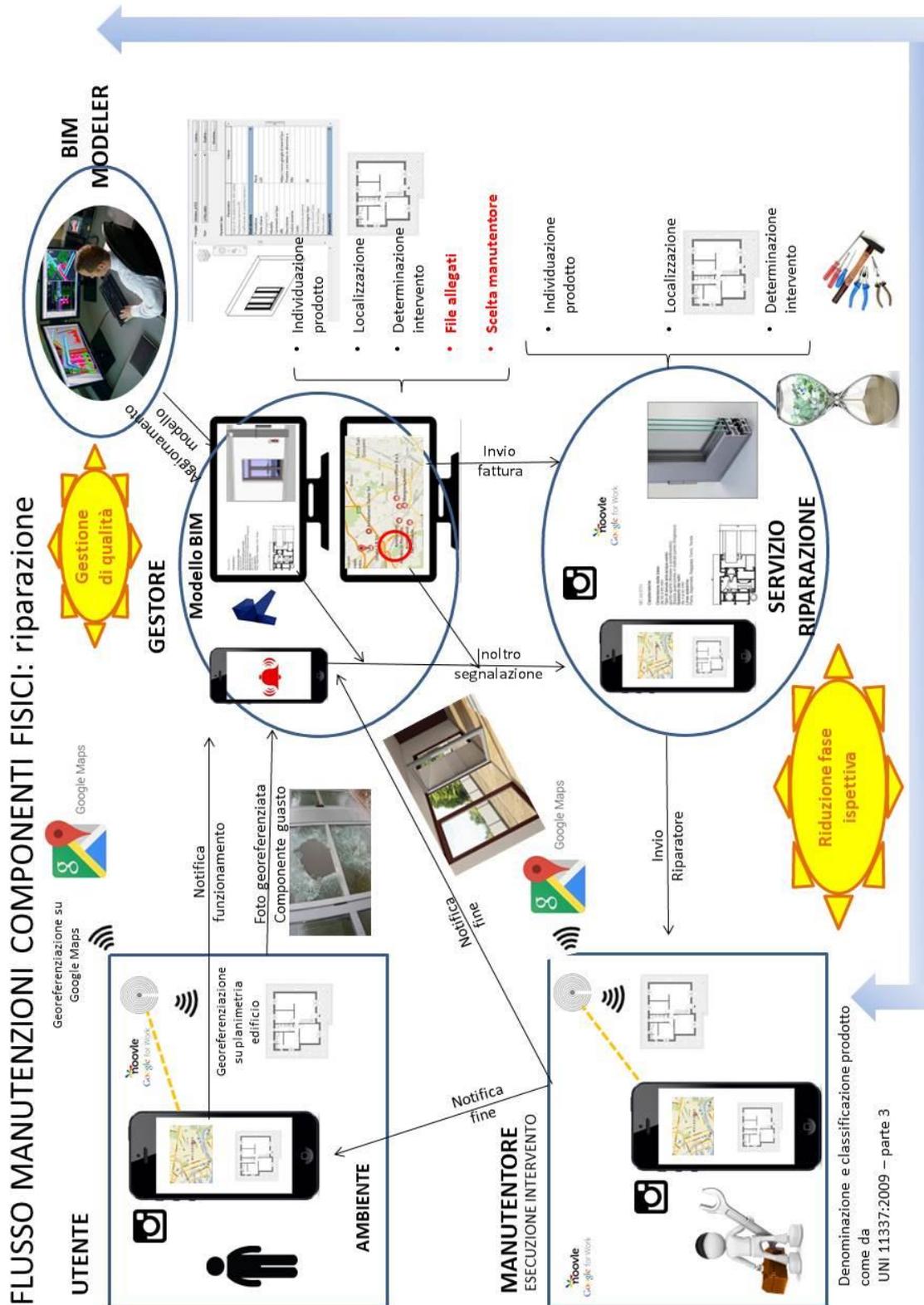


FIGURA 4.33 - RIPARAZIONE DI UN COMPONENTE FISICO: DIAGRAMMA DI FLUSSO

4.4.4. LA MANUTENZIONE PROGRAMMATA: UN METODO PER LA GESTIONE DEGLI INTERVENTI

L'oggetto principale di questa trattazione è l'implementazione di un metodo che coinvolga attivamente l'utente nella gestione delle manutenzioni a seguito di guasti, potenziando le possibilità comunicative tra i soggetti coinvolti, attraverso l'integrazione di strumenti tecnologici. Per completare il quadro delle manutenzioni si intende organizzare un diagramma di flusso relativo al metodo per la gestione delle manutenzioni preventive: come già spiegato nel capitolo 3, esistono degli elementi edilizi, soprattutto impiantistici, per i quali le prescrizioni normative prevedono l'obbligo di formulare un contratto di manutenzione con un'impresa, per l'esecuzione di interventi preventivi periodici, sulla base di un programma temporale prestabilito. Ad oggi le manutenzioni programmate sono gestite tramite applicativi di tipo CAFM (Computer Aided Facility Management), ovvero software gestionali alfanumerici che permettono di raccogliere i dati tecnici necessari (componente, codice identificativo, modello, posizione, attività da eseguire, ultima riparazione, ecc) sotto forma di fogli elettronici, ed organizzare gli interventi sulla base di un calendario. Un grande limite di questo sistema consiste nell'assenza di un'interfaccia grafica che permetta di cogliere in modo intuitivo le caratteristiche geometriche dello specifico oggetto da riparare, ma soprattutto la sua posizione nell'edificio ed eventuali interferenze spaziali che si possono riscontrare nell'espletazione delle attività manutentive. Come già illustrato in alcuni dei casi di studio portati in rassegna (par. 1.4) si è sperimentata negli ultimi anni la possibilità di collegare questi software gestionali a modelli BIM, utilizzando lo standard di condivisione Cobie, appositamente strutturato e progettato per l'interoperabilità nell'ambito delle attività di Facility Management. E' così possibile gestire i dati manutentivi dei vari componenti tramite fogli elettronici esterni, ma tali per cui ogni modifica apportata viene registrata in modo sincronizzato anche sul modello BIM. A tal proposito si sono indagate anche le possibilità offerte da applicazioni per la gestione dei modelli in cloud, come BIM 360 Glue e BIM 360 Field (par. 4.3). Si tratta di software che, oltre a permettere la visualizzazione su Ipad di dati e documenti allegati durante le operazioni sul campo, consentono di operare in cloud su pagine web per inserire sul modello checklists generali, attività da eseguire, e persino un programma degli interventi manutentivi specifici per ogni componente di impianto, con visualizzazione customizzata su un calendario. Si tratta dunque di veri e propri server gestionali per i quali è già previsto un collegamento al modello BIM.

Qualunque sia il software utilizzato per l'organizzazione delle manutenzioni programmate, si pone anche in questo caso applicativo il problema di integrare nel metodo un sistema di segnalazione e comunicazione tra i soggetti coinvolti (utente, gestore, servizio di manutenzione ed operatore sul

campo) affinché ognuno riceva, in maniera automatizzata, le informazioni di cui necessita sulla base del ruolo svolto nel processo.

Il processo implementato vede in questo caso come punto di partenza non più l'utente segnalatore ma il **gestore**, che governa le attività manutentive calendarizzate su un software gestionale di tipo CAFM, collegato con il modello Revit del patrimonio che gestisce. A sufficiente distanza temporale dalla data prevista da calendario per una certa attività (sulla base di un settaggio), il software segnala la scadenza ed invia una notifica al modello BIM collegato, sul quale è possibile visualizzare il componente oggetto dell'attività manutentiva da espletare, localizzarlo nel patrimonio edilizio e consultarne le caratteristiche tecniche (fig. 4.34).

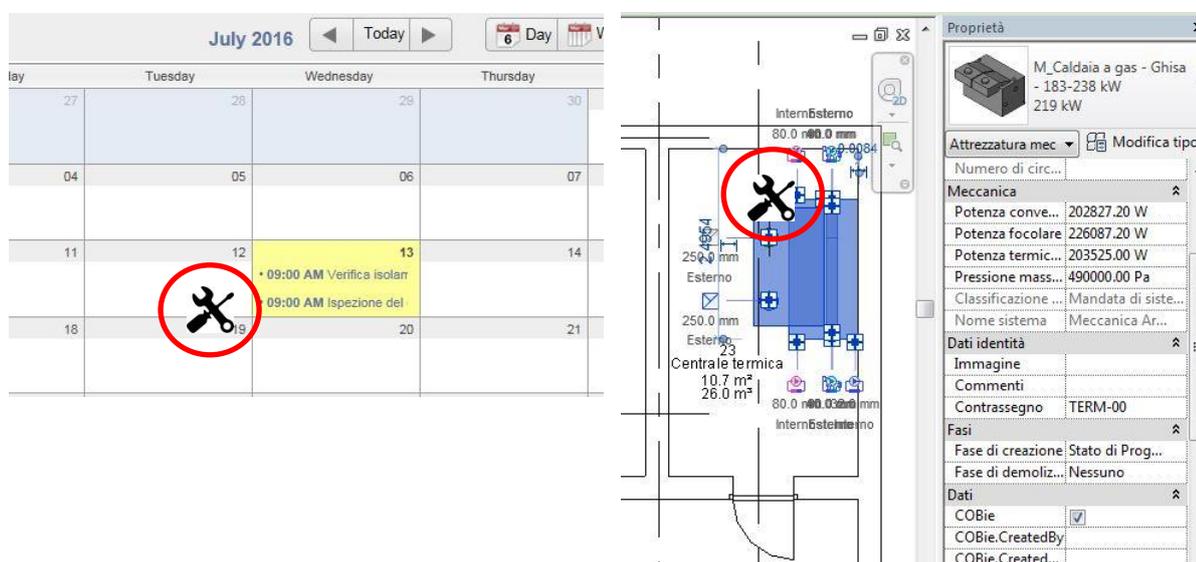


FIGURA 4.34 - CALENDARIO E AVVISO DI INTERVENTO PIANIFICATO

Nel caso in cui la gestione delle manutenzioni sia affidata ad un servizio di consulenza, occorre che il programma comunichi la notifica di scadenza anche al gestore e all'utente in modo automatizzato. La piattaforma CAFM deve quindi innanzitutto prevedere la possibilità di inserire, per ogni edificio del patrimonio, un contatto del gestore e dell'utente di ogni ambiente. Il server invierà in automatico, ad una distanza temporale dall'evento calendarizzato stabilita tramite un settaggio, una notifica all'app sullo smartphone dei due soggetti per tenerli informati: in tal modo il gestore potrà organizzare di conseguenza le attività ed organizzare gli spazi (per esempio sospende o rimanda un'attività prevista nel luogo della manutenzione da eseguire) e l'utente è consapevole dell'intervento che verrà svolto. Il gestore inoltra poi la segnalazione al servizio di manutenzione per metterlo a corrente dell'attività prevista.

Da qui in poi il processo procede in modo analogo con quanto previsto nel caso di manutenzioni a seguito di segnalazione di guasti (par. 4.4.1): il modello BIM viene condiviso in cloud con l'**impresa** incaricata di quella manutenzione, in modo che l'organo centrale possa comprendere e localizzare il servizio da espletare e verificarne la corrispondenza con il contratto stipulato. Occorre dunque che i componenti impiantistici siano mappati con parametri condivisi di tipo testuale, su cui scrivere la ragione sociale ed i contatti dell'impresa con la quale si è stipulato il contratto di manutenzione, e che siano allegati i rispettivi contratti di manutenzione come parametri URL.

Il passo successivo è l'invio dell'**operatore** sul campo, supportato da dispositivi mobile dotati di applicazioni per la visualizzazione del modello BIM e la consultazione dei dati allegati ai componenti. Ultimato il lavoro, analogamente ai casi precedenti il manutentore si collega sull'app, al codice identificativo di quella attività e notifica l'avvenuta manutenzione sia all'utente che al gestore, confermando così la chiusura dell'ordine (fig. 4.35). Il modello BIM in cloud viene poi aggiornato con nuovi dati ed eventuali schede tecniche allegate, cosicché il BIM modeler incaricato dell'aggiornamento possa trascrivere tutto sul modello centrale.

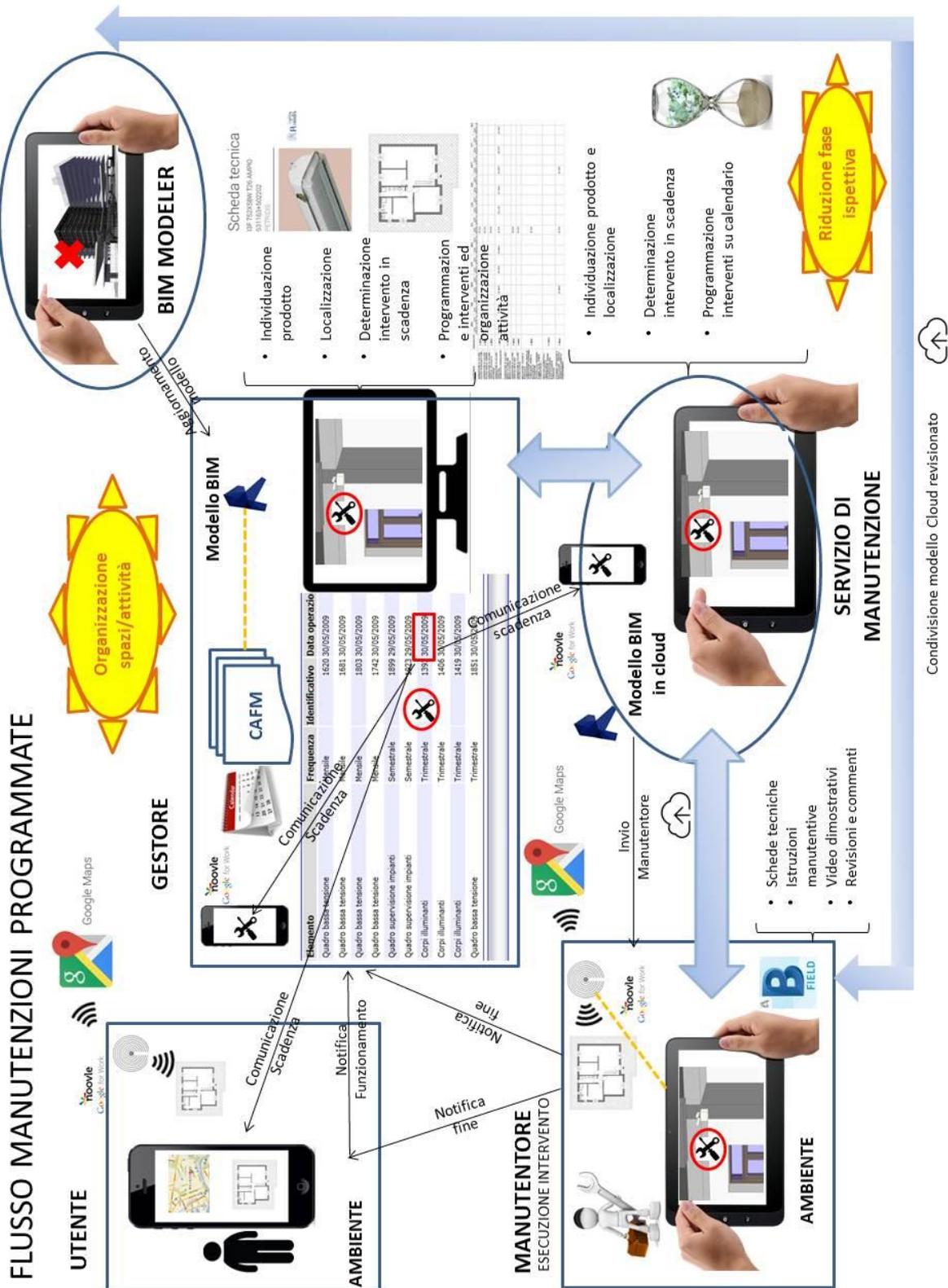


FIGURA 4.35 - MANUTENZIONI PROGRAMMATE: DIAGRAMMA DI FLUSSO

4.4.5. SERVIZI NO CORE: L'OTTIMIZZAZIONE DELL'ORGANIZZAZIONE DELLE PULIZIE

Il settore del Facility Management, come ampiamente illustrato nel capitolo 1, non è solo ristretto alla gestione delle manutenzioni, ma raccoglie al suo interno l'organizzazione integrata di tutte le attività che concorrono a garantire la funzionalità e l'efficienza di un patrimonio immobiliare. Rientrano in questo ambito quindi anche i servizi per la sicurezza, o per l'espletazione delle pulizie, ed in genere tutte le attività no core, che non concorrono alla produttività di un'azienda ma che sono comunque importanti per raggiungere obiettivi di ottimizzazione prefissati.

Si intende pertanto ultimare questa trattazione proponendo l'implementazione di un metodo che, sfruttando sempre software di progettazione BIM collegati a tecnologie mobili e sensori per la comunicazione, portino ad ottimizzare la gestione delle pulizie di un patrimonio edilizio.

In aggiunta agli strumenti tecnologici introdotti negli approcci precedentemente illustrati, si propone in quest'ambito l'utilizzo di sensori di movimento che, comunicando con i sensori di indoor positioning, siano in grado di registrare e segnalare dati utili ai fini gestionali ed organizzativi (vedi par.4.2 per approfondimenti).

