

Cinzia Talamo, Department of Architecture, Built environment and Construction engineering (ABC), Politecnico di Milano

cinzia.talamo@polimi.it

Abstract. Il paper riporta metodologie ed esiti di due ricerche, tra loro correlate, relative all'obiettivo di perseguire strategie per il potenziamento della gestione integrata delle informazioni nei processi manutentivi. Le due ricerche, facendo centro sulle esigenze informative degli strumenti posti a valle del processo edilizio, delineano approcci connotanti una possibile traiettoria di progressivo affinamento delle strategie di integrazione: da un'anagrafica di edificio unica per l'intero processo edilizio ad una gestione integrata del processo edilizio con il supporto di sistemi BIM.

Parole chiave: Anagrafe dell'edificio, Piano di manutenzione, BIM, Processo edilizio, Gestione integrata delle informazioni

Introduzione

L'ambito della manutenzione programmata e della gestione, anche in relazione allo sviluppo dei servizi di Facility management (Asset Camera, 2012; Cresme, 2012; Ance, 2014) continua a far emergere una domanda di strumentazioni operative e di procedure per il miglioramento dell'efficacia e dell'efficienza dei processi.

In questo scenario emerge come importante, e trasversale rispetto a molteplici ambiti applicativi, il tema del trattamento delle informazioni e delle modalità di organizzazione delle conoscenze all'interno dei processi legati alla gestione dei beni edilizi e urbani.

Una possibile chiave di lettura attraverso la quale affrontare questo tema in termini propositivi e innovativi è quella della gestione delle informazioni, secondo una visione integrata che assume la prospettiva dell'intero processo edilizio.

L'analisi della prassi corrente evidenzia come la fase di gestione, quale terminale del processo edilizio, è quella che maggiormente risente di una inefficace organizzazione delle informazioni, avvenuta nelle fasi precedenti. La messa a punto della base di conoscenze (*start up* informativo), preliminare e

indispensabile per lo sviluppo delle attività strategiche e operative, è infatti una delle operazioni più onerose e complesse nella impostazione di un servizio di gestione e, in particolar modo, nella realizzazione del piano di manutenzione (manuale e programma di manutenzione).

L'onerosità dello *start up* è significativamente dovuta al fatto che il patrimonio informativo di un'opera si connota il più delle volte come un insieme disorganizzato, soggetto a ridondanze e incongruenze, anziché come un sistema, che per sua natura dovrebbe presentarsi dotato di caratteristiche di unicità e di coerenza. Se si considera la ancora scarsa diffusione di protocolli standard¹, che connota nel nostro contesto produttivo i modelli convenzionali di processo, o anche più semplicemente l'assenza di schemi uniformati e condivisi per l'identificazione delle diverse componenti spaziali e tecniche dell'edificio, si comprende il motivo per il quale molte informazioni prodotte e raccolte nelle diverse fasi a monte del processo edilizio appaiono a valle, al gestore del bene edilizio che si trova a raccogliere ed organizzarle, spesso ridondanti o incomplete o difficilmente tracciabili e aggregabili.

In considerazione di queste problematiche il tema dell'integrazione informativa nella fase di gestione può essere affrontato secondo una duplice prospettiva:

– quella degli strumenti per l'attuazione della manutenzione programmata. Da molti anni sono comunemente acquisiti all'interno dei servizi di gestione strumenti quali manuale e programma di manutenzione, tuttavia nella prassi ancora mancano procedure semplificate per il loro sviluppo e gestione e per una loro efficace integrazione informativa con altri elaborati e strumenti provenienti sia dalle fasi precedenti del

Integrated management of information inside maintenance processes. From the building registry to BIM systems

Abstract. The paper presents objectives, methods and results of two researches dealing with the improvement of integrated information management within maintenance processes. Focusing on information needs regarding the last phases of the building process, the two researches draft approaches characterizing a path of progressive improvement of strategies for integration: from a building registry, unique for the whole construction process, to an integrated management of the building process with the support of BIM systems.

Key words: Building registry, Maintenance plan, BIM, Building process, Integrated management of information

Introduction

In the area of planned maintenance, also considering the development of Facility Management (FM) services (Asset Camera, 2012; Cresme, 2012; Ance, 2014), operators express an in-

creasing demand of operative tools and procedures for the improvement of efficiency and effectiveness of the processes.

In this scenario, the theme of information management and of development of knowledge inside of the services for existing building and urban assets appears to be rising and important. This theme can be faced in a proactive and innovative way by approaching it according to an integrated vision that assumes the perspective of the entire building process.

The analysis of current practices highlights how the operations and maintenance phase, being the final stage of the building process, is mainly influenced by the problems connected with a not effective organization of information, occurred in the previous phases. In fact, setting up an information database is one of the most labori-

ous and onerous activities in the start up of a FM service and particularly in the development of a maintenance plan (maintenance manual and programme). The effort for setting up an information database for FM service is mainly due to the fact that very often the operators of the building process work on disorganized sets of information instead of well-established systems with consequences such as diseconomies of process, difficulties in decision making, loss of efficiency, lack of communication and of information and so on.

The Facility manager, who has to set up the data base of the building, may find difficulties in collecting and organizing a lot of information and documents, elaborated in the first phases of the building process, since these are often redundant, or uncompleted, or barely traceable, shared and linked. These

processo edilizio (integrazione verticale), sia da altre aree di management (p.e. *energy management, safety and environment management, risk management*, ecc.) limitrofe a quelle del *maintenance management* (integrazione orizzontale);

– quella dell'integrazione delle informazioni e dei supporti per la gestione dei patrimoni immobiliari all'interno di ambienti BIM. Il forte e recente interesse attivato intorno alle applicazioni BIM si è finora concentrato fundamentalmente sulle modalità di integrazione, attraverso il modello tridimensionale, dei contributi di operatori diversi all'interno del processo progettuale e sulle relazioni tra la fase progettuale e quella realizzativa.

Resta ancora da approfondire il tema dell'integrazione delle istanze della fase di gestione (Abaffy, 2013; Wu, 2012; Becerik-Gerber, 2012; Lindkvist, 2013; Chunduri, 2013). Sono dunque da approfondire e sperimentare i protocolli e le modalità attraverso i quali attivare forme di integrazione, di condivisione decisionale, di trasferimento informativo anche con la fase di manutenzione e gestione e con le sue strumentazioni. Questo deve avvenire attraverso il confronto con l'attuale dibattito internazionale attorno alle questioni della parametrizzazione, della modellazione *object-oriented* e dell'interoperabilità tra i diversi supporti operativi applicabili nelle diverse fasi del processo edilizio.