Il sistema prevede una differenziazione sulla base della destinazione d'uso degli ambienti adibiti a spazi comuni: in particolar modo si è analizzato il caso della pulizia delle sale riunioni (o similari) e dei servizi igienici. Presupponendo l'utilizzo dei sensori di posizione ai fini della georeferenziazione (necessari comunque ai fini manutentivi come visto nei casi precedenti), il metodo prevede l'aggiunta, in queste stanze, di sensori capaci di comunicare con l'app progettata da noovle: nel caso delle sale riunioni verrà inviato un segnale automatico al gestore se si supererà un numero massimo stabilito di occupanti, mentre nel caso dei servizi igienici gli stessi sensori vengono utilizzati per registrare il numero di ingressi ed uscite, così da comunicare la necessità di pulizia superato un certo limite. L'obiettivo atteso è quello di ottimizzare la gestione delle risorse ai fini delle pulizie, garantendo buoni requisiti di qualità nell'espletazione di prestazioni effettivamente rispondenti alle reali esigenze abitative.

Il **gestore** riceve dunque la notifica della pulizia da effettuare sia su smartphone che su Revit (grazie al collegamento tra i server ed all'importazione sull'app della pianta BIM), georeferenzata nel contesto (mappa di Google) ed all'interno dello specifico edificio (numero di piano, stanza e restituzione su pianta pre-caricata sull'app). Il segnale localizzato viene quindi inoltrato al **servizio** incaricato dell'espletazione delle pulizie, che può consultare, direttamente sull'app, il percorso da seguire per arrivare nell'ambiente esatto da cui arriva la segnalazione.

L'**operatore** viene a questo punto inviato sul campo, svolge l'attività e, una volta ultimata, si collega al codice identificativo di quello specifico intervento e comunica l'ultimazione del lavoro al gestore il quale, direttamente sull'app, può constatare con un'immagine codificata la chiusura di quel servizio (fig. 4.36).

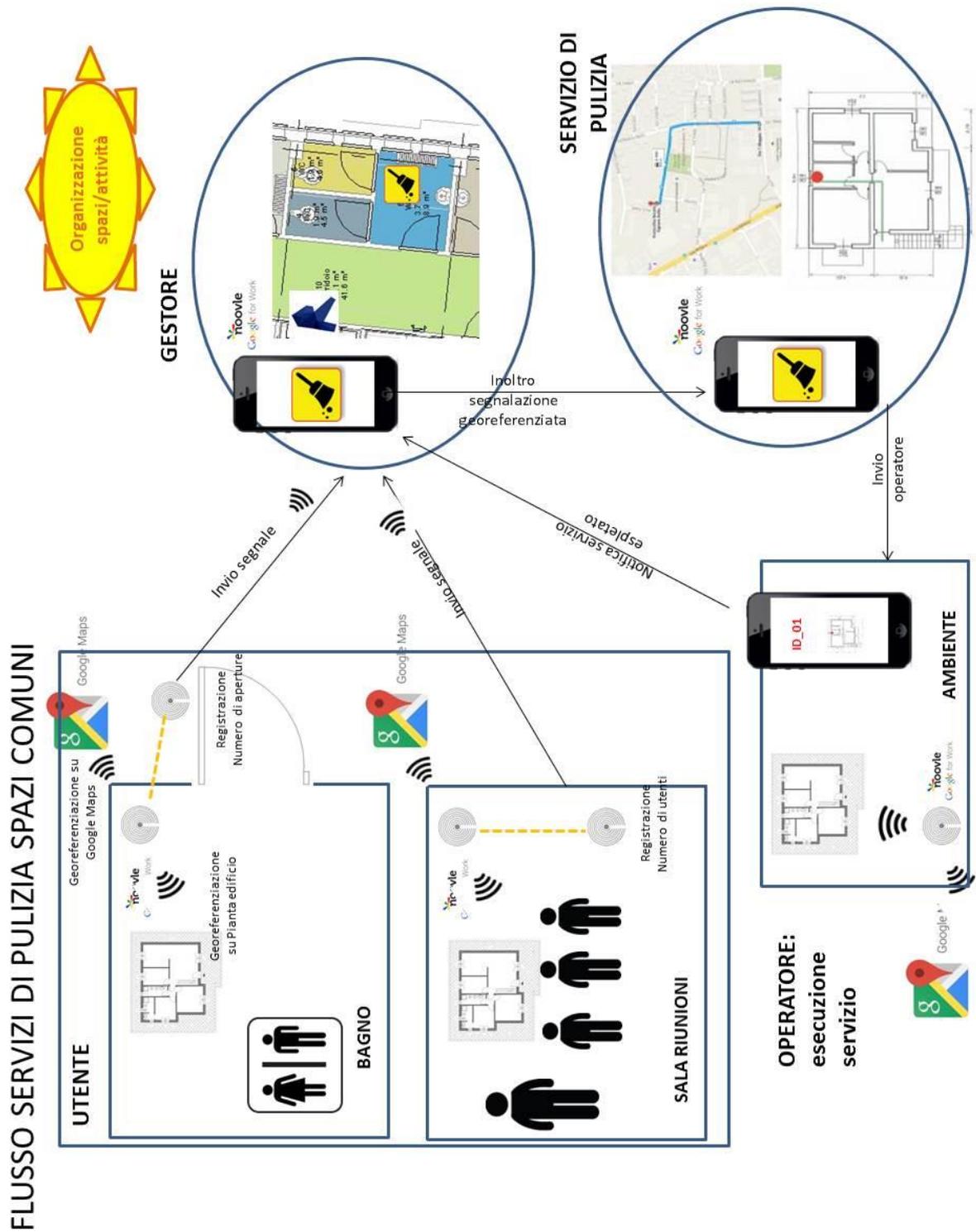


FIGURA 4.36 - GESTIONE DELLE PULIZIE: DIAGRAMMA DI FLUSSO

Per tutte le casistiche sopra citate, si tratta di metodi che presuppongono un coinvolgimento attivo dell'utente che "vive" quotidianamente l'immobile, e che ha quindi più possibilità di individuare eventuali anomalie e malfunzionamenti. Affinché il fruitore sia però stimolato a collaborare nel processo occorre dotarlo di strumenti semplici, a portata di mano e di rapido utilizzo. Si è quindi pensato, data la grande diffusione degli ultimi anni di smartphones e dispositivi mobile in genere tra la popolazione, di introdurre nel sistema di comunicazione un'app dall'interfaccia semplice. L'allegato B descrive dunque i requisiti e le specifiche tecniche degli strumenti tecnologici da introdurre nel metodo, con particolare riferimento all'app abbinata ai sensori per l'invio delle segnalazioni.

4.5. LA NORMA UNI 11337:2009 PER LA CODIFICAZIONE ED UNIFORMAZIONE DI COMPONENTI E DATI

Il processo appena descritto pone in risalto l'importanza affidata alla comunicazione dell'informazione tra gli attori coinvolti nelle attività di Facility Management: l'utente comunica il componente guasto; il gestore lo identifica nel patrimonio e qualifica l'impresa da consultare; l'impresa individua l'entità del problema sul modello ed invia l'operatore sul campo; l'operatore comunica al gestore dati tecnici del nuovo componente in modo che possa essere aggiornato il modello.

In tutte le fasi di questo processo, ed in modo particolare nella parte terminale di aggiornamento, è fondamentale l'unificazione dei componenti edilizi ed impiantistici che permetta, come già citato in questo capitolo, una codificazione per la determinazione univoca dell'elemento ma anche per l'indicazione delle informazioni da caricare sul modello ai fini di una sua completa definizione.

La norma UNI 11337:2009, insieme a due specifiche tecniche, costituisce un riferimento importante a tal fine. Tale norma disciplina di fatto l'archiviazione uniforme dell'informazione sui modelli BIM poiché definisce *"criteri di indirizzo in materia di unificazione terminologica, organizzazione, raccolta e scambio di informazioni per la filiera delle costruzioni"*(45). Le due specifiche tecniche trattano invece più nello specifico la denominazione dei prodotti da costruzione ed un modello per la raccolta strutturata delle informazioni sugli stessi: la prima definisce nello specifico le informazioni qualitative e quantitative da inserire nel modello per la definizione univoca di opere, attività e risorse, mentre la seconda propone un modello, condiviso da diversi attori del processo edilizio, per la descrizione delle caratteristiche dei prodotti da costruzione. (45)

Con tale norma si predispose quindi un database che struttura le codificazioni dei componenti e le tipologie di dati da caricare sul modello per ciascuno di essi, al fine di una condivisione tra piattaforme e tra diversi attori del processo.

Tale norma si pone dunque, nel caso specifico del tema oggetto di questa tesi, quale un'importante linea guida per la condivisione delle informazioni tra le diverse parti coinvolte nel processo, e particolarmente tra gestore e manutentore. Se per l'app disposta per gestire il flusso di informazioni tra gli attori si stabilisce una logica di caricamento dei dati che segue tale norma, si rende infatti più agevole l'aggiornamento del modello: l'operatore, una volta sostituito un componente, fisico o impiantistico, anziché caricare la scheda tecnica del componente (di cui potrebbe anche non disporre in loco in formato digitale) può compilare un format predisposto sull'app (vedi capitolato informatico in allegato B) strutturato come previsto dalla norma UNI 11337:2009. Il gestore che riceve la notifica di ultimazione del lavoro può dunque trasferire quei dati al BIM modeler, il quale può aggiornare il modello con i dati codificati secondo la norma.

Capitolo 5 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SUL SISTEMA TEORIZZATO E POSSIBILI SVILUPPI FUTURI

Nei capitoli precedenti si è dapprima indagato sull'importanza e sul significato di Facility e Property Management, con particolare attenzione all'aspetto manutentivo; si è poi parlato dell'approccio tradizionale adottato in tema di controllo e coordinamento durante l'esercizio degli immobili e delle potenzialità del BIM applicato alla dimensione della gestione, esplorando alcuni casi di studio che si sono ritenuti rappresentativi; si è poi proposta la realizzazione di una piattaforma come soluzione in termini di processo, di diagramma di flusso e di interoperabilità tra software di modellazione e applicazioni mobile.

Si intende ora concludere questa trattazione sintetizzando i vantaggi qualitativi ed economici che il sistema teorizzato può apportare agli attori coinvolti nei processi di gestione di un patrimonio immobiliare.

Si termina poi la tesi indagando sulle possibili alternative all'applicazione del BIM in tema di gestione degli aspetti operativi e tecnici del Facility Management: come già analizzato nelle pagine precedenti, se da una parte un building information model rappresenta uno strumento di conoscenza, archiviazione dei dati e di supporto tecnico ed operativo valido, dall'altra non si possono trascurare gli oneri che l'adozione di questa metodologia comporta sia in termini di modifiche strutturali e processuali nell'organizzazione dei servizi, sia in termini di investimento di risorse economiche, umane e temporali.

Si ritiene che l'evoluzione tecnologica degli ultimi anni in tema di scansione laser per la realizzazione dei rilievi e di realtà aumentata possano, negli anni a venire, costituire una possibile base di partenza per implementare metodi di gestione e manutenzione sempre più efficaci. In quest'ultimo capitolo si parlerà pertanto dei recenti strumenti tecnologici di questo tipo introdotti nel mercato, del loro principio di funzionamento e delle loro potenzialità applicative nella gestione di un patrimonio immobiliare, con l'auspicio che la ricerca condotta possa costituire uno spunto per la sperimentazione di nuovi approcci nell'espletazione dei servizi di Facility Management.

5.1. CONSIDERAZIONI QUALITATIVE ED ECONOMICHE SUL SISTEMA TEORIZZATO

Nel capitolo 3 si sono fatte delle considerazioni sui costi di sistema, sia relativi all'installazione che riguardanti la gestione negli anni successivi al primo. Dai risultati ottenuti è evidente l'onerosità che comporta l'adozione di processi tecnologici come quello descritto, in termini di risorse temporali, economiche e materiali.

Il processo descritto nel capitolo 4 ai fini della gestione delle attività di Facility Management auspica tuttavia una serie di importanti benefici per i responsabili di questo settore, sia in termini qualitativi che economici.

Innanzitutto la piattaforma descritta si pone come utile strumento per il gestore per tenere sotto controllo lo stato dei componenti degli immobili che gestisce. Nel caso di patrimoni edilizi molto vasti è fondamentale stimolare l'utente nella comunicazione di guasti o malfunzionamenti, in modo da poter intervenire rapidamente all'insorgenza di una problematica, ed il metodo proposto sfrutta la semplicità di un'applicazione mobile a tal fine.

Le funzioni gestionali risultano poi favorite dalla presenza di un'interfaccia grafica tridimensionale come quella dei modelli BIM: specie per il servizio di manutenzione può essere utile comprendere già in ufficio eventuali problemi logistici e, mediante il caricamento dei dati sul modello, le imprese possono stimare l'entità del problema, riducendo i tempi necessari a trasferite e sopralluoghi per l'identificazione della causa del guasto. Il sistema abbasserebbe inoltre il margine di errore operativo fornendo, sia al servizio di manutenzione che all'operatore sul campo, strumenti di supporto adeguati. Proprio a tal proposito si possono fare delle importanti considerazioni economiche: le ispezioni ed i sopralluoghi espletati al fine della comprensione di un malfunzionamento sono attività che consumano risorse non solo temporali, ma anche economiche. Un sistema capace di ridurre tale fase può comportare dunque dei vantaggi economici alle imprese di manutenzione, e di conseguenza al gestore del patrimonio immobiliare. Con buona probabilità, quando il modello sarà a regime con tutti i dati utili inseriti, il manutentore potrà recarsi sul posto con una buona stima di ciò che dovrà fare, come dovrà farlo e della strumentazione che sarà necessaria per quel lavoro. Le possibilità di consultazione dei dati dei componenti in loco su dispositivi mobili tramite visualizzazione in cloud dei modelli BIM riduce poi eventuali necessità di tornare in ufficio per reperire ulteriori informazioni.

Questi vantaggi teorici sono tuttavia difficilmente calcolabili in termini economici: sono state contattate delle imprese di manutenzione e di Facility Management per comprendere quanto possa mediamente incidere la fase ispettiva per gli interventi manutentivi su richiesta. Come era prevedibile gli esperti del settore hanno confermato l'impossibilità di ottenere delle stime su questo

dato poiché comporta dei parametri che variano da caso a caso, come la logistica, l'entità della trasferta, la tipologia di componente danneggiato. Se per certe attività il sopralluogo può incidere per il 50%, per altre potrebbe influire molto meno. Gli effettivi ritorni economici possono dunque essere calcolati solo applicando il metodo su un "edificio cavia" e misurando i risparmi nel tempo.

Effettuando delle stime di massima, per il patrimonio del caso di studio si potrebbe considerare una media di 10 interventi annui per manutenzioni su richiesta, per un totale di spesa di circa 3.000 euro annui. Si otterrebbe dunque una spesa media di circa 300 euro ad intervento. Considerando mediamente 100 euro di spese per i materiali, resterebbero 200 euro di costi del personale e delle risorse per le trasferte. Se ipotizziamo mediamente una squadra operativa composta da due persone per compiere l'intervento e la necessità di due giornate lavorative (una per il sopralluogo al fine della comprensione del problema ed una operativa) si avrebbe un costo giornaliero di 100 euro/squadra operativa, 50 euro per operatore. La possibilità di comprendere il problema in ufficio, comportata dal sistema implementato per le manutenzioni su richiesta, determinerebbe, per ciascun intervento, il risparmio di una giornata lavorativa per ogni squadra operativa, per un totale di 100 euro risparmiati per intervento. Al termine dell'anno si otterrebbe così un risparmio medio di **1.000 euro** sui 3.000 considerati, corrispondenti a circa il **30%**.

Bisogna inoltre considerare che la necessità della fase ispettiva non sarà mai completamente abbattuta e che, specie in patrimoni con scarse informazioni tecniche iniziali sui componenti come quello esaminato, il sistema sarà a regime e riuscirà a garantire la sua completa efficacia solo quando i dati saranno reperiti totalmente, a seguito degli aggiornamenti apportati al modello BIM in occasione degli interventi manutentivi. Si possono dunque stimare circa dai 3 ai 5 anni per una completa definizione e completamento del modello. Ipotizzando un tempo di 3 anni per la messa a regime del modello, si potrebbe quindi considerare un risparmio di 500 euro il primo anno, corrispondente al 50 % di riduzione dei sopralluoghi, 700 euro il secondo anno (70%) e 900 euro il terzo anno (90%) (tabella 5.1).

	COSTI DI SISTEMA (€)	SPESA MEDIA PER MANUTENZIONI (€)	RISPARMI da riduzione delle ispezioni (€)
1° ANNO	19500	3000	500
2° ANNO	5000	3000	700
3° ANNO	5000	3000	900
4° ANNO	5000	3000	900
5° ANNO	5000	3000	900
6° ANNO	5000	3000	900
7° ANNO	5000	3000	900
8° ANNO	5000	3000	900
9° ANNO	5000	3000	900
10° ANNO	5000	3000	900
Dopo 10 anni	64500	30000	8400

TABELLA 5.1 - RAPPORTO TRA COSTI DI SISTEMA E VOCE DI RISPARMIO DA RIDUZIONE DELLE NECESSITA' DI SOPRALLUOGHI

E' evidente che, per un patrimonio come quello analizzato, difficilmente i risparmi economici dovuti alla riduzione della fase ispettiva possono da soli coprire le spese di sistema. Nel capitolo 3 si è infatti stimato che l'implementazione del processo comporti, per un patrimonio di circa 3500 metri quadri, costi di circa 19.500 euro ed un canone annuo di circa 5.000 euro per la gestione del sistema (figura 5.1).