Rispetto alla questione delle modalità di organizzazione e integrazione delle informazioni per la gestione da diversi anni presso il Politecnico di Milano sono in corso alcune ricerche; in questa sede appare interessante introdurre due, tra loro in continuità: la prima è una ricerca² - svolta su commissione di ATE (Area Tecnica Edilizia) del Politecnico di Milano - fina-

lizzata alla creazione di un modello di gestione delle informazioni e delle relative procedure operative, unificato per tutte le fasi del processo edilizio; alcuni dei risultati di questo studio (struttura informativa dell'anagrafe dell'edificio, set di informazioni per i diversi compiti della gestione) si stanno rivelando propedeutici per la proposta di un modello di gestione dei dati per i servizi manutentivi integrato in ambiente BIM, in corso di elaborazione all'interno di una seconda ricerca, che rappresenta un ambito di approfondimento³ all'interno della ricerca PRIN "Modellazione e gestione delle informazioni per il patrimonio edilizio esistente".

Dal progetto alla gestione: processo edilizio e tracciabilità delle informazioni

La ricerca commissionata da ATE ha l'obiettivo di perseguire un miglioramento dell'efficienza del processo di gestione attraverso procedure finalizzate a rendere efficaci e dirette le operazioni di raccolta e organizzazione delle informazioni sia provenienti dalle precedenti fasi di progettazione e realizzazione (integrazione verticale), sia elaborate all'interno di diversi ambiti dei servizi di facility management (integrazione orizzontale).

La ricerca, focalizzando l'attenzione sulle esigenze conoscitive emergenti dallo sviluppo del piano di manutenzione, ha mirato alla realizzazione di una struttura anagrafica per l'edificio, unica per l'intero processo edilizio, basata su un sistema di articolazione, di classificazione e di codifica degli spazi e degli elementi tecnici rispetto al quale riferire tutto il patrimonio documentale e informativo. Questo ha significato la definizione, a monte della fase di progettazione, dei criteri rispetto ai

difficulties are easily explainable if we consider the still low diffusion of data format¹, which connotes in our sector the conventional models of process, or also more simply the lack of uniform and shared schemes that could be used as unique reference for producing, identifying and collecting information related to spaces and technical elements

Starting from these problems, the theme of integration of information in operation and maintenance phase can be faced according to a double point of view:

– the first one concerning the tools of planned maintenance (maintenance manuals and programmes): although maintenance manuals and programmes are tools that have been applied for many years, in the practice of facility management services there is still a lack of shared and simplified

procedures for their development and management. In particular we can underline the need of an effective integration of building information with other documents and tools developed within both previous phases of the building process (vertical integration) and other management areas (such as energy management, safety and environment management, risk management, etc.) adjoining the maintenance management (horizontal integration);

– the other concerning the integration of information and of support systems for FM with BIM (Building Information Modelling) applications. The increasing and widespread interest for BIM applications is until now just focusing on integration, through the three-dimensional model, of different contributions coming from the actors who are involved in the design process and on the relationship between the de-

sign and the construction phase. Nowadays operators begin to express the need for the experimentation of ways of integration (sharing of information and decisions) also with the operations and maintenance phase, however, the topic of facility management phase has yet to be addressed in current BIM dimensions (Abaffy, 2013; Wu, 2012; Becerik-Gerber, 2012; Lindkvist, 2013; Chunduri, 2013). Procedures and ways to enable forms of integration, decision sharing and information transfer also with the facility management phase are still to be addressed and tested. This should happen by a comparison with current international debate about parameterization, object-oriented modelling and interoperability among tools adopted along different phases of the building process.

Inside these areas of interest, research groups in Polytechnic of Milan have

been developing several researches in the last years; for this paper, it is interesting to focus the attention on two of these researches, linked one to each other. The first one² has been commissioned by ATE (the technical office in Polytechnic of Milan for buildings management, valorisation and development) and aims to the development of a model of an information registry, unique for the entire building process and oriented to the needs of knowledge connected with operations and maintenance management. Some of the results of this research are revealing preparatory for the second research, whose aim is a proposal of a model of information management for a FM integrated in the BIM environment. This second research represents an in-depth study³ inside the PRIN research "Built Heritage Information Modelling/Management - BHIMM".

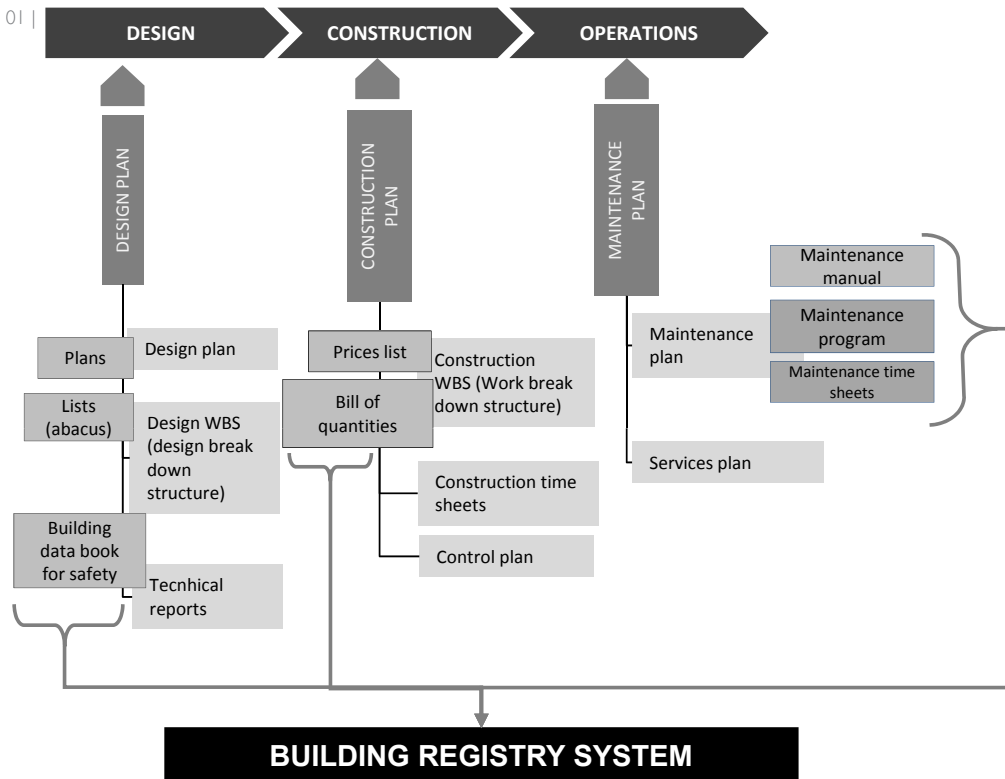
quali, al fine di rendere univoche, tracciabili e confrontabili le informazioni, impostare e aggiornare la documentazione prodotta in sede di:

- progetto (in particolare sono stati considerati: elaborati grafici da progetto esecutivo, capitolato, computo metrico, relazioni tecniche, schede tecniche di prodotto, piano di sicurezza e di coordinamento, fascicolo dell'opera, relazione sul contenimento dei consumi di energia);
- realizzazione delle opere (in particolare sono stati considerati: cronoprogramma di realizzazione, disegni *as built*, relazioni tecniche, piano operativo di sicurezza, dichiarazioni di conformità, schede tecniche di prodotto);
- gestione (in particolare sono stati considerati: piano di manutenzione, piano dei servizi, piano di gestione degli spazi).