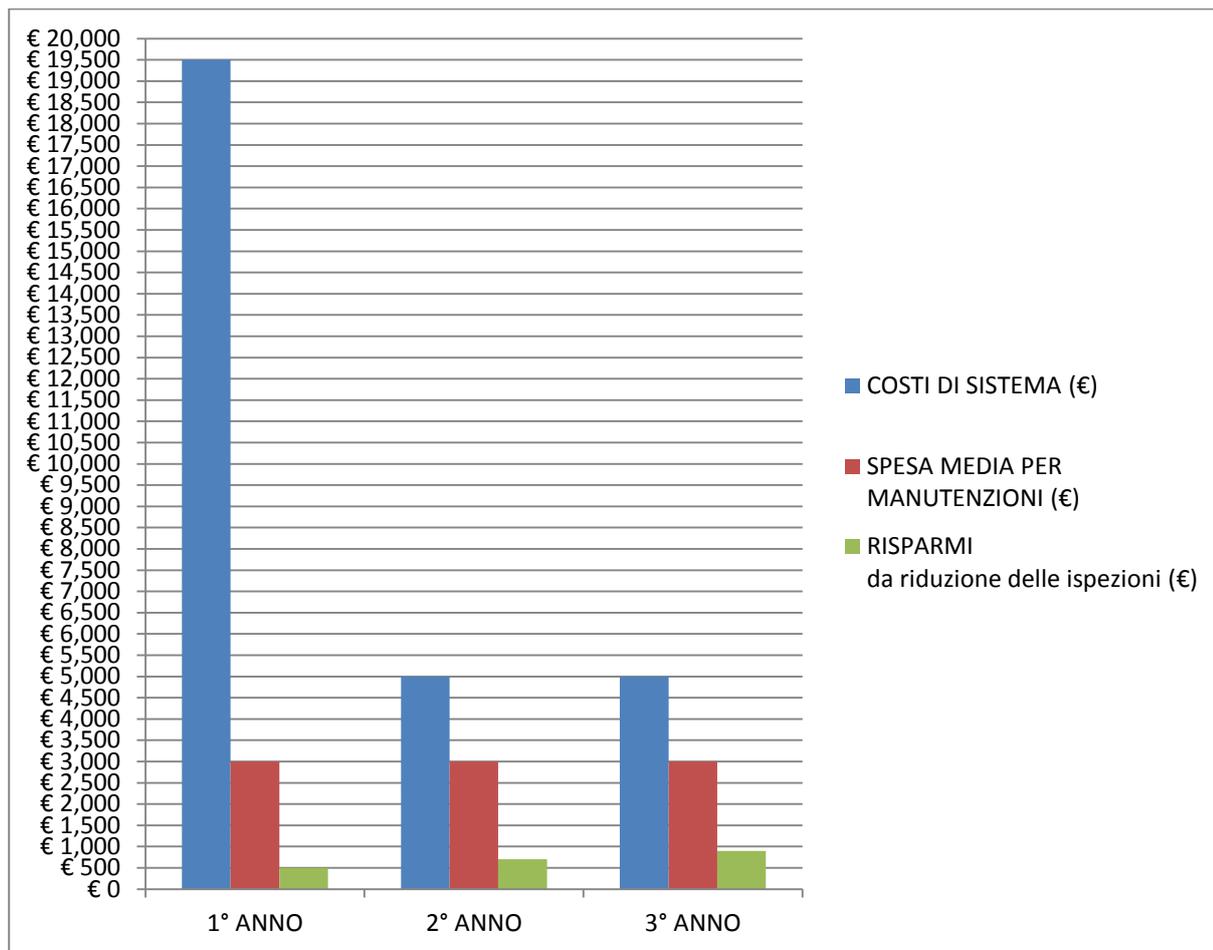


FIGURA 5.1 - CONFRONTO TRA COSTI DI SISTEMA E VOCE DI RISPARMIO DA RIDUZIONE DELLE NECESSITA' DI SOPRALLUOGO

Occorre considerare che tale stima non considera i vantaggi economici derivanti dalla riduzione del margine di errore operativo durante gli interventi, in quanto occorrerebbe avere dati affidabili sull'incidenza degli errori in occasione delle attività manutentive, non reperibili per il patrimonio oggetto di studio. Occorre poi considerare che, nel caso in cui il patrimonio fosse costituito da unità produttive, un sistema capace di garantire l'intervento tempestivo su un componente malfunzionante e la risoluzione più rapida del problema ridurrebbe i tempi di fermo dell'azienda, aumentandone la produttività.

Esistono poi ulteriori vantaggi che tale sistema potrebbe comportare: non è da sottovalutare la possibilità che questo sistema offre di ampliare il numero di immobili gestiti da un singolo gestore, riducendo di fatto i costi di gestione patrimoniale affidando più edifici ad un'unica persona.

L'utilizzo del sistema anche al fine della gestione delle manutenzioni programmate permette poi vantaggi al gestore in termini organizzativi. Si pensi per esempio ad un patrimonio costituito da unità produttive: l'insorgenza non preavvisata di un'attività manutentiva prevista da un programma concordato con un servizio di manutenzione potrebbe comportare inefficienze, mentre una

piattaforma di gestione degli interventi preventivi, capace di inviare segnalazioni automatizzate alle parti coinvolte, può permettere una migliore organizzazione delle attività.

Rispetto ad altri processi passati in rassegna, il sistema di indoor positioning abbinato a modelli BIM del patrimonio si pone poi come valido strumento anche al fine della gestione degli spazi e degli ambienti, configurandosi di fatto non solo come piattaforma di gestione delle manutenzioni ma anche di supporto a tutte le attività rientranti nell'ambito del Facility Management. Si potrebbero avere quindi ulteriori risparmi economici pianificando le pulizie degli ambienti sulla base delle effettive esigenze degli stessi, con conseguente ottimizzazione del servizio e riduzione degli sprechi.

Sono tutte possibili voci di risparmio difficilmente quantificabili in sede preliminare all'applicazione del sistema ma che, insieme ad i risparmi valutati per la riduzione delle ispezioni nel caso di segnalazioni di guasto, potrebbero coprire negli anni le spese di implementazione e gestione del sistema.

5.2. TECNOLOGIE LASER SCANNING PER LA REALIZZAZIONE DI RILIEVI

TRIDIMENSIONALI

La tecnologia del laser scanning è stata introdotta da alcuni anni per essere applicata in diversi settori, (industriale, ingegneristico, archeologico) al fine dell'acquisizione digitale di oggetti tridimensionali sotto forma di nuvola di punti e della loro restituzione grafica in rilievi (12) . Nel capitolo 1 si sono passate in rassegna le criticità caratterizzanti la fase di rilievo di un patrimonio esistente, operazione laboriosa e resa spesso complessa per via della difficoltà di reperire tutta la documentazione progettuale e tecnica necessaria. Questo metodo di rilevazione geometrica può ridurre drasticamente i tempi di elaborazione grazie alla velocità di acquisizione delle informazioni e di rappresentazione di forme complesse che ne caratterizzano la struttura logica.



FIGURA 5.2 - ESEMPIO DI LASER SCANNER

Il laser scanner è uno strumento che utilizza un fascio laser per rilevare le tre dimensioni degli oggetti e, effettuando scansioni successive ad un'elevata velocità, restituisce un rilievo di tutto ciò che è presente nel suo campo visivo, ovvero nella sfera d'azione dell'apparecchio. Restando nell'ambito dei dispositivi spostabili, quindi di dimensioni ridotte e più facilmente gestibili, ne esistono sul mercato diverse categorie che differiscono tra loro per portata, precisione, metodo utilizzato per la misurazione delle distanze (fig.

5.2-5.3) (12). I più utilizzati sono i sistemi distanziometrici: sono i più precisi e garantiscono le portate maggiori. Le scansioni effettuate determinano nuvole di punti in coordinate sferiche polari, che poi lo strumento restituisce in coordinate cartesiane (x,y,z) (48). La distanza dei punti viene misurata con il principio del tempo di volo, per il quale la misura di ciascun punto dallo scanner si ottiene dall'individuazione del tempo trascorso tra l'emissione del segnale e la ricezione dello stesso segnale riflesso (nota la velocità di emissione del laser) (12).

Una volta effettuate le scansioni delle viste ritenute necessarie occorre che queste siano riportate in un unico sistema di riferimento, ovvero devono essere registrate e, sebbene la nuvola di punti costituisca già un modello 3D, per alcune applicazioni può essere opportuno procedere con segmentazioni, al fine di alleggerire il modello e classificare la nuvola. La segmentazione è un'operazione che consiste nel sostituire la nuvola di punti con entità geometriche primitive (linee, poligoni, ecc) di dimensione più piccola. Per effettuare la segmentazione si ricorre spesso ad una modellazione basata sulla realizzazione di mesh triangolari: i punti scansionati vengono congiunti attraverso degli algoritmi di triangolazione, per formare triangoli piani costituenti superfici continue dell'oggetto (Triangular Irregular Network, TIN). C'è poi il metodo NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines) che, a differenza del precedente, congiunge i punti definendo la curva che approssima la superficie da modellare, ed è quindi particolarmente adatto per la modellazione di superfici complesse (48).

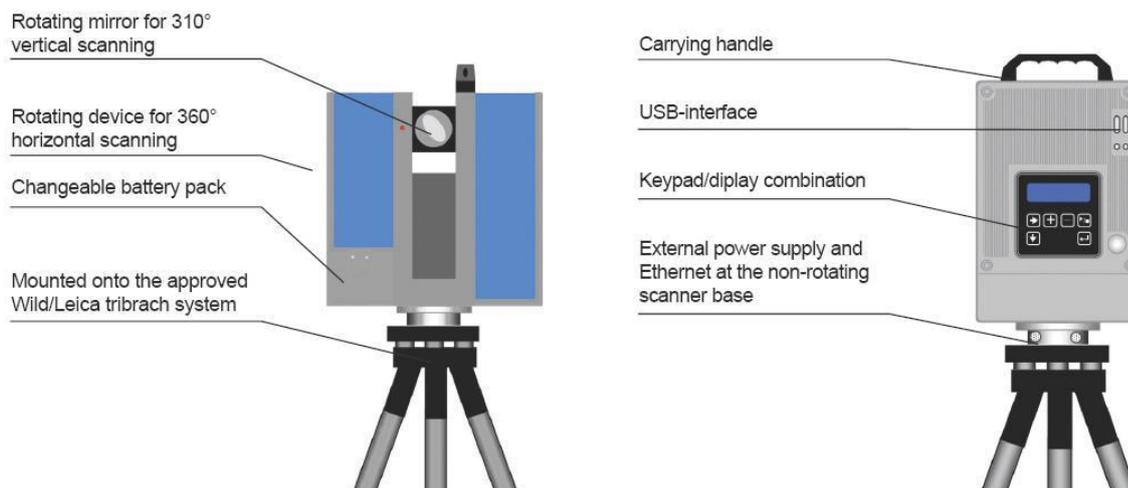


FIGURA 5.3 - LASER SCANNER TIPO: COMPONENTI

Il risultato della scansione tridimensionale, è quindi una nuvola di punti discreti descritti in coordinate cartesiane in un sistema di riferimento; a questo punto le possibilità applicative in tema di Facility Management sono due (12):

- si potrebbe partire dal rilievo laser scanning per attuare un processo BIM: la nuvola di punti, una volta registrate le scansioni, può essere utilizzata per creare modelli 3D as-built con un software di modellazione e realizzare così un building information model, popolabile con le informazioni utili ai fini gestionali e manutentivi. Si tratta di un approccio che, sebbene alleggerisca le operazioni di rilievo rispetto all'esecuzione con metodi tradizionali, resta comunque molto laborioso, necessita di modellatori esperti e può comunque richiedere un'importante quantità di tempo in base alle proporzioni del progetto.
- L'altra strada percorribile è quella di utilizzare i dati delle nuvole di punti attraverso un visualizzatore 3D: esistono infatti dei software capaci di restituire le nuvole di punti sotto forma di rendering fotografici; il risultato è un'interfaccia di tipo "bubble view" che consente all'operatore di esplorare l'ambiente attraverso una vista panoramica in cui i pixel dell'immagine sono i punti della nuvola di punti, dotati delle loro coordinate cartesiane (fig. 5.4). L'utente è così reso in grado di navigare all'interno delle stanze e procedere con le operazioni necessarie ai fini del Facility Management:
 - si può innanzitutto effettuare il censimento dei componenti, individuando l'esatta posizione; in fase di aggiornamento dell'anagrafe, si può individuare automaticamente le modifiche che gli ambienti hanno subito effettuando nuovi rilievi con laser scanner e sovrapponendo la nuvola di punti a quella precedentemente scansionata. I laser scanner attualmente presenti sul mercato permettono inoltre la rilevazione di altre informazioni oltre a quelle puramente geometriche: la registrazione dell'indice di riflettanza per ogni punto in un valore numerico permette di rendere visibili i toni di colore o l'eventuale presenza di macchie d'umidità, e risalire così a dati relativi alla natura e allo stato della superficie degli oggetti;
 - si può poi consultare l'anagrafe dei componenti in modo molto intuitivo (data la natura tridimensionale dei rilievi) e senza una particolare praticità informatica, sia da parte del gestore sia da parte dei fruitori degli spazi al fine della conoscenza degli oggetti. L'utilizzo di una metodologia BIM richiede invece una capacità di navigazione e consultazione del modello.
 - è possibile organizzare i servizi di gestione accedendo ai dati anagrafici degli elementi tecnici ed effettuando verifiche e misurazioni per comprendere le attività da eseguire, soprattutto se questa tecnologia viene integrata con la mappatura dei componenti tramite codici a barre o sensori collegati ad un database informatico (così come illustrato nel paragrafo 1.5)(12).

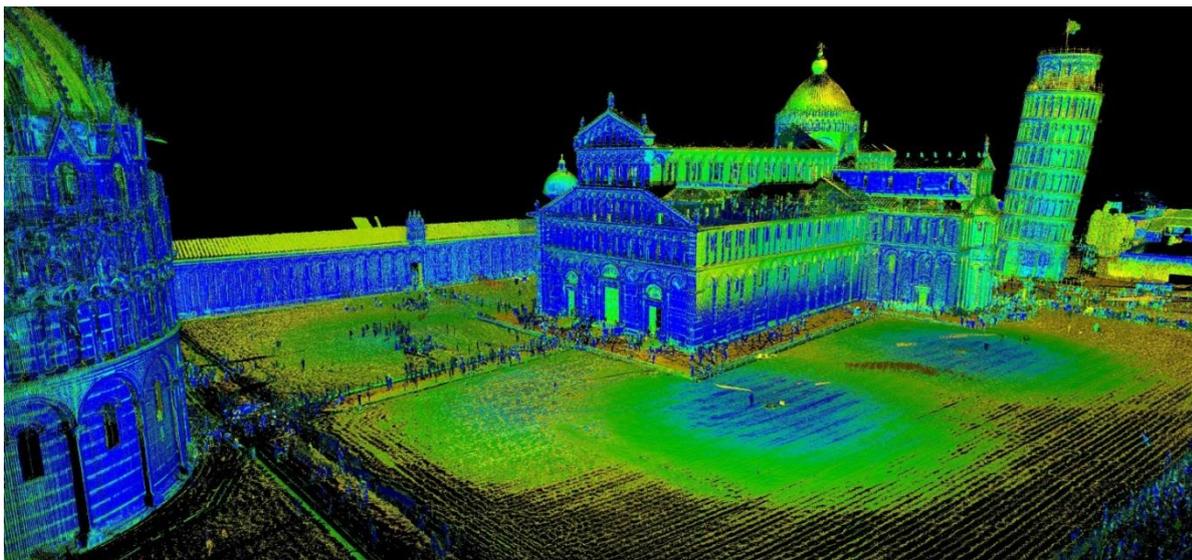


FIGURA 5.4 - SISTEMA LASER SCANNING: VISUALIZZAZIONE 3D

Sebbene l'utilizzo dei visualizzatori tridimensionali delle nuvole di punti garantisca un più rapido ed intuitivo utilizzo del prodotto delle scansioni laser, occorre tuttavia considerare che le possibilità applicative come strumento di supporto per l'espletazione servizi di Facility Management restano limitate rispetto alle potenzialità di un modello BIM dell'edificio finalizzato alla gestione: i vantaggi di tempo e di costo derivanti dal bypassare la fase di modellazione con software specifici si ripercuotono infatti nella perdita della possibilità di interrogazione del database informatico. Dal momento che la nuvola di punti può comunque essere utilizzata in qualsiasi momento ai fini della realizzazione di un building information model, ma che una modellazione completa e precisa richiede tempo e risorse, si potrebbe partire con una gestione del Facility basata sui visualizzatori 3D delle nuvole di punti in attesa dell'ultimazione del modello. Si otterrebbe così una "copertura" del gap temporale che esiste tra l'adozione del metodo BIM ai fini del Facility Management e la sua ultimazione e manifestazione dell'effettiva utilità pratica.

5.3. REALTÀ AUMENTATA: PROJECT TANGO E GOOGLE GLASSES

Con il termine Realtà Aumentata (Augmented Reality o AR) si intende la sovrapposizione di elementi virtuali generati dal computer a ciò che si può percepire, attraverso i sensi, della realtà che ci circonda e che viene ripresa attraverso una telecamera o attraverso occhiali speciali. Più precisamente la Realtà Aumentata è la riproduzione di una realtà costituita da informazioni sensoriali artificiali/virtuali che si sovrappongono a ciò che realmente percepiamo (49).

Sebbene siano due tecnologie notevolmente diverse, normalmente si tende a confondere la Realtà Aumentata con la Realtà Virtuale, già diffusa negli anni novanta e più famosa della prima; entrambe

hanno come obiettivo quello di coinvolgere il cliente/lo spettatore in modelli tridimensionali, ma la Realtà Virtuale prevede la completa immersione in un mondo ricostruito in 3D, attraverso hardware appositi e costosi, come visori (figura 5.5) o caschi.



FIGURA 5.5 - VISORI PER REALTÀ VIRTUALE

La Realtà Aumentata prevede quindi che si riprenda ciò che realmente ci circonda aggiungendo elementi tridimensionali, sovrapponendoli attraverso una tecnica di tracking dell'ambiente e posizionandoli in real-time con angolazione visiva e dimensioni corrette a seconda del punto di vista adottato dallo spettatore; la Realtà Virtuale invece prevede, per sviluppare l'ambiente circostante, la ricostruzione a trecentosessanta gradi di tutto ciò che sta intorno allo spettatore (50). E' la rappresentazione tridimensionale della realtà, la quale viene generata da un computer e può essere più o meno attinente all'ambiente che ci circonda. Si passa da un semplice abbozzo schematico degli oggetti al fotorealismo, interagendo con l'ambiente e gli oggetti (49). La realtà aumentata permette di immergere lo spettatore in modo più naturale nell'ambiente che osserva, attraverso macchinari poco costosi, come smartphone, tablet e smart glasses, ad esempio tramite Project Tango e i Google glass, entrambi ideati da Google (50).

Il **Project Tango** (o "Progetto Tango") è uno strumento ideato da Google, in grado di percepire l'ambiente circostante e di riprodurlo in 3D, tramite l'utilizzo di uno smartphone dotato di un display da 6,4" (lenovo Phab 2 Pro) e di una fotocamera posteriore da 16 megapixel, una camera di rilevamento dei movimenti, un sensore di profondità e da due processori di "visione computerizzata". Esso infatti, grazie ad alcuni sofisticati sensori in grado di percepire lo spazio in tre

dimensioni, è in grado di cogliere la forma reale dello spazio fisico che lo circonda e la propria ubicazione all'interno di esso (51). Potrebbe costituire inoltre un supporto d'aiuto anche per i non vedenti, poiché questa tecnologia è capace di catturare le dimensioni di un ambiente percorrendolo e tracciandone lo spazio circostante tramite lo smartphone (52).

I **Google Glass** sono occhiali innovativi costituiti da una montatura resistente che, attraverso la realtà aumentata, consentono di acquisire informazioni aggiuntive sulla realtà che li circonda. Grazie a un display ad alta definizione montato su una lente vengono proiettate immagini direttamente sugli occhi dell'utente. La sensazione che si percepisce è quella di trovarsi di fronte ad uno schermo da 25 pollici che si osserva da una distanza minima di due metri. Questi innovativi occhiali, detti anche smart glass, funzionano tramite il sistema operativo Android e sono compatibili con qualsiasi tipo di smartphone dotato di tecnologia Bluetooth attualmente in commercio. I Google glass sono costituiti anche da un touchpad, posizionato sul lato destro della montatura, utilizzato per scorrere tra i contenuti, da una fotocamera, da un comparto audio a conduzione ossea e da connettività Wi-fi e Bluetooth (53).

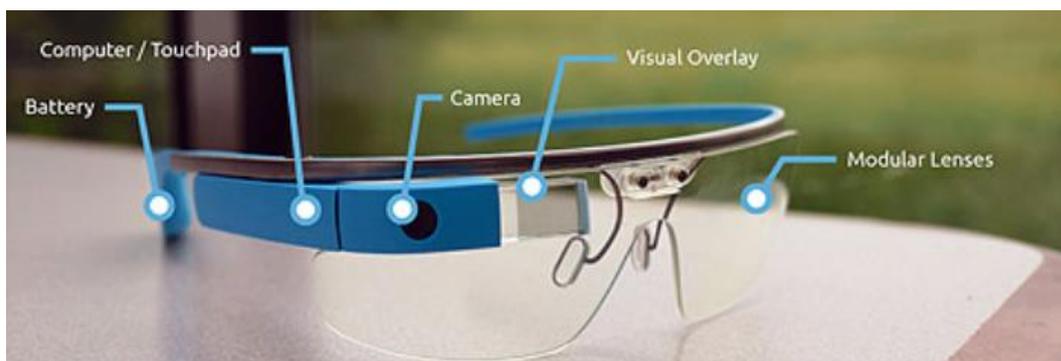


FIGURA 5.6 - GOOGLE GLASS: COMPONENTI

Oltre agli smart glass di Google sul mercato esistono anche altre proposte: la Microsoft ha annunciato Microsoft HoloLens, i quali però fanno ricorso all'impiego di ologrammi, immagini tridimensionali che vengono visualizzate nell'ambiente circostante tramite uno speciale display; la Sony ha presentato Sony SmartEyeglass, con funzionalità praticamente identiche a quelli di Google (54).

Attualmente la realtà aumentata attraverso smartphone e tablet con Project Tango e attraverso smart glass come i Google glass vengono utilizzati in settori differenti, dal cinema al mondo dell'automobilismo e dell'aeronautica, ed è dunque già disponibile per l'applicazione in ambito architettonico, nella progettazione preliminare, infrastrutturale, nella produzione di documentazione adatta, nelle fasi di cantiere (55).

Il mondo dell'architettura ha sempre saputo trarre vantaggi dalle tecnologie dell'ultimo secolo, dalla fotografia ai sistemi CAD, concentrandosi soprattutto su due aspetti importanti: la creazione del progetto e la sua comunicazione al cliente. Per quanto riguarda la progettazione di un edificio, essa potrà avvenire in tempo reale, consentendo una valutazione spaziale immediata della soluzione abitativa. La stessa cosa per i progetti d'interni, grazie alla realtà virtuale sarà possibile arredare un locale virtualmente guardando attraverso gli smart glasses e posizionando i mobili in maniera semplice e digitale (fig. 5.7) (50).

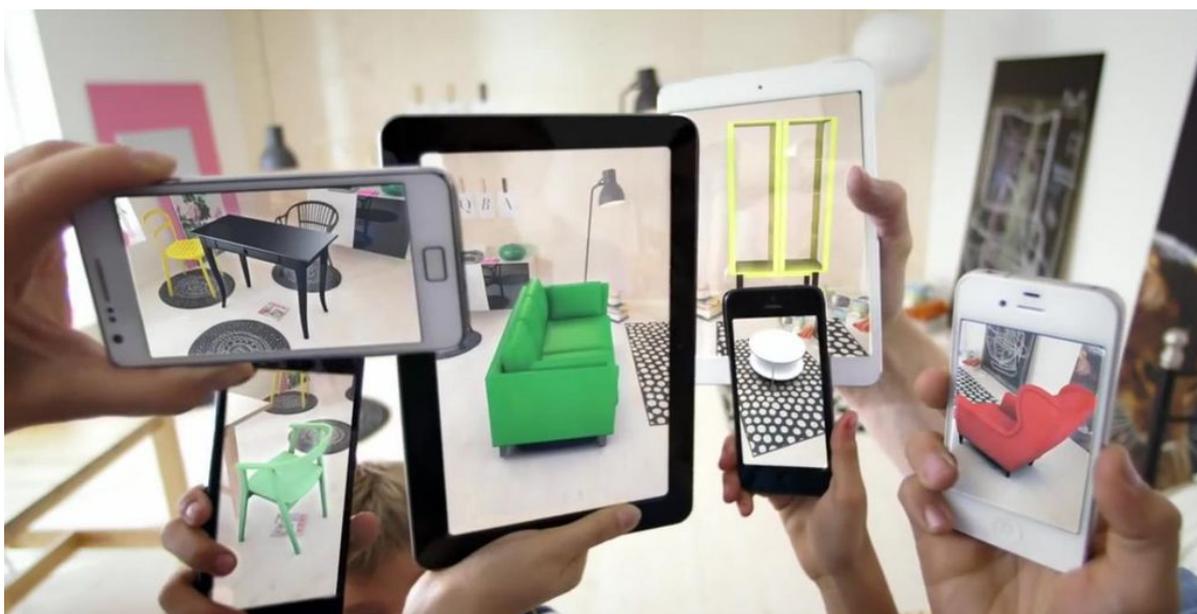


FIGURA 5.7 – ARRENDAMENTO VIRTUALE

Esistono alcune applicazioni per Project Tango, ancora in fase sperimentale, che permettono di gestire gli ambienti interni di un edificio, ad esempio Tango Constructor, applicazione in cui è possibile registrare e visualizzare modelli 3D di un determinato ambiente grazie ai particolari sensori di Tango. Con questa applicazione inoltre è possibile esportare file modelli 3D che possono essere utilizzati con altre applicazioni. Esiste un'altra applicazione, Tango Misure, la quale permette di prendere le misure di una stanza con il dispositivo Tango; basta puntare il dispositivo su ciò che si desidera misurare e utilizzare un cursore per posizionare i punti.

Per quanto concerne la comunicazione del progetto al cliente attraverso la realtà aumentata, si potranno effettuare delle presentazioni interattive multimediali; in questo modo il cliente potrà vedere l'edificio virtuale in cantiere prima ancora che sia costruito. Non solo, potrà anche valutare e scegliere le finiture più adeguate, ottenere informazioni e dati sul tipo di isolamento scelto, sui materiali usati e eventualmente sulle soluzioni progettuali da adottare, inoltre potrà anche passeggiare all'interno dell'edificio virtuale.

Le tecnologie presentate presentano anche delle importanti potenzialità riguardo al tema sviluppato in questa tesi, relativo alla gestione delle attività di Facility Management, con particolare riferimento alle esigenze manutentive. La realtà aumentata potrà essere utile per ottenere in tempo reale informazioni circa i dettagli costruttivi e sugli impianti di un edificio. Attraverso l'uso di smartphone, tablet o smart glasses sarà possibile, per il manutentore, "osservare" il percorso delle tubature in sovrapposizione agli ambienti reali. Puntando semplicemente il tablet o gli smart glasses su una parete, un pavimento o un soffitto potrà visualizzare i componenti (come si osserva nella figura 5.7), interrogare l'interfaccia relativamente ai dati di cui necessita, verificare la corretta posizione degli snodi e capire dove poter intervenire (50).

Combinando le tecnologie laser scanning con gli strumenti di visualizzazione 3D appena illustrati sarà possibile quindi, in futuro, realizzare sistemi di gestione delle manutenzioni più efficienti in termini qualitativi ma anche più economici, poiché verrebbe ridotto notevolmente il costo di modellazione ed aggiornamento del patrimonio su modellatori BIM (una delle voci di costo preponderanti nell'analisi dei costi di implementazione e gestione del sistema, come specificato nell'allegato A) tramite elaborazione delle nuvole di punti e restituzione su visualizzatori tridimensionali.

Si conclude la trattazione con l'auspicio che il sistema introdotto sia realmente sperimentato ai fini della gestione patrimoniale, facendo riferimento al capitolato informatico allegato, e che tale ricerca venga presa come spunto per continuare l'indagine su metodi e processi tecnologici per l'ottimizzazione delle attività di Facility Management.



FIGURA 5.8 – VISUALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI IN 3D

ALLEGATI

1. ALLEGATO A: ANALISI DEI COSTI DI SISTEMA

1.1. ANALISI DEI COSTI CASO DI STUDIO

1° ANNO					
	Area totale	UdM	Prezzo unitario	Quantità	Costo totale
IPOTESI 1					8.480,00 €
Licenza Autodesk Revit	3172,00	n° elementi	2.720,00 €	1	2.720,00 €
Creazione modello BIM	3172,00	h	40,00 €	80	3.200,00 €
Aggiornamento modello BIM	3172,00	h	40,00 €	64	2.560,00 €
IPOTESI 2					8.480,00 €
Licenza Autodesk Revit + A360	3172,00	n° elementi	2.720,00 €	1	2.720,00 €
Creazione modello BIM	3172,00	h	40,00 €	80	3.200,00 €
Aggiornamento modello BIM	3172,00	h	40,00 €	64	2.560,00 €
IPOTESI 3					15.649,00 €
Licenza Autodesk Revit	3172,00	n° elementi	2.720,00 €	1	2.720,00 €
Creazione modello BIM	3172,00	h	40,00 €	80	3.200,00 €
Aggiornamento modello BIM	3172,00	h	40,00 €	64	2.560,00 €
Abbonamento codici QR	3172,00	n° mesi	45,00 €	12	540,00 €
Posizionamento codici QR	3172,00	n° giorni	40,00 €	3	120,00 €
Controllo codici QR	3172,00	n° giorni	40,00 €	4	160,00 €
Licenza Bim 360 Team	3172,00	n° elementi	115,90 €	10	1.159,00 €
iPad	3172,00	n° elementi	519,00 €	10	5.190,00 €
IPOTESI 4					81.051,40 €
Domotica	3172,00	-	-	-	55.291,40 €
Manutenzione	3172,00	-	-	-	20.000,00 €

Creazione modello BIM	3172,00 h	40,00 €	80	3.200,00 €
Aggiornamento modello BIM	3172,00 h	40,00 €	64	2.560,00 €
IPOTESI 5				19.480,63 €
Licenza Autodesk Revit	3172,00 n° elementi	2.720,00 €	1	2.720,00 €
Creazione modello BIM	3172,00 h	40,00 €	80	3.200,00 €
Aggiornamento modello BIM	3172,00 h	40,00 €	64	2.560,00 €
Beacon	3172,00 n° elementi	24,13 €	61	1.471,63 €
Sensori contapersone	3172,00 n° elementi	318,00 €	10	3.180,00 €
Licenza Bim 360 Team	3172,00 n° elementi	115,90 €	10	1.159,00 €
iPad	3172,00 n° elementi	519,00 €	10	5.190,00 €

2° ANNO

	Superficie totale	UdM	Prezzo unitario	Quantità	Costo totale
IPOTESI 1					4.000,00 €
Licenza Autodesk Revit	3172,00 n° elementi		2.720,00 €	1	2.720,00 €
Aggiornamento modello BIM	3172,00 h		40,00 €	32	1.280,00 €
IPOTESI 2					4.000,00 €
Licenza Autodesk Revit	3172,00 n° elementi		2.720,00 €	1	2.720,00 €
Aggiornamento modello BIM	3172,00 h		40,00 €	32	1.280,00 €
IPOTESI 3					5.859,00 €
Licenza Autodesk Revit	3172,00 n° elementi		2.720,00 €	1	2.720,00 €
Aggiornamento modello BIM	3172,00 h		40,00 €	32	1.280,00 €
Abbonamento codici QR	3172,00 n° mesi		45,00 €	12	540,00 €
Controllo codici QR	3172,00 n° giorni		40,00 €	4	160,00 €
Licenza Bim 360 Team	3172,00 n° elementi		115,90 €	10	1.159,00 €
IPOTESI 4					21.280,00 €
Manutenzione	3172,00 -	-	-	-	20.000,00 €

Aggiornamento modello BIM	3172,00 h	40,00 €	32	1.280,00 €
IPOTESI 5				5.159,00 €
Licenza Autodesk Revit	3172,00 n° elementi	2.720,00 €	1	2.720,00 €
Aggiornamento modello BIM	3172,00 h	40,00 €	32	1.280,00 €
Licenza Bim 360 Team	3172,00 n° elementi	115,90 €	10	1.159,00 €

1.2. ANALISI DEI COSTI PATRIMONIO ESTESO

1° ANNO					
	Superficie totale	UdM	Prezzo unitario	Quantità	Costo totale
IPOTESI 1					16.160,00 €
Licenza Autodesk Revit	9516,00 n° elementi		2.720,00 €	1	2.720,00 €
Creazione modello BIM	9516,00 h		40,00 €	240	9.600,00 €
Aggiornamento modello BIM	9516,00 h		40,00 €	96	3.840,00 €
IPOTESI 2					16.160,00 €
Licenza Autodesk Revit + A360	9516,00 n° elementi		2.720,00 €	1	2.720,00 €
Creazione modello BIM	9516,00 h		40,00 €	240	9.600,00 €
Aggiornamento modello BIM	9516,00 h		40,00 €	96	3.840,00 €
IPOTESI 3					23.329,00 €
Licenza Autodesk Revit	9516,00 n° elementi		2.720,00 €	1	2.720,00 €
Creazione modello BIM	9516,00 h		40,00 €	240	9.600,00 €
Aggiornamento modello BIM	9516,00 h		40,00 €	96	3.840,00 €
Abbonamento codici QR	9516,00 n° mesi		45,00 €	12	540,00 €
Posizionamento codici QR	9516,00 n° giorni		40,00 €	3	120,00 €
Controllo codici QR	9516,00 n° giorni		40,00 €	4	160,00 €