La ricerca si è inserita all'interno di una situazione, particolarmente favorevole, caratterizzata da un intervento nel quale una struttura tecnica di committenza pubblica, che dovrà nel tempo gestire l'opera⁴, si è posta obiettivi di efficienza rispetto all'intero processo di sviluppo e gestione. Tale efficienza è stata perseguita anche attraverso una strategia⁵ basata sulla individuazione, per l'intero processo edilizio, di "strumenti di management", ossia di un sistema di supporti in grado di orientare i contenuti dell'intervento, di regolare i rapporti tra committente e appaltatore e di

facilitare le attività di monitoraggio e controllo. Questi strumenti, definiti "prototipi", sono strumenti di management che fanno riferimento, per struttura e forma dei dati, ad uno stesso sistema di organizzazione delle informazioni. Per prototipo, nella sperimentazione, si intende la definizione dei formati dei principali documenti di gara (per esempio piano della qualità, piano di progettazione, ecc.) che dovranno essere sviluppati dai concorrenti con la finalità di rendere più facilmente confrontabili e verificabili le offerte. Gli "strumenti di management" si configurano come snodi di un unico flusso informativo, riguardanti decisioni ed esiti nello sviluppo dell'intero processo edilizio, in una logica di completa tracciabilità delle informazioni e di facilitazione delle attività di controllo (Fig. 1).

I prototipi derivano da una meta-progettazione pre-gara che ne ha definito la struttura; tale struttura verrà affidata dal committente all'appaltatore con il successivo compito della loro progettazione di dettaglio e implementazione, in una logica di costante partnership. Il fatto che i prototipi derivino tutti da uno stesso sistema di organizzazione delle informazioni garantisce allo stesso tempo: il corretto e coerente scambio e confronto informativo; l'efficienza nella gestione dei flussi informativi; la continuità informativa tra fasi del processo; la graduale crescita della base di conoscenze.



From design to building management: building process and traceability of information

The research, commissioned by ATE, aims to pursue an improvement of efficiency in the process of building management by developing and applying procedures oriented to simplify and direct the tasks of collecting and organizing information coming both from previous phases, that is design and construction phases (vertical integration), and from other management areas of the various FM services (such as energy management, safety and environment management, risk management, ecc.) adjoining the maintenance management (horizontal integration). So, focusing on the knowledge needs rising during the development of the maintenance plan, the research work aims to the construction of a model of a registry - and of the procedures for its

All'interno di questo scenario, la ricerca ha sviluppato il prototipo relativo al piano di manutenzione (manuale e programma di manutenzione), secondo la seguente metodologia:

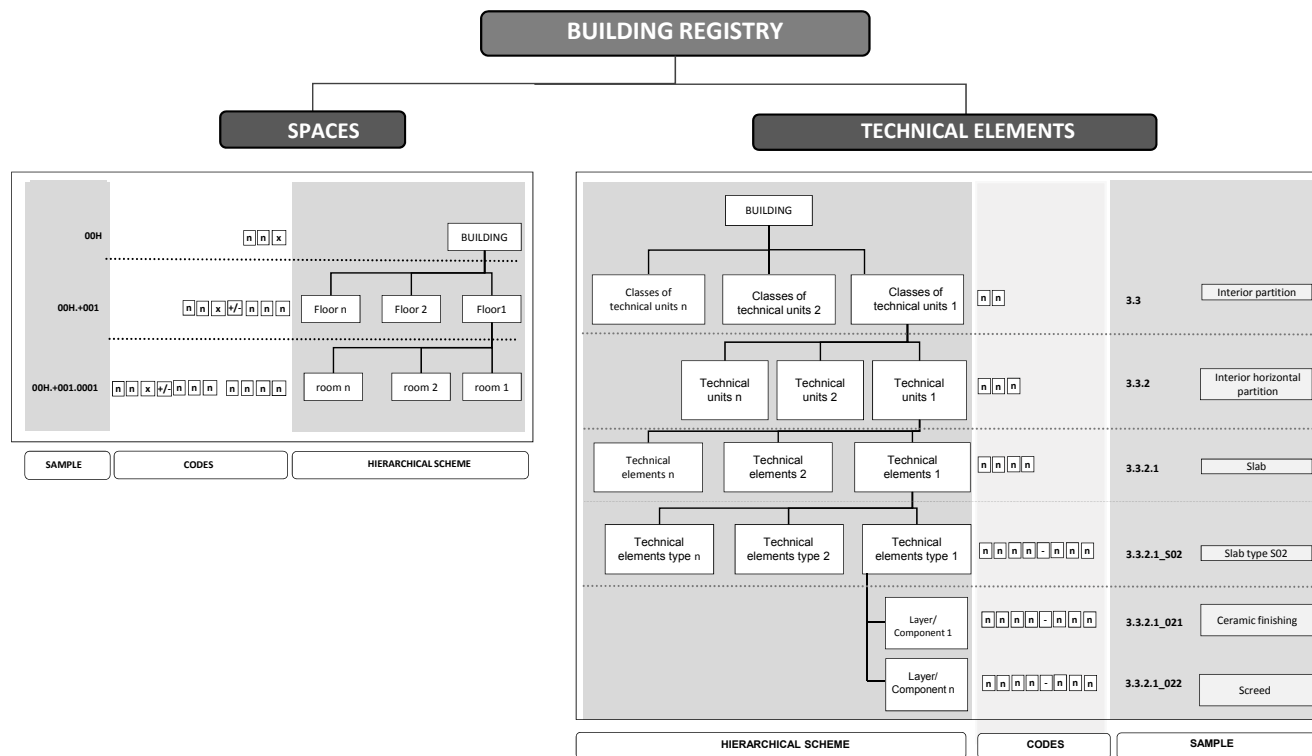
- 1 - assunzione di un sistema di organizzazione delle informazioni generale (sistema anagrafico dell'edificio);
- 2 - analisi e selezione di buone pratiche e di riferimenti normativi (in particolare UNI 10874 e UNI 11257) per la definizione della struttura e dei contenuti informativi relativi al piano di manutenzione;
- 3 - messa a punto di una struttura di manuale e di programma di manutenzione per verificare l'adeguatezza del sistema anagrafico rispetto alle esigenze conoscitive della gestione;
- 4 - sviluppo di un piano di manutenzione-tipo, applicato ad un edificio campione con finalità di test sia della adeguatezza della struttura anagrafica, sia del fatto che le informazioni, contenute negli altri "prototipi", siano immediatamente tracciabili e risultino sufficienti e adeguate per l'impostazione del manuale di manutenzione;
- 5 - predisposizione di un prototipo di piano;
- 6 - stesura delle procedure per lo sviluppo, l'attuazione e l'aggiornamento del piano in coerenza con il sistema anagrafico definito.