Licenza Bim 360 Team	9516,00	n° elementi	115,90 €	10	1.159,00 €
iPad	9516,00	n° elementi	519,00 €	10	5.190,00 €
IPOTESI 4					230.482,20 €
Domotica	9516,00	-	-	-	157.042,20 €
Manutenzione	9516,00	-	-	-	60.000,00 €
Creazione modello BIM	9516,00	h	40,00 €	240	9.600,00 €
Aggiornamento modello BIM	9516,00	h	40,00 €	96	3.840,00 €
IPOTESI 5					32.527,38 €
Licenza Autodesk Revit	9516,00	n° elementi	2.720,00 €	1	2.720,00 €
Creazione modello BIM	9516,00	h	40,00 €	240	9.600,00 €
Aggiornamento modello BIM	9516,00	h	40,00 €	96	3.840,00 €
Beacon	9516,00	n° elementi	24,13 €	179	4.318,38 €
Sensori contapersone	9516,00	n° elementi	318,00 €	30	9.540,00 €
Licenza Bim 360 Team	9516,00	n° elementi	115,90 €	10	1.159,00 €
iPad	9516,00	n° elementi	519,00 €	10	5.190,00 €

2° ANNO

	Superficie totale	UdM	Prezzo unitario	Quantità	Costo totale
IPOTESI 1					4.640,00 €
Licenza Autodesk Revit	9516,00	n° elementi	2.720,00 €	1	2.720,00 €
Aggiornamento modello BIM	9516,00	h	40,00 €	48	1.920,00 €
IPOTESI 2					4.640,00 €
Licenza Autodesk Revit	9516,00	n° elementi	2.720,00 €	1	2.720,00 €
Aggiornamento modello BIM	9516,00	h	40,00 €	48	1.920,00 €
IPOTESI 3					6.339,00 €
Licenza Autodesk Revit	9516,00	n° elementi	2.720,00 €	1	2.720,00 €
Aggiornamento modello BIM	9516,00	h	40,00 €	48	1.920,00 €

Abbonamento codici QR	9516,00	n° mesi	45,00 €	12	540,00 €
Licenza Bim 360 Team	9516,00	n° elementi	115,90 €	10	1.159,00 €
IPOTESI 4					61.920,00 €
Manutenzione	9516,00	-	-	-	60.000,00 €
Aggiornamento modello BIM	9516,00	h	40,00 €	48	1.920,00 €
IPOTESI 5					5.799,00 €
Licenza Autodesk Revit	9516,00	n° elementi	2.720,00 €	1	2.720,00 €
Aggiornamento modello BIM	9516,00	h	40,00 €	48	1.920,00 €
Licenza Bim 360 Team	9516,00	n° elementi	115,90 €	10	1.159,00 €

1.3. ANALISI DEI COSTI PATRIMONIO RIDOTTO

1° ANNO

	Superficie totale	UdM	Prezzo unitario	Quantità	Costo totale
IPOTESI 1					5.600,00 €
Licenza Autodesk Revit	1586,00	n° elementi	2.720,00 €	1	2.720,00 €
Creazione modello BIM	1586,00	h	40,00 €	40	1.600,00 €
Aggiornamento modello BIM	1586,00	h	40,00 €	32	1.280,00 €
IPOTESI 2					5.600,00 €
Licenza Autodesk Revit + A360	1586,00	n° elementi	2.720,00 €	1	2.720,00 €
Creazione modello BIM	1586,00	h	40,00 €	40	1.600,00 €
Aggiornamento modello BIM	1586,00	h	40,00 €	32	1.280,00 €
IPOTESI 3					12.769,00 €
Licenza Autodesk Revit	1586,00	n° elementi	2.720,00 €	1	2.720,00 €

Creazione modello BIM	1586,00 h	40,00 €	40	1.600,00 €
Aggiornamento modello BIM	1586,00 h	40,00 €	32	1.280,00 €
Abbonamento codici QR	1586,00 n° mesi	45,00 €	12	540,00 €
Posizionamento codici QR	1586,00 n° giorni	40,00 €	3	120,00 €
Controllo codici QR	1586,00 n° giorni	40,00 €	4	160,00 €
Licenza Bim 360 Team	1586,00 n° elementi	115,90 €	10	1.159,00 €
iPad	1586,00 n° elementi	519,00 €	10	5.190,00 €
IPOTESI 4				47.733,70 €
Domotica	1586,00 -	-	-	29.853,70 €
Manutenzione	1586,00 -	-	-	15.000,00 €
Creazione modello BIM	1586,00 h	40,00 €	40	1.600,00 €
Aggiornamento modello BIM	1586,00 h	40,00 €	32	1.280,00 €
IPOTESI 5				14.262,75 €
Licenza Autodesk Revit	1586,00 n° elementi	2.720,00 €	1	2.720,00 €
Creazione modello BIM	1586,00 h	40,00 €	40	1.600,00 €
Aggiornamento modello BIM	1586,00 h	40,00 €	32	1.280,00 €
Beacon	1586,00 n° elementi	24,13 €	30	723,75 €
Sensori contapersone	1586,00 n° elementi	318,00 €	5	1.590,00 €
Licenza Bim 360 Team	1586,00 n° elementi	115,90 €	10	1.159,00 €
iPad	1586,00 n° elementi	519,00 €	10	5.190,00 €

2° ANNO

	Superficie totale	UdM	Prezzo unitario	Quantità	Costo totale
IPOTESI 1					3.360,00 €

Licenza Autodesk Revit	1586,00	n° elementi	2.720,00 €	1	2.720,00 €
Aggiornamento modello BIM	1586,00	h	40,00 €	16	640,00 €
IPOTESI 2					3.360,00 €
Licenza Autodesk Revit	1586,00	n° elementi	2.720,00 €	1	2.720,00 €
Aggiornamento modello BIM	1586,00	h	40,00 €	16	640,00 €
IPOTESI 3					5.219,00 €
Licenza Autodesk Revit	1586,00	n° elementi	2.720,00 €	1	2.720,00 €
Aggiornamento modello BIM	1586,00	h	40,00 €	16	640,00 €
Abbonamento codici QR	1586,00	n° mesi	45,00 €	12	540,00 €
Controllo codici QR	1586,00	n° giorni	40,00 €	4	160,00 €
Licenza Bim 360 Team	1586,00	n° elementi	115,90 €	10	1.159,00 €
IPOTESI 4					15.640,00 €
Manutenzione	1586,00	-	-	-	15.000,00 €
Aggiornamento modello BIM	1586,00	h	40,00 €	16	640,00 €
IPOTESI 5					4.519,00 €
Licenza Autodesk Revit	1586,00	n° elementi	2.720,00 €	1	2.720,00 €
Aggiornamento modello BIM	1586,00	h	40,00 €	16	640,00 €
Licenza Bim 360 Team	1586,00	n° elementi	115,90 €	10	1.159,00 €

2. ALLEGATO B: CAPITOLATO TECNICO: L'ARCHITETTURA INFORMATICA DEL SISTEMA

2.1. PREMESSA

Questo documento descrive i requisiti tecnici relativi alla progettazione e realizzazione di una piattaforma software di supporto alla gestione integrata delle attività di Facility Management, con riferimento all'organizzazione delle manutenzioni (programmate e su richiesta), delle riparazioni e delle forniture e delle pulizie.

Il progetto prende spunto da uno studio affrontato sullo stato dell'arte relativamente alle sperimentazioni tecnologiche condotte sul settore del Property e Facility Management, e dal riscontro che ne è risultato sulla necessità di implementare un sistema che contribuisca ad incrementare la conoscenza dei patrimoni da parte dei gestori ed automatizzi il passaggio di segnalazioni ed informazioni tra i soggetti coinvolti nelle attività predette.

La procedura informatica dovrà rispondere alle specifiche ed ai requisiti tecnici che verranno di seguito specificati.

2.2. OGGETTO

Il presente capitolato disciplina la realizzazione del progetto, in termini esecutivi, della piattaforma software per la gestione integrata dei servizi di Facility Management.

L'offerta tecnica e la sua realizzazione devono rispettare in modo completo tutte le specifiche riportate nel presente capitolato, ivi compresi i diagrammi di flusso informatici rappresentati, i loghi disegnati, le strutture delle interfacce e le possibilità operative descritte per ciascuno dei soggetti citati.

Il progetto prevede la formulazione di un sistema di comunicazione che integri tecnologie digitali ed informatiche già esistenti:

- Applicazione open source per dispositivi mobile (IOS e Android) programmata da noovle e denominata "**Nextome**", per la comunicazione con sensori di indoor positioning del tipo "beacon" (per le prestazioni e le caratteristiche tecniche già predisposte dal sistema si rimanda al paragrafo 4.2);
- Sensori di indoor positioning denominati **beacons** per la georeferenziazione su GPS e piante digitali precaricate;

- Sensori di movimento realizzato da Microlog srl, denominato “**smartcheck**”, per la registrazione del numero di occupanti di un ambiente e del numero di ingressi ed uscite, collegati ad un software di registrazione dei dati (si rimanda al par. 4.2);
- **Autodesk Revit Architecture** e **Autodesk Revit MEP** per la rappresentazione tridimensionale dei modelli degli edifici ed il caricamento di dati;
- **Autodesk Revit 360**, **Autodesk Revit 360 Field**, **Autodesk Revit 360 Glue** o similari per la visualizzazione in cloud e su dispositivi mobile dei modelli tridimensionali (per informazioni a riguardo si rimanda al paragrafo 4.3);
- **Software gestionale di tipo CAFM** (Computer Aided Facility Management) per la gestione dei dati alfanumerici e la pianificazione delle attività manutentive programmate.

La piattaforma oggetto dell'appalto deve prevedere la comunicazione dei software e dei dispositivi citati nei limiti dei requisiti espressi da questo capitolato e nel rispetto dell'architettura logica illustrata nei paragrafi seguenti, nonché prevedere, laddove richiesto, l'integrazione delle funzioni dei programmi, così come riportato nel presente documento.

Gli obiettivi che il sistema intende perseguire sono sintetizzati come segue:

- Rendere al gestore più agevole il governo ed il coordinamento delle attività manutentive e di Facility Management in generale, coinvolgendo direttamente l'utente nella segnalazione di guasti, anomalie, malfunzionamenti o qualsiasi problematica dovesse riscontrare, attraverso un'app per smartphone di semplice utilizzo;
- Potenziare le possibilità comunicative sfruttando sensori identificabili dal software dell'app Nextome, al fine di permettere al gestore la localizzazione del problema notificato;
- Potenziare la conoscenza dell'informazione progettando l'interoperabilità tra l'app ed il server di Autodesk Revit, al fine di integrare le possibilità comunicative dell'applicazione e dei sensori con le facoltà grafiche e di database informativo offerte dal software BIM.
- Garantire al gestore un migliore controllo sull'effettiva espletazione dei servizi ordinati o previsti, attraverso la restituzione automatizzata di notifiche di ultimazione delle attività, potenziando le possibilità dell'app progettata da noovle per l'identificazione dei beacons.
- Ottimizzare la gestione delle pulizie attraverso l'ausilio di sensori di movimento (smartcheck) collegati a software di registrazione dei dati e WEB server (Checkin). Occorrerà progettare la comunicabilità con l'app Nextome e con i beacons, al fine di segnalare le effettive esigenze degli ambienti.

2.3. REQUISITI DI INTEROPERABILITÀ E DI SISTEMA

Si richiede la disponibilità di una soluzione che consenta la creazione di un sistema comunicativo tra i software e gli hardware sopra citati. In particolare bisogna garantire le seguenti specifiche:

1) L'app Nextome di identificazione dei sensori di posizione tipo beacons, potenziata dei requisiti di seguito descritti, costituirà l'interfaccia per la comunicazione, e sarà costituita principalmente da due fasi:

- **fase di input:** per l'invio delle segnalazioni da parte dell'utente
- **fase di output,** ovvero di notifica di corretta esecuzione del servizio, da parte dell'utente fruitore e dell'operatore.

La segnalazione di una problematica da parte dell'utente deve prevedere la generazione automatica di un codice identificativo dell'oggetto in questione, che dovrà identificare la notifica in modo univoco ed essere attivo fino alla chiusura del problema, con la fase di output.

E' opportuno dunque integrare il software dell'applicazione mobile progettato da noovle tramite la creazione di interfacce e possibilità operative ad hoc per ciascuno dei soggetti, che saranno:

- Utente fruitore dell'edificio;
- Gestore dei servizi di Facility Management;
- Servizio di manutenzione (ivi compreso l'operatore sul campo).

Nel paragrafo 2.5 del presente capitolato verrà approfondita la questione delle interfacce grafiche, con esempi rappresentativi delle soluzioni richieste.

2) Il software "check in" di Microlog deve essere utilizzato in abbinamento ai sensori "smartchek" per registrare i dati sul numero di occupanti e sul numero di ingressi ed uscite negli ambienti. Il soggetto incaricato dovrà progettare la possibilità comunicativa di invio del segnale al server da parte del software a seguito del raggiungimento di un numero limite di occupanti (o di ingressi ed uscite), sulla base di un settaggio programmato sul software (o sul WEB server) disposto sul programma.

3) Un' applicazione CAFM da concordare con il soggetto incaricato deve gestire il database informatico in modo condiviso con Revit. Il presente capitolato richiede l'integrazione della possibilità di inviare notifiche al server di Revit e dell'app Nextome in modo automatico in occasione di scadenze stabilite da programma.

I requisiti secondo cui il sistema informatico dovrà essere realizzato sono i seguenti:

- **Elevata integrazione**: comunicabilità tra diversi software (programma di progettazione BIM, app per smartphone associata ai beacons, programmi gestionali) con integrazione di dati reperiti dagli hardware dei sensori, creando un'unica piattaforma interoperabile. La comunicazione, sia nell'ambito dei dispositivi mobile che tra Nextome ed il server di Revit, deve essere ottenuta tramite l'emissione e ricezione di segnali codificati da immagini semplici e corrispondenti a quelle specificate nei paragrafi 2.4 e 2.5.
- **Semplicità di utilizzo**: la struttura dell'app deve essere integrata rispetto a quanto già predisposto da noovle (par. 4.2), seguendo le specifiche che verranno approfondite nei paragrafi 2.4 e 2.5; dovrà essere garantita comunque nel complesso la semplicità di utilizzo, tramite interfacce agevoli, intuibili e di rapida consultazione. Deve essere prevista l'utilizzazione di tecniche atte a guidare l'operatore nello svolgimento delle sue mansioni.
- **Indipendenza del software dell'app dal database di Revit**: La comunicabilità tra i server dell'app e di Revit deve essere ottenuta al solo scopo di invio e ricezione di notifiche contenenti foto georeferenziate su mappe e di segnali hardware dei sensori, automaticamente localizzabili sul modello e sulle piante di Revit. L'applicazione deve inoltre permettere la possibilità di acquisizione delle piante degli edifici gestite da Revit e creare una corrispondenza biunivoca tra i due server. Il database informativo di Revit resta indipendente e non comunica con l'app ma deve garantire la condivisione dei dati con applicazioni di visualizzazione dei modelli per dispositivi mobile e con software gestionali di tipo CAFM.
- **Accessibilità**: l'applicazione deve garantire l'accesso ai soli utenti registrati. Ciascun utente può autenticarsi con il profilo di appartenenza (utente, gestore, manutentore) ed usufruire delle facoltà che l'app deve garantire a ciascuno di essi.
- **Espandibilità**: le facoltà comunicative e di inoltrare delle segnalazioni devono essere aperte alle possibilità di integrare le notifiche con allegati di formato immagine (jpeg e altri), formato testuale (txt, doc) e formato pdf. Il software "check in" di Microlog deve essere esteso con l'integrazione della possibilità di inviare segnali al server di Revit e dell'app a seguito della ricezione di segnali, sulla base di un settaggio da parte del gestore.
- **Elevata interattività**: l'invio dei segnali di identificazione di guasti e problematiche e di quelli di corretta esecuzione degli interventi deve prevedere l'immediata notificazione sui software previsti.
- **Efficienza**: il sistema deve essere progettato per consentire elevata efficienza e tempi di comunicazione rapidi.

La soluzione proposta deve possedere un elevato livello di conformità ai requisiti generali espressi nella norma ISO 9126:

- 1) **Funzionalità operativa:** si intende per funzionalità il corredo di capacità operative che la procedura automatizzata è in grado di supportare nell'ambito dell'area applicativa cui la procedura automatizzata si rivolge. L'integrità del software e dei dati è un'ulteriore caratteristica della funzionalità operativa, intendendo per integrità la possibilità di controllare ed impedire che persone non autorizzate accedano al software ed ai dati. Elementi della funzionalità operativa sono:
 - volumi,
 - controllo logico dell'accesso,
 - presenza dei livelli di accesso,
 - tecnologia progettuale.

- 2) **Affidabilità:** si intende per affidabilità la capacità di mantenere un buon livello di prestazione per merito dell'assenza di malfunzionamenti nella procedura automatizzata o, in caso di errore, della possibilità di ripristinare in breve tempo la situazione precedente. E' la caratteristica più importante poiché se viene meno l'affidabilità della procedura automatizzata, vengono meno anche le sue prestazioni, con evidenti ripercussioni economiche e produttive. Elementi dell'affidabilità sono:
 - tolleranza ai guasti
 - maturità.

- 3) **Usabilità:** si intende per usabilità la caratteristica che indica la possibilità sia di apprendere l'utilizzo sia di operare con una determinata procedura automatizzata; con riferimento all'esecuzione sia tramite un determinato hardware sia in uno specifico ambiente operativo. E' importante la modalità di colloquio tra utilizzatore e procedura automatizzata, ed in particolare modo, la riduzione e la facilitazione delle attività di immissione dei dati e la possibilità di avere una guida nella successione delle operazioni da eseguire. Elementi dell'usabilità sono:
 - facilità di installazione,
 - struttura guida,
 - flessibilità immissione dati,
 - apprendimento,
 - comunicabilità,
 - completezza nella documentazione,
 - chiarezza nella documentazione,
 - formazione.

- 4) **Efficienza:** Si intende per efficienza la capacità della procedura automatizzata di fornire il miglior livello di prestazione in base alla struttura hardware e software che supporta la procedura automatizzata stessa. Il criterio di valutazione della caratteristica efficienza è la velocità operativa.
- 5) **Manutenibilità:** si intende per manutenibilità l'attitudine della procedura automatizzata ad adeguarsi al mutare delle normative e dei regolamenti e/o all'evoluzione organizzativa dell'Ambito e che quindi esista un adeguato contratto di manutenzione del sistema. Sono tipiche di questa caratteristica: la presenza di una buona documentazione tecnica, la disponibilità di procedure di test, ecc. Elementi della manutenibilità sono:
- capacità di adeguamento,
 - manutenzione del sistema.
- 6) **Portabilità:** Si intende per portabilità la caratteristica della procedura automatizzata:
- di poter funzionare su diverse versioni dello stesso sistema operativo,
 - di permettere lo scambio di dati con altri prodotti software,
 - di funzionare su diverse configurazioni hardware e su diversi sistemi operativi,
 - di poter operare su tecnologie avanzate, quali sistemi aperti, sistemi in rete e interfaccia WINDOWS.
- Elementi della portabilità sono:
- compatibilità tra le versioni del sistema operativo,
 - compatibilità dei dati,
 - indipendenza dall'hardware,
 - indipendenza dal sistema operativo.

Il sistema così concepito dovrà ispirarsi ad un modello organizzativo flessibile, capace di adattarsi ad una realtà complessa e mutevole e dovrà essere in grado di offrire un valido supporto al miglioramento dell'efficienza e dell'efficacia dell'azione amministrativa e gestionale.

2.4. ARCHITETTURA LOGICA DEL SISTEMA

Si procede ad illustrare nello specifico, tramite diagrammi di flusso, le prestazioni richieste alla piattaforma in termini di comunicabilità e le specifiche da prevedere per ciascun software utilizzato nel sistema.

Le applicazioni richieste al soggetto incaricato possono essere suddivise in quattro ambiti:

- Comunicabilità tra i server ai fini delle segnalazioni (fase di input);
- Comunicabilità tra le app per inoltrare le segnalazioni;

- Comunicabilità tra i server ai fini delle notifiche di chiusura ordine (fase di output);
- Comunicabilità tra server ai fini della gestione delle manutenzioni programmate;
- Comunicabilità tra hardware e server ai fini della gestione delle pulizie.

2.4.1. COMUNICABILITÀ TRA SERVER AI FINI DELLE SEGNALAZIONI (FASE DI INPUT)

Questa fase riguarda la gestione del flusso comunicativo tra l'utente segnalatore di un problema ed il gestore ricevente.

L'utente utilizza l'app Nextome, capace di identificare i sensori di indoor positioning denominati beacons, con i quali comunica tramite tecnologia bluetooth. L'app è stata programmata ed è già disponibile ai fini della localizzazione su Google maps tramite GPS, e della georeferenziazione su mappe precaricate nella memoria del server. Il potenziamento richiesto all'informatico riguarda innanzitutto la possibilità di collegare le piante digitali visualizzabili su Revit con il database dell'applicazione smartphone: ciò che si vuole ottenere è dunque in prima istanza la localizzazione del sensore non più su piante precaricate qualsiasi ma su piante provenienti dal database di Revit. Il secondo passo è l'implementazione di un collegamento tra i server tale da permettere l'invio manuale di fotografie georeferenziate, corredate da una descrizione testuale. La tecnologia dei beacons è tale per cui questi sensori riescono infatti a "far riconoscere" la propria presenza inviando un segnale radio ai dispositivi presenti nel loro raggio d'azione sui quali è attivo il bluetooth e sui quali è installata l'app, così da essere localizzati. L'invio di una segnalazione da parte dell'utente deve determinare la generazione di un codice identificativo univoco per quell'ordine, che resterà attivo fino alla chiusura dello stesso. La fotografia deve essere ricevuta sia sul lato del server di Revit che sul lato del dispositivo mobile del gestore, provvisto anche lui dell'app. E' richiesto che la ricezione della segnalazione sia identificata sull'app con un segnale sonoro accompagnato da un opportuno simbolo codificato, che sia poi visualizzabile in maniera univoca anche sul modello di Revit nel punto della pianta e del modello 3D dal quale giunge la comunicazione. Sul lato del server di Revit, giunta la notifica deve essere poi reso possibile, cliccando sulla stessa, visualizzare la foto localizzata nella pianta dell'edificio dai sensori beacons e su Google Maps tramite GPS; è preferibile quindi, a partire dalla rilevazione automatica della posizione dell'immobile nel contesto, un sistema che permetta di interrogare direttamente la mappa di Google su Revit, per risalire ad informazioni circa punti di interesse presenti nelle vicinanze. La figura B.1 sintetizza l'architettura logica richiesta.

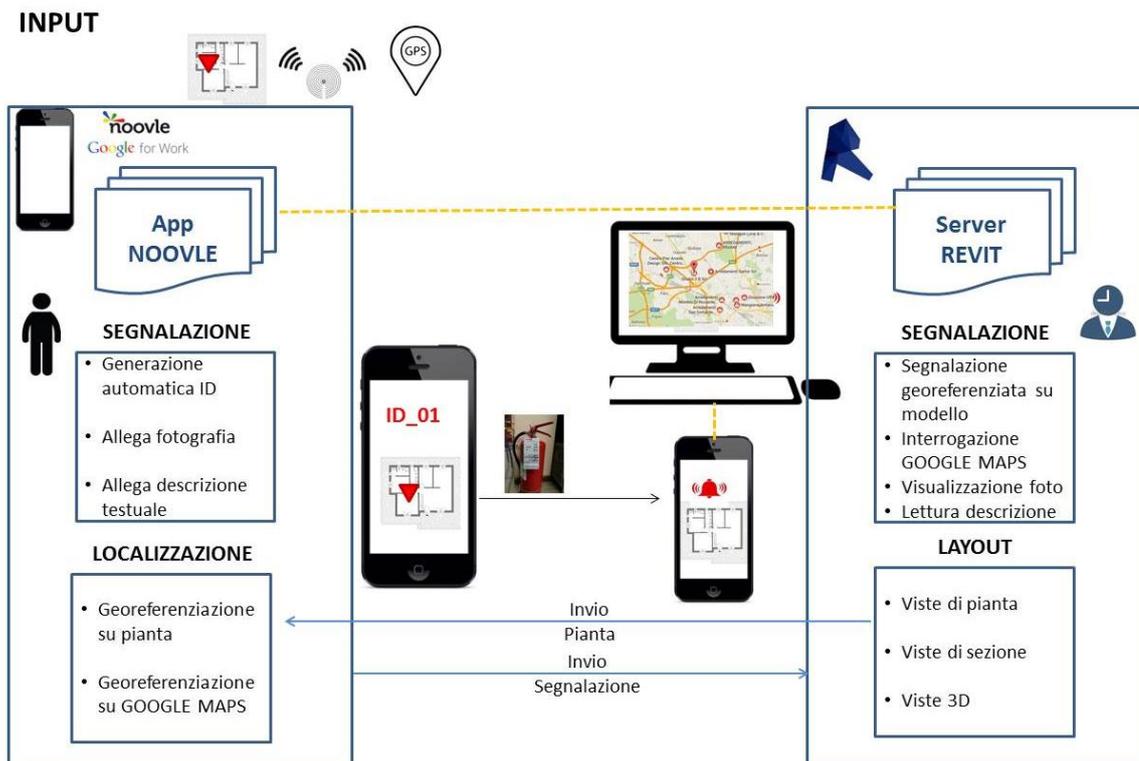


FIGURA B.1 - FLUSSO INFORMATICO PER LA GESTIONE DELLE SEGNALAZIONI: FASE DI INPUT

2.4.2. COMUNICABILITÀ TRA LE APP PER INOLTARE LE SEGNALAZIONI

Una volta che il gestore avrà ricevuto sull'app la segnalazione del guasto, deve poterla inoltrare sull'app gestita dallo specifico manutentore, arricchendola con ulteriori allegati in formato immagine o pdf. L'app deve quindi prevedere anche la possibilità di salvare in memoria i collegamenti con i contatti di manutentori e fornitori di fiducia, in modo da poter scegliere l'operatore cui inoltrare la comunicazione, da una lista precaricata (fig. B.2).

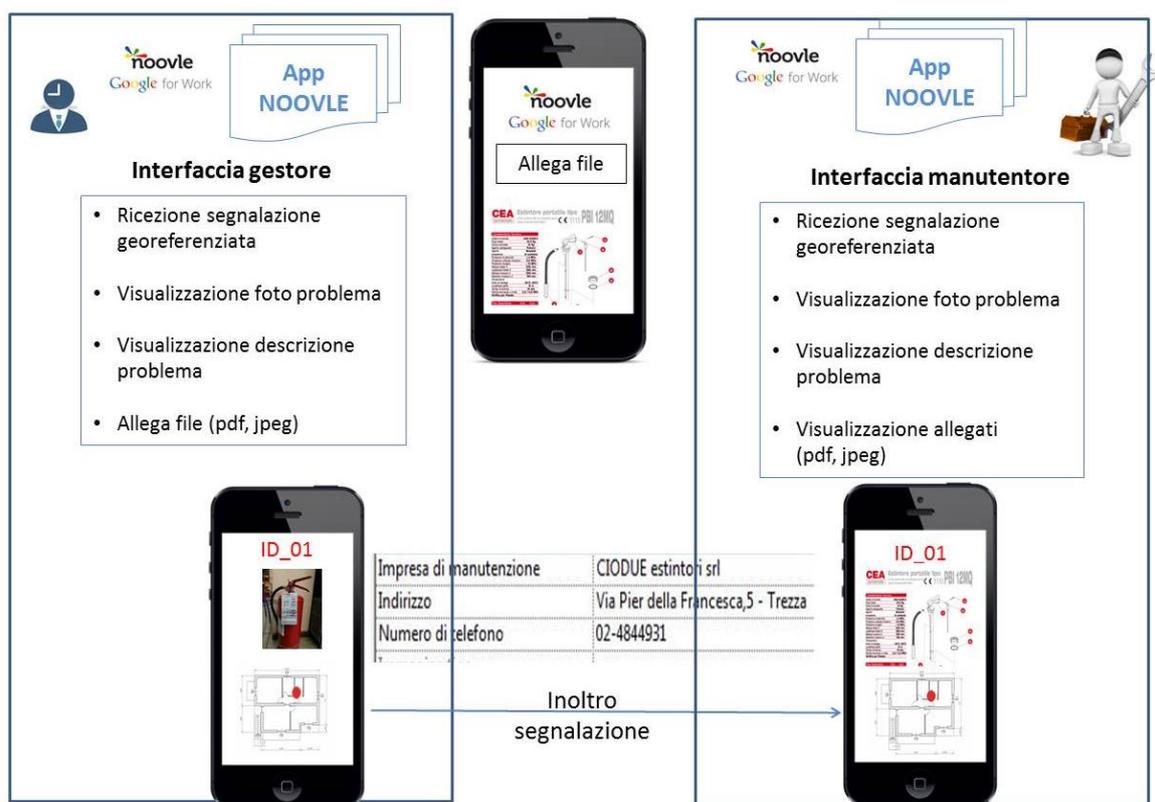


FIGURA B.2 - ARCHITETTURA LOGICA DI SISTEMA: COMUNICABILITÀ TRA LE APP AI FINI DELL'INOLTRO DI SEGNALAZIONE

2.4.3. COMUNICABILITÀ TRA SERVER AI FINI DELLE NOTIFICHE DI CHIUSURA ORDINE (FASE DI OUTPUT)

Definite le specifiche richieste al sistema nella fase di segnalazione della problematica, si descrivono ora le prestazioni pretese nella fase di output, volendo intendere quella parte del processo in cui si sono espletati i servizi richiesti nella fase di input e si deve procedere a notificare la corretta esecuzione e chiudere quindi l'ordine aperto con il corrispondente codice identificativo.

Il gestore, ricevuta la notifica di input sul dispositivo, la inoltra al servizio di manutenzione incaricato, allegando eventualmente altra documentazione (vedi par. 2.5 per consultare le interfacce dei vari profili). Il manutentore effettua il login sull'app tramite l'interfaccia corrispondente e si collega al codice identificativo relativo alla segnalazione ricevuta in fase di input, così da registrarsi sul canale comunicativo relativo a quell'ordine. Da questa interfaccia deve essere possibile visualizzare i dati segnalati in fase di input (foto e descrizione problema) e notificare la chiusura dell'ordine: l'operatore deve avere la possibilità, sul suo profilo, di effettuare le stesse operazioni permesse all'utente in fase di input (scattare fotografia con allegata descrizione testuale) e di cliccare su "fine lavori". A questo punto il server invia la notifica corrispondente a quel codice identificativo sia sul dispositivo da cui era partita la segnalazione che su quello del gestore che l'aveva inoltrata. Ciò deve comportare, sul

profilo gestore, la comparsa di un segnale di stand-by, e sul profilo utente una schermata che chiede conferma sul funzionamento del componente riparato. Se l'utente risponde positivamente viene inviato un segnale di chiusura dell'ordine al gestore, sia sul lato dell'app che sul lato server di Revit; in caso contrario viene ripristinato il segnale di guasto della fase di input e si genera automaticamente un nuovo ordine, così da ritornare alla fase iniziale (fig. B.3).

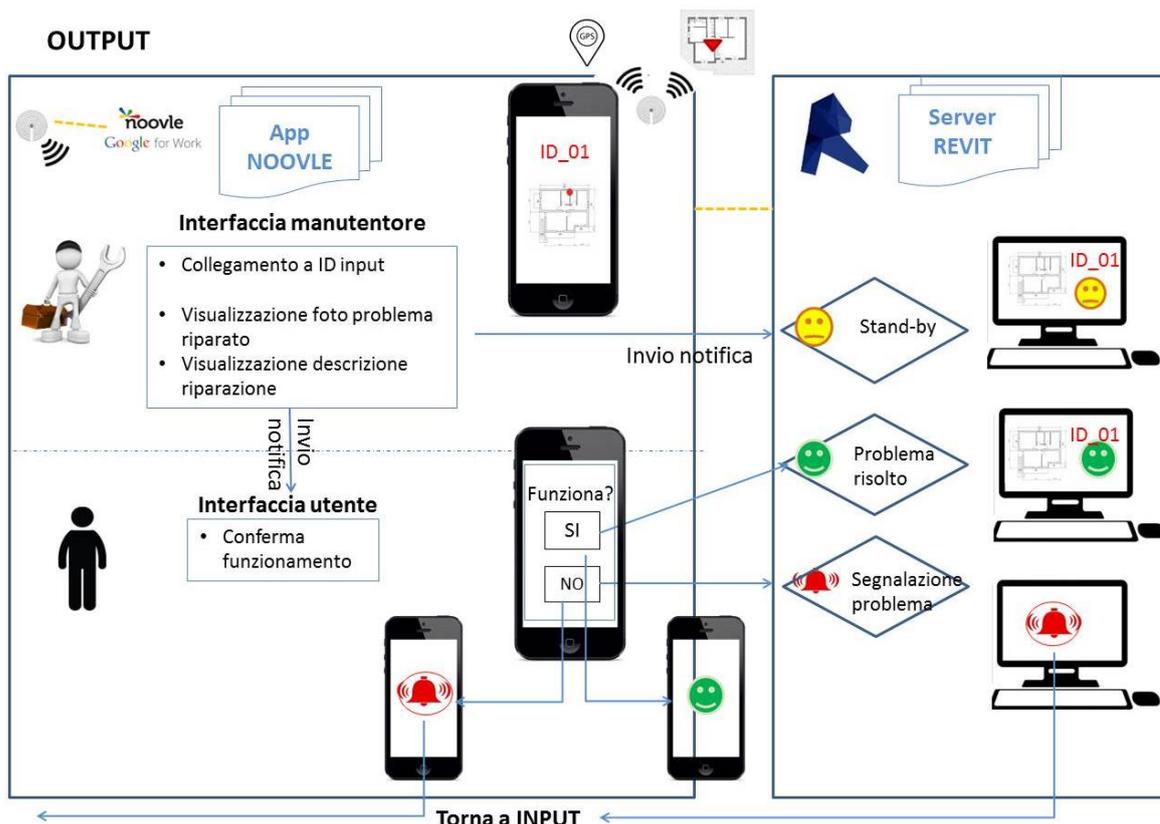


FIGURA B.3 - FLUSSO INFORMATICO PER LA GESTIONE DELLE SEGNALAZIONI: FASE DI OUTPUT

2.4.4. COMUNICABILITÀ TRA SERVER AI FINI DELLA GESTIONE DELLE MANUTENZIONI PROGRAMMATE

In questo ambito si introduce l'utilizzo di un terzo software, di tipo CAFM, dedicato alla gestione alfanumerica di dati, sulla base di un calendario. Lo specifico programma da utilizzare verrà definito in seconda istanza insieme al soggetto incaricato dell'oggetto del presente capitolato.