Sistema anagrafico e piano di manutenzione

Il prototipo di piano di manutenzione, sviluppato all'interno della ricerca, fa riferimento

a un sistema anagrafico impostato su criteri di articolazione, classificazione e codifica, uniformato per tutte le fasi del processo e riconducibile ad una struttura gerarchica aperta, assunta come schema logico per la rappresentazione dell'organismo edilizio (spazi ed elementi tecnici).

Si tratta cioè di una struttura ad albero, nata da un confronto tra i sistemi classificatori UNI 8290-1: 1981, ASTM UNiformat E1557-09 e Omniclass. La struttura proposta parte da un livello di massima aggregazione per articolarsi in livelli sottostanti, ciascuno dotato di un grado di complessità inferiore, fino potenzialmente a giungere agli elementi semplici, non ulteriormente articolabili. In particolare, per soddisfare le esigenze informative del manuale di manutenzione si è giunti alla definizione di tale struttura assumendo l'articolazione generale e il sistema di codifica unica proposti dalla norma UNI 8290, integrati da criteri di articolazione suggeriti dalle Tabelle 21 e 23 di Omniclass, relativamente alla tipologia degli elementi tecnici e agli strati/componenti costituenti.



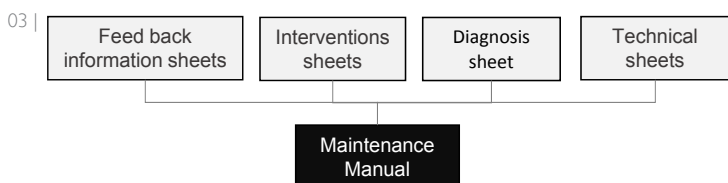
Element code	Intervention	Activity	Cost %	Cost (€ / sqm)	Activity code	Description	Frequency	Operator	Duration (h/ man/sqm)	Failures code	Failures
3.1.1.2.E	Inspection	Visual inspection of the wall (indoor and outdoor)	1%	0,91	3.1.1.ISP.1	Evaluation of the degradation	Annual	OPC	0,01	3.1.1.Mg1 3.1.1.Mg2 3.1.1.Mg3 3.1.1.Mg4	Efflorescence Degradation of joints Discoloration Biological layer
		Examination of the cleanness of the wall	1%	0,91	3.1.1.ISP.6	-	Annual	PUL	0,01		
	Cleaning	Cleaning of the wall cladding	3%	2,73	3.1.1.PUL. 1	Cleaning the superficial surface of the wall indoor	when needed	PUL	0,01		
	Maintenance	Remake of the painting	3%	2,73	3.1.1.MAN.1	Remake of the painting indoor	Bian-nual	IMB	0,08		
		Recovery of the damaged parts of the wall	35%	31,85	3.1.1.MAN.2	Recovery of the damaged tiles	when needed	MRT	0,5		
Replacement	Partial replacements of elements	35%	31,85	3.1.1.SOST.1	-	when needed	MRT	1			

TAB.1 | Schema del manuale di manutenzione *Schema of the maintenance manual*

La logica a gerarchia aperta, così articolata, è risultata applicabile sia agli spazi che agli elementi tecnici secondo lo schema riportato in Fig. 2. Inoltre la logica gerarchica presenta molteplici vantaggi rispetto ai compiti conoscitivi connessi con i servizi di gestione in quanto consente di allocare e aggregare le informazioni a diversi livelli (per classi di elementi tecnici, per tipologie di elementi tecnici, per tipologie di spazi, ecc.); allo stesso tempo essa è compatibile con l'organizzazione delle informazioni tipiche dei sistemi informativi per le gestione immobiliare e, nell'ipotesi di applicazioni più avanzate, è compatibile con la gestione di set informativi definiti nei protocolli di scambio informativo (Cobie "Construction-Operations Building information exchange") elaborati dal *BIM Task Group* all'interno della *Strategy Construction Government* promossa dal governo inglese. Nella sperimentazione si è provveduto a predisporre delle procedure di indirizzo per tutti gli operatori del processo, affinché

in tutti documenti relativi all'intervento gli elementi tecnici e spaziali risultino identificati e codificati nello stesso modo. Parallelamente, si è proceduto allo sviluppo di uno schema di piano di manutenzione, elaborando in primo luogo un manuale (Fig. 3) e un programma, in applicazione delle indicazioni contenute nella norma UNI 10874 e UNI 11257. Il manuale (Tab. 1) è stato applicato al progetto di un edificio campione, ritenuto rappresentativo, rispetto agli otto edifici oggetto dell'intera operazione, per caratteristiche tecniche e per organizzazione delle informazioni. I due strumenti di programmazione della manutenzione hanno consentito di:

- individuare i documenti di progetto contenenti le informazioni necessarie alla stesura del manuale e del programma. In particolare per il manuale (Tab. 1) si è attinto a planimetrie e a disegni *as built* (con indicazioni di spazi ed elementi tecnici codificati), ad abachi degli elementi tecnici (con indicazione



03 | Articolazione del manuale di manutenzione *Schema of the maintenance manual*

implementation - for the building, to be considered as the unique reference for the entire building process. This involves the setting, at the design stage, of a system of classification and coding of the spaces and of the technical elements with respect to which all of the set of documents and information can be classified. This implies that the research defines the criteria and rules that should be stated preliminarily to the design phase by establishing the adequate way of breaking down and classifying the building, of assigning a correct coding to its components and of preparing and updating documents in the different phases. The research has been developed inside a particularly favourable situation, characterized by a construction project, whose public Client (with its technical office) will manage the buildings in the next years⁴. The Client aims at high ef-

iciency for all the process in the entire life of the building. The chosen strategy⁵ is based on the definition, for the entire process, of "management tools", that is documents to be produced with the aim of establishing a grid of support capable of orienting the contents of the intervention, to regulate the relationship between Client and contractor and to make effective the monitoring and control activities (Fig.1). These instruments, named "prototypes" by the Client, are management tools which have a double and important meaning. First, they derive, for the structure and form of the data, from the same source. Therefore, they are able to receive and provide data with respect to a base of knowledge of higher order concerning the general management know-how of the customer. A "prototype", inside the experimentation, is the definition of the formats of the main documents

Element code	Intervention	Activity code	Frequency	Operator	Duration (h/man/sqm)	Quantity
3.1.1.11	Visual inspection of the wall (indoor and outdoor)	3.1.1.ISP.1	Annual	OPC	0,01	84,7535
		3.1.1.ISP.3	Annual	PUL	0,01	84,7535
	Examination of the superficial alterations	3.1.1.PUL.1	Bimonthly	PUL	0,01	84,7535
	Cleaning of the superficial surface of the wall	3.1.1.MAN.1	when needed2	MRT	0,5	84,7535

TAB. 2 | Schema del Programma di manutenzione
Scheme of the maintenance programme

TAB. 3 |

Element code	Intervention	Activity code	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec	N. Int.	Quantity	Duration (h/man/sqm)	Cost	Total €
3.1.1.11	Visual inspection of the wall (indoor and outdoor)	3.1.1.ISP.1	1												1	84,7535	0,01	€ 22,61	€ 19,16
	Examination of the superficial alterations	3.1.1.ISP.3																	
	Cleaning of the superficial surface of the wall	3.1.1.PUL.1	1		1		1		1		1		1		6	PUL	0,01	€ 12,50	€ 63,57
		year 1															Total	€ 82,37	

TAB. 3 | Schema del cronoprogramma degli interventi con previsione dei costi
Scheme of the maintenance schedule with cost budget

of the tender notice (i.e. Quality plan, design plan, and so on). Thus, all the management tools can be considered as “hubs” in a unique information flow that concerns decisions and outcomes achieved in the development of the building process; the logic that underlines the system is of full traceability of information and facilitation of monitoring activities. The structure of the “prototypes” derives from a “meta-design”, developed before the tender notice by the customer which commits to the contractor the further assignment for their detailed design and for their implementation according to an approach of partnership between public and private operators. Since all the “prototypes” derive from the same scheme of organization of information, several efficiency factors are achieved: correct and direct links between information; constant flow of information;

transfer of information from one phase to another in the building process; progressive improvement of the knowledge base. Inside this scenario, the research has developed the “prototypes” referred to the maintenance plan (maintenance and program) following a methodology based on several steps: 1 - acquiring of a registry system for the building; 2 - analysis and selection of best practices and of references standards useful for the definition of the structure and the contents of the information required during the development of the maintenance plan; 3 - elaboration of the structure of the maintenance manual and program in order to verify the usability of the registry system; 4 - development of a standard maintenance plan for a sample building with

the aim of testing both the adequacy of the items (registry and codes) and the usability and coherence of the information managed by the other “prototypes” in relation to the needs of knowledge of maintenance; 5 - development of the “prototype” of maintenance plan; 6 - draft of the procedure for the development, the implementation, the updating of the maintenance plan coherently with the registry system.

The registry system and the maintenance plan

The proposed “maintenance plan prototype” is referred to a registry system based on criteria of breaking down, classifying and coding that are unique for the whole building process. The logical breakdown structure assumed for the representation of the building is an open hierarchical scheme adopted

both for spaces and for technical elements. This kind of structure derives from the analysis of various classifying and coding criteria: the standard UNI 8290-1: 1981, ASTM UNIFORMAT E1557-09 and Omniclass. It can be defined as a tree structure, where at the highest and most aggregate level is the building. The lower, connected levels are less and less complex to the degree of the lowest level where are represented the simplest elements no more divisible. In particular, in order to satisfy the information needs related to the maintenance manual, the structure derives its general breakdown and coding criteria from the standard UNI 8290-1, integrated by the criteria of Table 21 e 23 of Omniclass as for the description of the typology and composition of the technical elements. In the case of technical elements the lowest level is the component (functional layer).

e codifica degli strati componenti) e a capitolato (con indicazione degli elementi tecnici codificati e delle relative caratteristiche); mentre per il programma (Tab. 2 e Tab.3) particolarmente utile è stata l'organizzazione del computo metrico estimativo con indicazione di materiali e componenti, della loro collocazione rispetto ai vani e ai piani e alle loro quantità riferite agli specifici locali codificati. Le informazioni, immediatamente rintracciabili, grazie alla codifica omogenea per l'intero processo edilizio, sono state acquisite in modo praticamente automatico e sono andate a compilare le schede tecniche del manuale (Tab. 1) ad un livello ritenuto soddisfacente per avviare il servizio di gestione. Nel tempo, seguendo il principio di gradualità di implementazione, richiamato dalle norme UNI in materia di manutenzione programmata, altre informazioni potranno essere acquisite sia dalla fase di realizzazione che da quella di gestione in modo altrettanto immediato, se raccolte secondo i criteri anagrafici descritti;

– introdurre e testare nuove basi informative, delle quali definire regole di articolazione e codifica in aderenza con i criteri anagrafici generali. In particolare, al fine di compilare la scheda diagnostica del manuale e il programma, si è reso necessario predisporre, articolare e codificare liste di guasti/degradati tipici e di relativi interventi (riparativi/preventivi) riferibili agli elementi tecnici censiti. Gli interventi sono stati definiti anche in considerazione degli interventi manutentivi già individuati nel fascicolo dell'opera, per il quale è stato proposto un nuovo sistema di codifica delle attività in modo da consentire il perfetto allineamento informativo con il programma di manutenzione;

– costruire il prototipo del piano, definito per processi, per contenuti informativi e per relazioni con le informazioni e di documenti prodotti dagli altri processi.

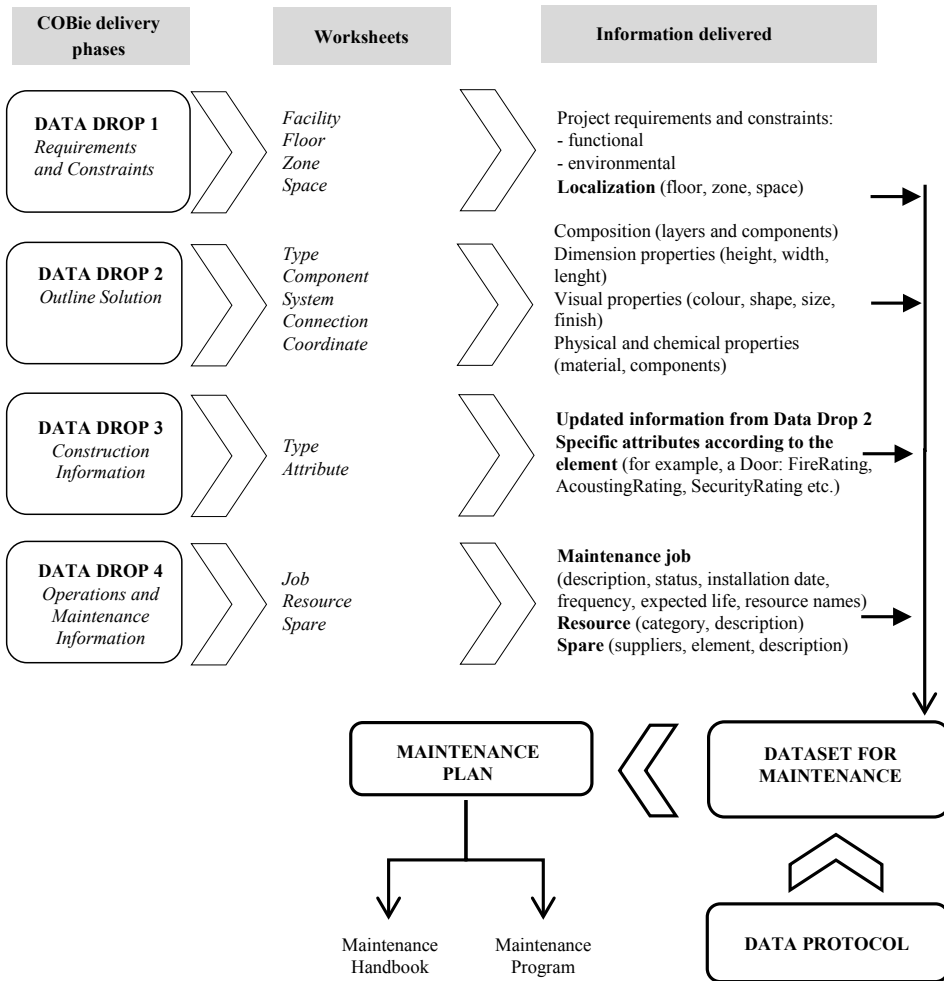
L'intera sperimentazione, una volta sviluppati i test per verificare l'applicabilità della metodologia alla generalità dei casi, si è tradotta in un volume di procedure riguardanti: la costruzione delle anagrafi; la codifica degli elementi tecnici e spaziali; i contenuti informativi del manuale e del programma di manutenzione; le modalità di start up del manuale attraverso l'assunzione diretta delle informazioni dai diversi documenti sviluppati nelle varie fasi del processo edilizio.