Tale software dovrà comunicare sia con il lato server di Revit che con quello dell'app. A seguito della schedulazione di una serie di interventi da eseguire su base temporale, il server CAFM deve prevedere una segnalazione visiva in occasione delle scadenze previste da programma. L'informatico dovrà provvedere a creare un collegamento tra il codice identificativo degli elementi del modello di Revit e il corrispondente sul database alfanumerico, così da fare in modo che il segnale visualizzato sul software CAFM sia contemporaneamente manifestato sull'oggetto del modello. Il software

gestionale deve inoltre garantire un collegamento con il lato del server dell'app in modo tale che, a seguito del caricamento manuale dei contatti mail dell'utente e del gestore su apposite posizioni del database, avvenga l'invio automatico di segnali dal server CAFM verso il server dell'app, sui dispositivi dei due soggetti predetti. Tutto ciò per garantire sia all'utente che al gestore di essere informati circa le attività manutentive previste, su dispositivi di uso quotidiano e di semplice utilizzo (fig. B.4).

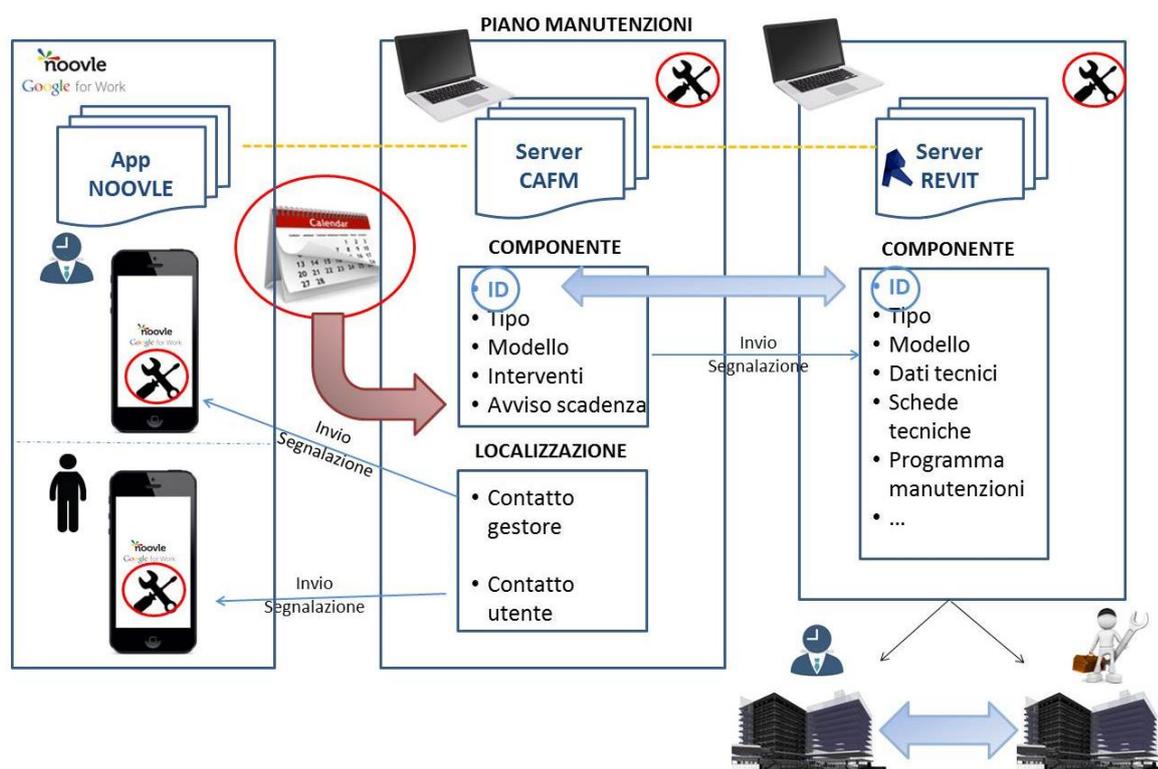


FIGURA B.4 - FLUSSO INFORMATICO MANUTENZIONI PROGRAMMATE

2.4.5. COMUNICABILITÀ TRA HARDWARE E SOFTWARE AL FINE DELLA GESTIONE DELLE PULIZIE

L'ultimo ambito applicativo da parte del soggetto incaricato dell'oggetto di questo capitolato è la realizzazione di un "ponte comunicativo" tra i beacons utilizzati per la georeferenziazione e sensori di movimento per registrare dati relativi all'occupazione degli ambienti. Come illustrato precedentemente, si prevede a tale scopo l'installazione dei sensori smartcheck, progettati da Microlog, capaci di comunicare dati relativi sia al numero di utenti presenti nelle stanze che il numero di ingressi ed uscite, e restituirli a software, web server o tramite GPRS. L'informatico dovrà provvedere a progettare un collegamento di questi sensori con i beacons, al fine di arricchire il dato numerico con il dato di georeferenziazione. Il server del software di registrazione dei dati comunicati dai sensori deve poi essere potenziato con le possibilità di settaggio manuale di un numero massimo

di occupanti o di ingressi ed uscite (a seconda del tipo di ambiente), sulla base del quale inviare una notifica. Tale notifica dovrà giungere all'app sul lato gestore, la quale dovrà risultare collegata al server di Revit così da garantire la visibilità del segnale di notifica su entrambi i programmi. Tale segnale informa il gestore di incaricare un operatore dell'espletazione del servizio (fig. B.5). Il sistema deve poi prevedere una fase di output analoga a quella rappresentata nel paragrafo 2.4.2.

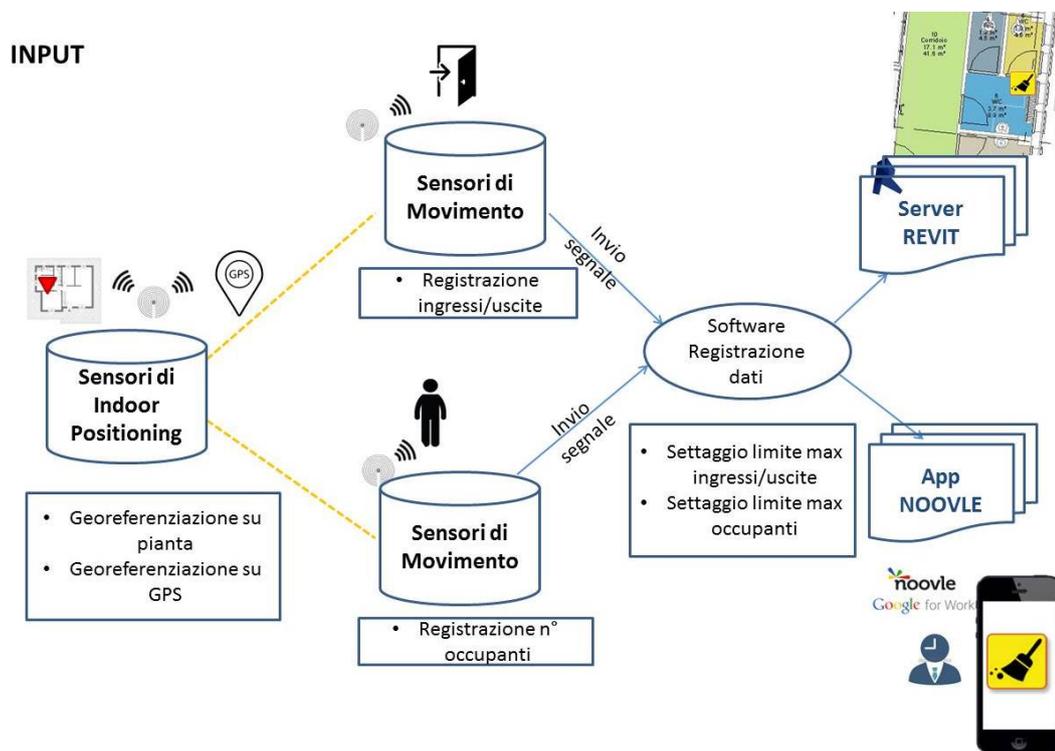


FIGURA B.5 - FLUSSO INFORMATICO PER LA GESTIONE DELLE PULIZIE

2.5. UTENTI E INTERFACCE

Per completare le richieste capitolari si riportano in questa sezione alcuni esempi rappresentativi della struttura richiesta per le interfacce dell'app relative ai diversi profili coinvolti nel sistema implementato, così da poter procedere alla messa in pratica di quanto specificato nei paragrafi precedenti.

L'applicazione è già stata programmata da noovle per garantire la comunicabilità con i sensori di posizione (beacons) e per restituire la localizzazione su una pianta precaricata. Si richiede tuttavia di agire sulla struttura informatica dell'app per incrementare nuove funzioni, così come descritto nel paragrafo precedente ed approfondito ulteriormente in questa sezione.

Si precisa che le immagini delle interfacce ivi riportate sono solo rappresentative e devono essere pertanto viste come una linea guida per rispettare i requisiti di semplicità d'uso ed accessibilità espressi nel paragrafo 2.3.

L'applicazione deve prevedere innanzitutto, a seguito dell'avvio, una schermata che richieda di registrarsi con uno dei seguenti tre profili (fig. B.6). La procedura di registrazione deve richiedere l'inserimento dei dati identificativi (Nome, Cognome ed indirizzo) e i contatti mail e telefonici ai fini delle comunicazioni.

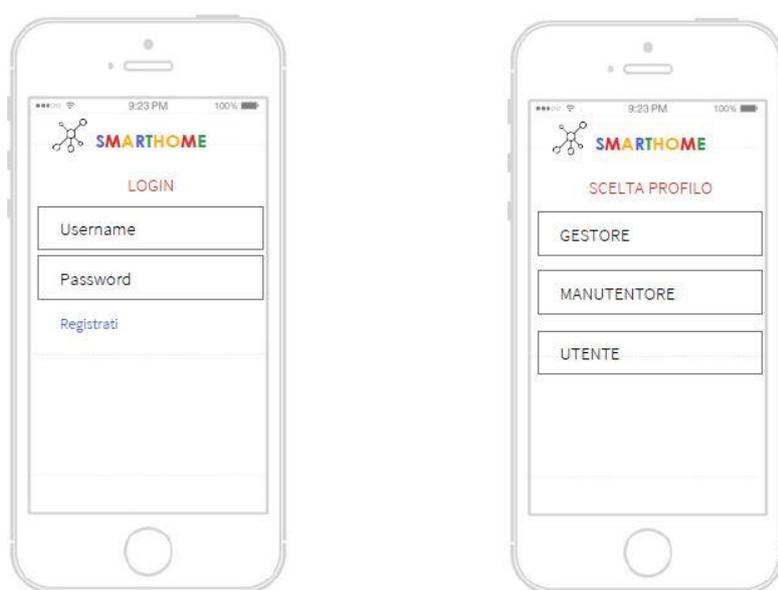


FIGURA B.6 - INTERFACCE DI REGISTRAZIONE

2.5.1. PROFILO UTENTE

- **Fase di INPUT/OUTPUT fornitura:** L'utente, come ampiamente illustrato nel presente capitolato, deve avere la possibilità, tramite l'app, di effettuare una segnalazione. Cliccando sul tasto "segnala problemi" deve dunque essere prevista la generazione automatica di un codice identificativo per quell'ordine. La schermata successiva deve permettere la possibilità di digitare una descrizione testuale ed inviare la notifica georeferenziata, con annessi allegati, al gestore. Come è possibile notare nella rappresentazione figurativa della schermata, l'interfaccia deve prevedere anche un tasto "notifica fornitura": tale funzione deve essere utilizzata per notificare al gestore l'avvenuta fornitura o sostituzione di un componente danneggiato. Cliccando sul tasto corrispondente deve aprirsi una schermata che consenta di

collegarsi al codice identificativo della segnalazione effettuata, così da comunicare al gestore la chiusura dell'ordine ed inviare una foto allegata (fig. B.7).

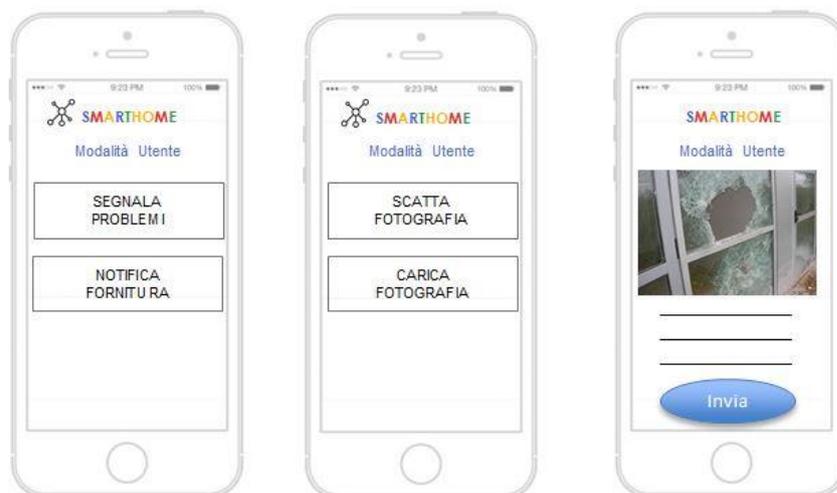


FIGURA B.7 - INTERFACCIA UTENTE: FASE DI INPUT

- **Fase di OUTPUT:** l'utente riutilizza l'applicazione in occasione dell'espletamento dell'attività da parte del manutentore. L'operatore sul campo invia una segnalazione all'utente che indica la fine del lavoro: a questo punto deve dunque comparire una schermata che chieda all'utente conferma del corretto funzionamento, così da notificare al gestore la riuscita dell'intervento, e quindi la chiusura di quell'ordine (fig. B.8).

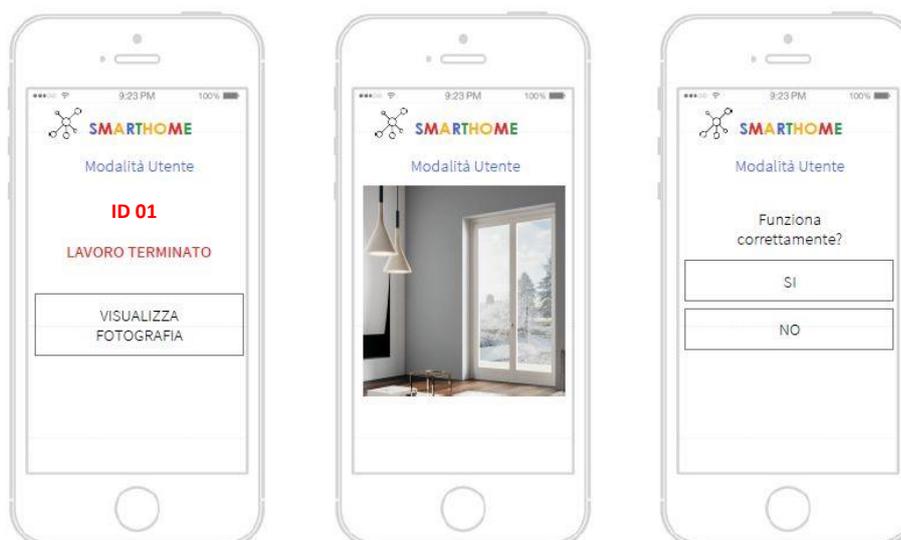


FIGURA B.8 - INTERFACCIA UTENTE: FASE DI OUTPUT

2.5.2. PROFILO GESTORE

Il profilo del gestore deve prevedere le possibilità di ricezione delle segnalazioni georeferenziate e visualizzazione degli allegati, di arricchimento delle stesse con ulteriori files e di inoltra ad un servizio incaricato (fig. B.9). La funzione di inoltra deve permettere non solo il trasferimento delle foto e dei dati allegati (formato immagine e pdf), ma anche delle mappe comprensive della localizzazione del luogo da cui arriva la segnalazione.

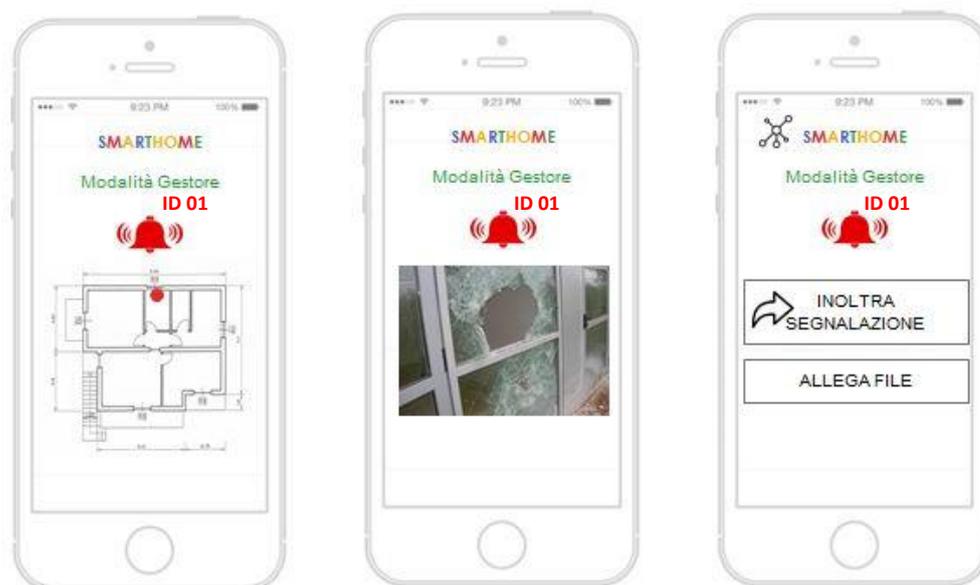


FIGURA B.8 - INTERFACCIA GESTORE

2.5.3. PROFILO MANUTENTORE

Si intende con tale profilo la registrazione di qualsiasi servizio all'utente (manutenzione, riparazione, sostituzione)

- **Fase di INPUT:** il servizio di manutenzione riceve l'inoltra della notifica georeferenzata da parte del gestore, visualizza gli allegati e legge il percorso per arrivare fino al punto preciso da cui il sensore beacons ha comunicato il segnale (fig. B.10).