Inoltre i set informativi per la gestione, riferiti a elementi tecnici e spaziali, si stanno rivelando una base di studio per una sperimentazione² che vede una analisi degli standard e dei

set informativi. Il protocollo COBie fornisce il set di informazioni necessario alla predisposizione di un piano di manutenzione (manuale e programma). Il protocollo dati elaborato dalla ricerca propone un set informativo integrativo non fornito dal COBie, ma necessario alla fase di gestione.

04 | I set informativi. Il protocollo COBie fornisce il set di informazioni necessario alla predisposizione di un piano di manutenzione (manuale e programma). Il protocollo dati elaborato dalla ricerca propone un set informativo integrativo non fornito dal COBie, ma necessario alla fase di gestione. *Data sets. COBie data format provides the necessary information to define a maintenance plan (maintenance handbook and maintenance program). The protocol/data format developed by the research provides a supplementary data set which is not supplied by COBie, but it is necessary to facility management phase.*

04 |



data format codificati a livello internazionale quali COBie e IFC. In particolare si sta analizzando la rispondenza, rispetto ai parametri necessari per lo sviluppo delle attività di pianificazione manutentiva, delle informazioni organizzate secondo lo schema dati articolato per livelli informativi e fasi di restituzione (Data Drop) del protocollo COBie (Fig.4). Secondo questo approccio, si sta focalizzando l'attenzione nell'ambito del Data Drop 4 (Operations and Maintenance) dei file COBie.

Gli strumenti della manutenzione programmata: dalla gestione integrata delle informazioni ai sistemi integrati BIM

Alcuni esiti della ricerca, svolta su commissione di ATE, vedono attualmente uno sviluppo attraverso il loro trasferimento all'interno di una ricerca² tesa alla standardizzazione di un protocollo, per l'interscambio

di dati in ambiente BIM, riferito alla fase di gestione. Negli obiettivi della ricerca, in corso di sviluppo, tale protocollo deve definire, per ciascun elemento/componente dell'edificio, un set minimo di parametri ed attributi informativi necessari a molteplici attività della fase di gestione (programmazione della manutenzione, gestione spazi, gestione scorte, ecc.).

Ai fini della definizione del protocollo, l'attività di ricerca si sta in questo momento articolando in alcune fasi:

- 1- assunzione dell'anagrafe e del prototipo di piano di manutenzione su edificio campione elaborato e testato per la ricerca svolta su commissione di ATE;
- 2 - selezione e assunzione di un software BIM;
- 3 - acquisizione e analisi di librerie di componenti offerte attualmente dal mercato, quali *NBS National BIM Library* e *BIM*

*Object*⁶. Queste sono state assunte in quanto rappresentano banche dati nelle quali i singoli componenti sono descritti da una serie di attributi informativi forniti dal produttore, garantendo così univocità e coerenza del dato;

4 - formalizzazione delle informazioni individuate nel prototipo di piano in set di attributi, organizzati in maniera compatibile con i formati standard degli ambienti BIM (Fig. 4);

5 - individuazione, rispetto al set definito, delle informazioni fornite in automatico sia dalle funzionalità del software BIM (Fig. 5) in qualità di proprietà dell'elemento (per esempio proprietà geometrico-dimensionali), sia dalle librerie di componenti assunte (per esempio materiali, tipo di finiture, produttore, modello, link al sito dell'azienda, ecc.) (Fig. 6);

6 - individuazione, per ciascun attributo informativo del set non acquisibile in modo automatico dal software e dalle librerie, delle possibili fonti (per esempio computo metrico, abaco dei componenti, documentazione del produttore, ecc.), collocate rispetto alle fasi di sviluppo del processo edilizio;

7 - realizzazione di uno schema (*template*) per lo sviluppo di un progetto in ambiente BIM, dotato del set informativo per la gestione e del relativo protocollo di compilazione (in automatico e da fonti) organizzato in maniera compatibile con il formato standard COBie. Dalla ricerca in corso stanno emergendo delle aree di possibile integrazione del protocollo determinate dalle necessità conoscitive legate allo sviluppo del piano di manutenzione. Ad esempio il protocollo COBie non fornisce informazioni rispetto ai modi di guasto/degrado degli elementi, né riporta un sistema di codifica dei diversi operatori che consenta di associare a ciascuna attività di intervento/manutenzione il relativo operatore (necessità di una

According to these criteria (Fig.2), in every document, developed or updated during the entire life of the building (design, construction, maintenance) technical elements and spaces are always identified in the same way.

Furthermore the hierarchical breakdown structure logic has many advantages referring to cognitive tasks linked to management services since it allows allocating and aggregating information at different levels (for classes of technical elements, for typologies of technical elements, for spatial typologies, etc.). At the same time it is compatible with typical information organization of facilities and real estate management systems and, taking into consideration more innovative tools, it is also compatible with management of data sets as defined by the information exchange data format (COBie "Construction-Operations Building information ex-

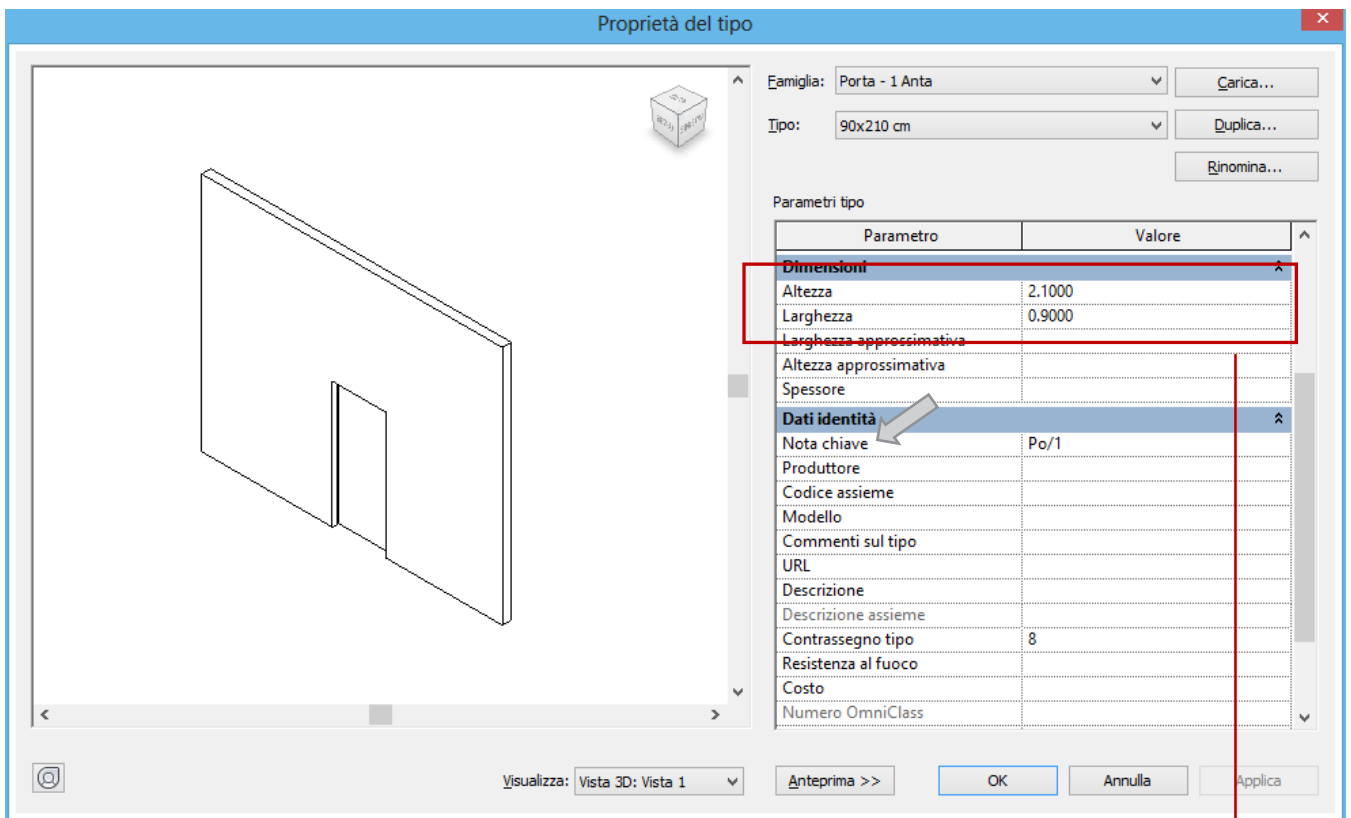
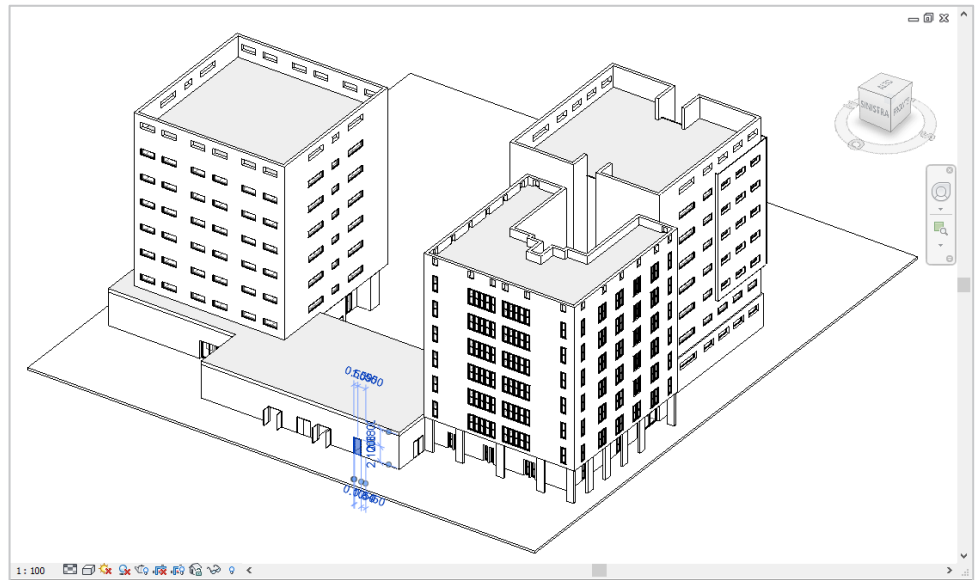
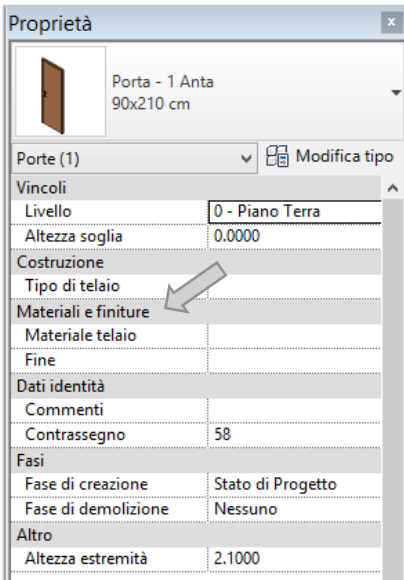
change") which has been developed by the *BIM Task Group* in line with the *Strategy Construction Government* published by the British Government.

In the research, a maintenance plan, consisting of a manual (Fig.3) and of a program has been developed by applying and merging the guide lines included in the standards UNI 10874 and UNI 11257 together with the criteria of the registry system. This maintenance plan (Tab.1), considered as a standard scheme, has been applied to a sample building- subject to renewal and expansion works - representative for technical characteristics and for information of the eight residences for university students, included in the experimentation. The application of the standard maintenance plan to the building sample has allowed to:

- identify the documents in which are collected the information necessary

for the various needs connected with maintenance activities. In particular for the compilation of the maintenance manual (Tab.1), the documents under analysis have been: plans (as regards identification and coding of spaces and technical elements), list (abacus) of technical elements (as regards identification and coding of components and functional layers) and technical specification (as regards identification of the characteristics of codified technical elements). As for the maintenance program (Tab.2, Tab.3), the focus has been put on the bill of quantities, where the materials and technical elements have been identified and codified following the general criterion and have been quantified in relation to the codified rooms. In this way it has been possible to implement automatically both the manual (Tab.1) and the program at a basic level by simply extracting the