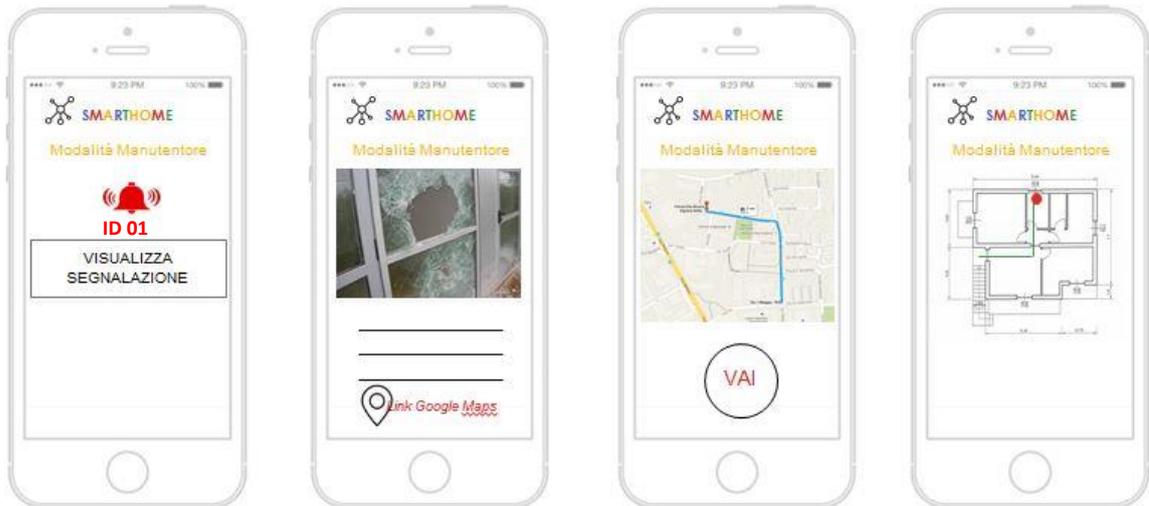


FIGURA B.10 - INTERFACCIA MANUTENTORE: FASE DI INPUT

- **Fase di OUTPUT:** l'operatore si collega al codice identificativo di INPUT e notifica, dal luogo dell'intervento, la fine dei lavori sia all'utente che al gestore, georeferenziandosi grazie al collegamento bluetooth con i beacons (fig. B.11). La notifica al gestore deve prevedere anche la possibilità di inoltrare ulteriori documentazioni in formato testuale, immagine, o pdf, relative al componente sostituito o riparato. E' richiesto inoltre progettare la possibilità di caricare i dati in formato testuale compilando dei format predefiniti e realizzati secondo la struttura di codificazione dell'informazione prevista dalla norma UNI 11337:2009 (paragrafo 4.5). Cliccando dunque su "Carica dati" deve potersi aprire una schermata da compilare con i seguenti dati (45):
 - categoria: identifica la famiglia di prodotti (ad esempio: elemento in laterizio per muratura, malta da intonaco);
 - tipologia: identifica il tipo di prodotto all'interno della famiglia (ad esempio: a foratura verticale, ecc.);
 - riferimento normativo: identifica la normativa utilizzata per la marcatura CE del prodotto o per testarne la rispondenza ai requisiti essenziali e volontari, se presenti;
 - prestazione principale: identifica la caratteristica prestazionale misurabile più importante, (ad esempio: conduttività termica, resistenza a compressione, contenuto minimo di cemento);
 - geometria: identifica la proprietà spaziale che maggiormente descrive il prodotto (ad esempio: parallelepipedo rettangolare, forma piana, oppure il fatto che sia un prodotto in pannelli o in rotoli o granulare, o ancora con una determinata classe di consistenza, ecc.);

- dimensioni: identifica la grandezza – o l’insieme delle grandezze – che descrive il prodotto (ad esempio: altezza-lunghezza, spessore, diametro minimo-massimo, granulometria) da definirsi sempre in combinazione con l’opportuna unità di misura;
- proprietà fisico-chimiche: identifica la caratteristica materica che maggiormente descrive il prodotto (ad esempio: il tipo di materiale, come laterizio o cemento, oppure la combinazione di più materiali; frequente, è il caso delle guaine impermeabili con rete in fibra di vetro annegata all’interno, o anche dei blocchi di laterizio che, eventualmente, prevedono un riempimento in lana di roccia o in altri materiali isolanti).

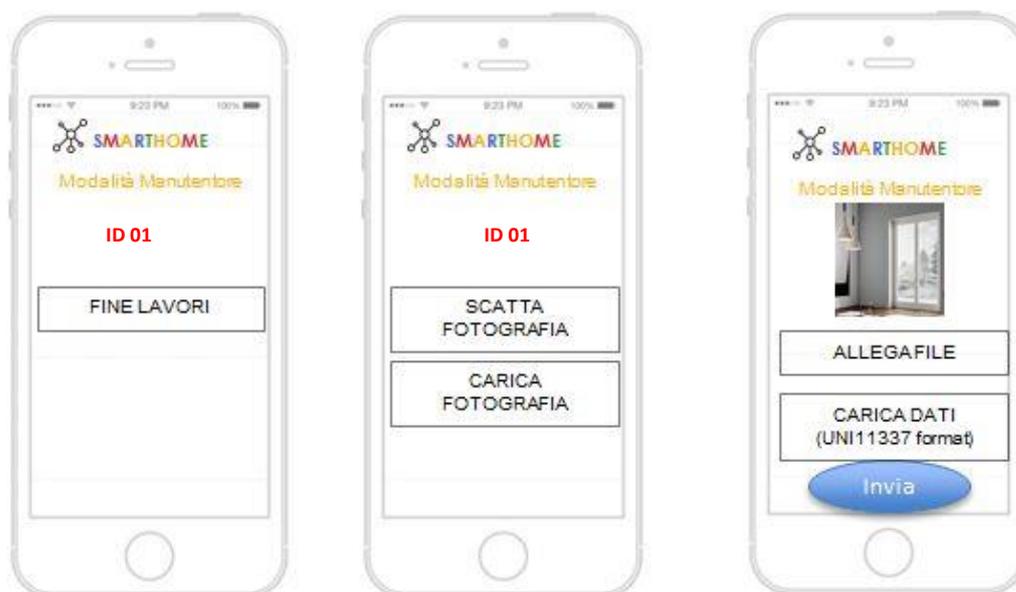


FIGURA B.11 - INTERFACCIA MANUTENTORE: FASE DI OUTPUT

BIBLIOGRAFIA

- (1) P&P Facility Management Spa. Rapporto 2012 sul Facility in ambito pubblico. 13 Ottobre 2014; Available at: <http://www.pepfacilitymanagement.com/index.php/2014/10/13/rapporto-2012-sul-facility-in-ambito-pubblico/>.
- (2) Frontera M. Il Cresme lancia l'allarme sul Facility: "Iniziata la decrescita", ABI:" Standard di qualità bassi". Quotidiano del sole 24 ore, edilizia e territorio 09 Dicembre 2013.
- (3) Curcio S, Alexander K, Balducci M, Bolzoni F, Bonaretti M, Carlini A, et al. Facility Management Italia - rivista scientifica trimestrale dei servizi integrati per i patrimoni immobiliari. FMI 2016 30/05/2016;30.
- (4) UNI, ente di normazione italiano. UNI 11447:2012 - Servizi di facility management urbano - Linee guida per l'impostazione e la programmazione degli appalti. 2012.
- (5) Tronconi O, Ciaramella. La gestione di edifici e di patrimoni immobiliari. Il Sole 24 Ore 2007.
- (6) De Toni AF, Nonino F. The facility management: non core services definitions and taxonomy. ; 2009.
- (7) Osello A. Il futuro del disegno con il BIM per ingegneri e architetti. 1st ed. Palermo: Dario Flaccovio; 2012.
- (8) Tronconi O. La complessità evolutiva del Facility e del property Management: verso il Capital Asset Management allargato e una nuova industria immobiliare. Maggio 2009; Available at: <http://www.complexlab.it/progetti/facility-management-e-finanza-immobiliare/property-management-verso-il-capital-asset-management-allargato>.
- (9) Tronconi O. I servizi per lo sviluppo delle capacità e performance gestionali di un'organizzazione nell'ambito immobiliare; verso il Capital Asset Management. Il Sole 24 Ore 2007.
- (10) Paganin G. L'acquisizione delle informazioni per la manutenzione dei patrimoni immobiliari - La gestione immobiliare dal censimento alla due diligence tecnica. Napoli: Esselibri Simone; 2005.
- (11) Tiveron A. BIM/3: dalle tecnologie digitali ai processi edilizi. Facility Management Italia, FMI 2016 30/05/2016:27-28-29-30.
- (12) Scudellari E, Storchi M. Tratto dal Facility Management Italia n.7. Facility Management, Italia IFMA .
- (13) IFMA (international facility management association). What is facility management? Available at: <https://www.ifma.org/about/what-is-facility-management>.
- (14) Conio P, Curcio S. Un nuovo Codice degli appalti: oggi anche per i servizi di Facility & Energy Management. Facility Management Italia, FMI 2016 30/05/2016:8-9-16.

- (15) Barani D, Vitaliti F. BIM/2: la "7°" dimensione del Facility Management. Facility Management, Italia FMI 2016 30/05/2016.
- (16) ISS Facility services SRL. Computer Aided Facility Management (CAFM). Available at: <http://issfacilityservices.it/servizi/facility-management/computer-aided-facility-management-cafm>.
- (17) Caputi M, Ferrari L. Il BIM e il Facility Management. Available at: <http://www.manutenzione-online.com/il-bim-e-il-facility-management/>.
- (18) Varani M. BIM/1: verso l'innovazione della gestione del costruito. Facility Management Italia, FMI 2016 30/05/2016:16-17-20.
- (19) Lo Turco M. Rappresentare e gestire patrimoni immobiliari: Il BIM per il Facility Management. Territorio Italia 2015;2:33-33-48.
- (20) Kang TW, Hong CH. A study on software architecture for effective BIM/GIS-based facility management data integration. Autom Constr 2015;54:25-38.
- (21) Brinda TN, Prasanna E. Developments of Facility Management using Building Information Modeling. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology Aprile 2014;3(4).
- (22) Lu W, Fung A, Peng Y, Liang C, Rowlinson S. Demystifying construction project time-effort distribution curves: BIM and Non-BIM comparison. J Manage Eng 2015;31(6).
- (23) Osello A, Delmasso D, Del Giudice M, Erba D, Ugliotti F, Ravera M, et al. Il BIM per il Facility Management al Politecnico di Torino. 6 Agosto 2012; Available at: http://www.ingegno-web.it/Articolo/272/Il_BIM_per_il_Facility_Management_al_Politecnico_di_Torino.html.
- (24) Kensek K. BIM Guidelines Inform Facilities Management Databases: a Case of study over time. buildings 2015 14 Agosto 2015;5.
- (25) Motamedi A, Hammad A, Asen Y. Knowledge-assisted BIM-based visual analytics for failure root cause detection in facilities management. Autom Constr 2014;43:73-83.
- (26) Lin Y, Su Y. Developing Mobile-and BIM-based Integrated Visual Facility Maintenance Management System. The Scientific world journal 2013;2013.
- (27) Mallart JR. La tecnologia movil, impulso de la ciudad "inteligente". Facility Management Services 2015;4:62.
- (28) Hsieh I. Come il telefono ti trasforma il quartiere. 2015; Available at: <http://www.smart-magazine.com/it/app-ripara-citta/>. Accessed 07/02, 2016.
- (29) mySociety. FixMyStreet. Can we fix it? guida per l'utilizzo del programma ;1.1.
- (30) Cazzani M. Milano capitale dei sensori MEMS. 2012; Available at: <http://www.strumentazioneelettronica.it/tecnologie/analog-test/milano-capitale-dei-sensori-mems-20120622895/?start=2>.

- (31) Sensing and field data capture for construction and facility operations. : American Society of Civil Engineers (ASCE); 2011.
- (32) Lin Y, Su Y, Chen Y. Developing Mobile BIM/2D Barcode-Based Automated Facility Management System. The Scientific world journal 2014;2014:05/07/2016.
- (33) Rainer Mautz. Indoor Position Technologies. Zurigo: Institute of Geodesy and Photogrammetry, Department of Civil, Environmental and Geomatic engineering; 2012.
- (34) noovle. Indoor Mapping. 2016.
- (35) Zurlo D, Cataldi S. Relazione tra il BMS Building Management System ed il BIM Building Information Modeling per la progettazione integrata e la gestione di costruzioni ed impianti. ingegno 2015 13/02/2015.
- (36) Oltolini U, Invernici A, Zanni M, editors. Strumenti e metodi per l'aggiornamento dei dati patrimoniali delle parrocchie. - Atto 1: strumenti e metodi per l'aggiornamento dei dati patrimoniali, Oltolini Umberto
- Atto 2: verifica e aggiornamento dell'inventario delle proprietà immobiliari, Invernici Achille
- Atto 3: presentazione e spiegazione della piattaforma digitale per l'archiviazione e l'aggiornamento dei dati patrimoniali, Zanni Marco ; 28 Aprile 2016; Milano: Arcidiocesi di Milano; 2016.
- (37) novigos engineering. Il processo di Due Diligence in ambito internazionale. Available at: <http://www.pmi.it/file/whitepaper/000364.pdf>.
- (38) Angelini A, Cantelmi F, Caputo G, De Marzi F, Moretti G, Rosicarelli D, et al. Geopunto 56/14 - Bimestrale del Collegio Provinciale dei geometri di Roma. Geopunto 2014;56/14:18-19, 20.
- (39) Presidente Della Repubblica. D.Lgs 81/2008 - Testo Unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro. 2008;81.
- (40) Reggiani T, Silvestrelli M, Matarazzo L. Argomenti di ingegneria della manutenzione. Available at: <http://www.ording.roma.it/archivio/File/Argomenti%20di%20Ingegneria%20della%20Manutenzione.pdf>.
- (41) Furlanetto L, Mastriforti C. Outsourcing e Global Service. 7th ed. Milano: FrancoAngeli s.r.l.; 2009.
- (42) C.I.P.E. Legge 5 Agosto 1976, n. 457 - Norme per l'edilizia residenziale. 1978 05/08/1978;457.
- (43) UNI Ente Italiano di Normazione. UNI EN 13306:2003 "Manutenzione-Terminologia". 2003.
- (44) SAP SE. Manutenzione "Pronto Intervento" - Piano di formazione SAP ECC 6.0. 2009 05/06/2009;6.0.
- (45) Oliveri E, Guaglianone MT, Aracri G. La normazione tecnica italiana: UNI 11337 e le prime due specifiche tecniche. U&C 2014;9.
- (46) BIM and QR code for operation and maintenance. 2015 ASCE International Workshop on Computing in Civil Engineering, IWCCE 2015, June 21, 2015 - June 23; 2015; Austin, TX, United states: American Society of Civil Engineers (ASCE); 2015.

- (47) Castagneri L. Che cosa sono i beacons e come potrebbero cambiarci la vita. La stampa - Tecnologia 2016 14/07/2016.
- (48) Piemonte A. Introduzione al Laser Scanner. Available at: http://www.dic.unipi.it/andrea.piemonte/documents/abc/ABC%20Geomatica_Laser%20scanner.pdf.
- (49) R3D online suite. Un'altra dimensione. Available at: www.r3donline.it/pdf/ita/R3d-online.pdf.
- (50) Segatto E. La realtà aumentata in architettura. 2014; Available at: www.progettarearchitettura.it/la-realta-aumentata-in-architettura, 2016.
- (51) Marino A. Tutto quel che c'è da sapere su Project Tango di Google. 2016; Available at: <http://gizblog.it/2016/03/quel-ce-sapere-project-tango-google>. Accessed 08/2016, 2016.
- (52) telefonino.net. Google svela il "Progetto Tango" per la mappatura in 3D. 2014; Available at: www.telefonino.net/Android/Notizie/n34765/google-svela-progetto-tango-per-mappatura-3d.html, 2016.
- (53) Giambarresi F. Google Glass, tutto sugli occhiali Android. Available at: <http://www.webnews.it/speciale/google-glass/>.
- (54) Ghidotti C. Realtà aumentata, tra vero e virtuale. Available at: <http://www.webnews.it/speciale/realta-aumentata/>.
- (55) Arketipo. Realtà aumentata e apps per l'architettura. 2014; Available at: <http://www.arketipomagazine.it/it/realta-aumentata-e-apps-per-larchitettura-e-il-real-estate/>, 2016.