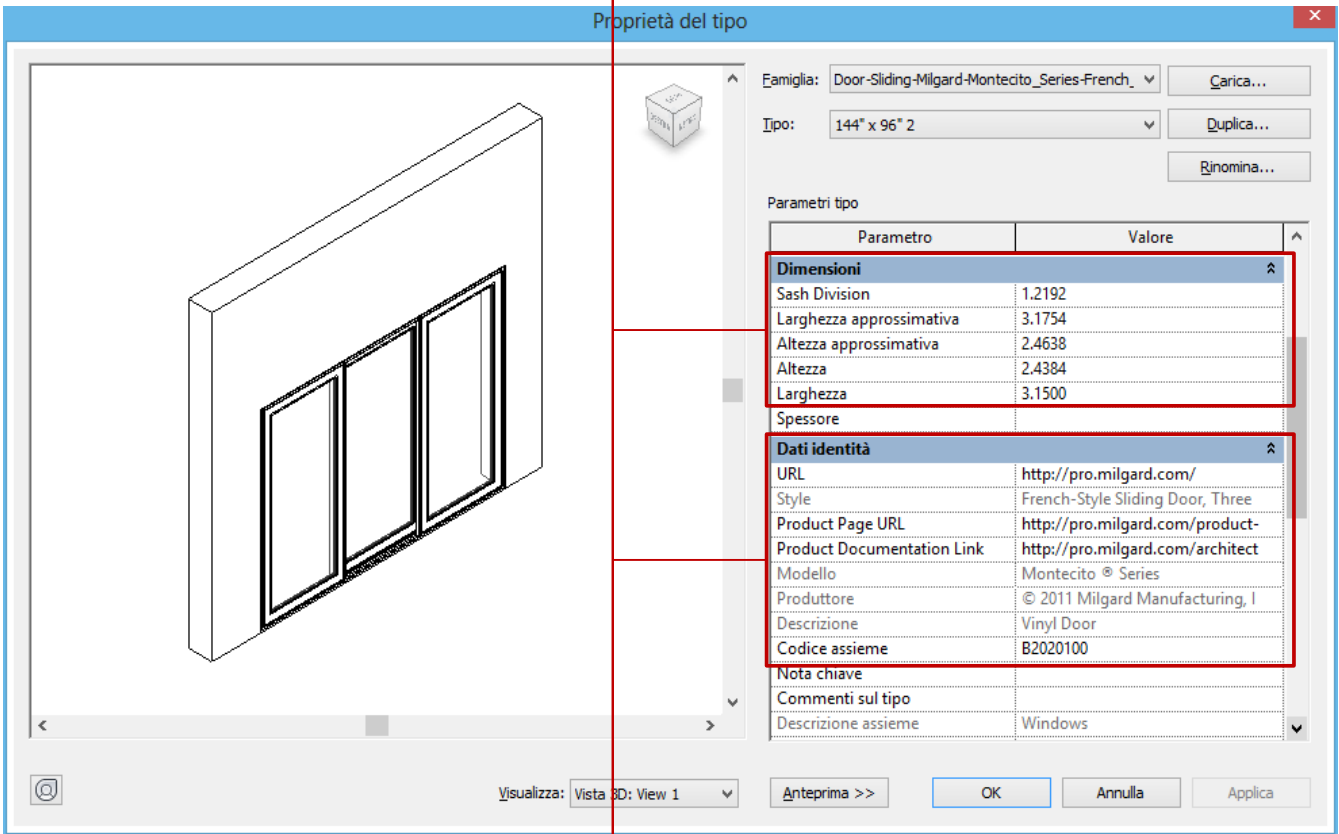
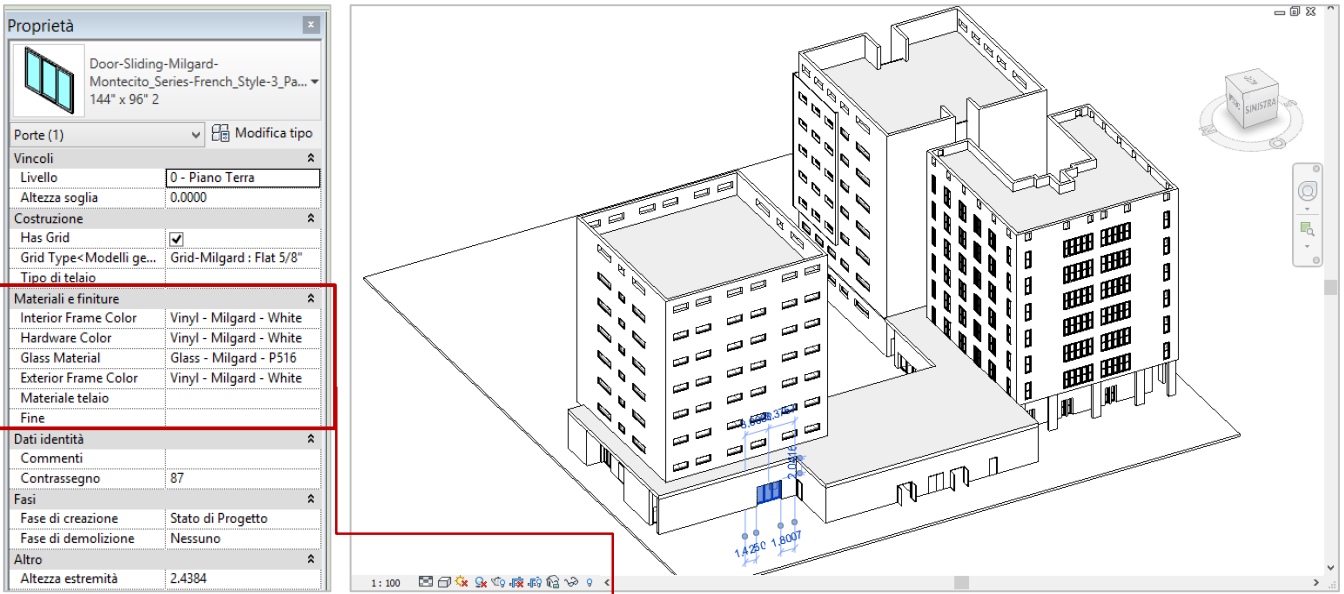
traceable information. This basic level can be considered as an entry level for the start up of the maintenance service. Over time, more and more detailed information will be implemented and allocated as automatically as in the phase of start up by extracting them from the maintenance works (precisely from the work orders) and keeping on the application of the registry criteria; - adjoin and test new databases, organized in compliance with the general registry system. In particular in order to fill in the diagnosis sheet of the maintenance manual (whose contents are suggested by standard UNI 10874) open lists have been developed. These lists deal with degradations, failures and with the related tasks of preventive and corrective maintenance, typical for the technical elements in the registry. Obviously, also for these databases, a system of codes, coherent with the



Maintenance
Manual

05 | Esempio di proprietà geometrico-dimensionali di una porta fornite in automatico dal modello BIM ed utili, in fase di gestione, all'elaborazione di un piano di manutenzione. Non vengono però fornite informazioni in merito a "Materiali e finiture" e ai "Dati identità"

Geometric properties example of a door as automatically provided by BIM model; these data are useful, during facility management phase, to set up a maintenance plan. In this case, information about materials-finishes and identity are not provided.



MAINTENANCE
MANUAL

06 | Esempio di attributi informativi, associati ad una porta recepita dalla libreria di componenti BIM Object, utili all'elaborazione di un manuale di manutenzione. Oltre alle dimensioni dell'elemento, risultano compilati i parametri relativi a "Materiali e finiture", nonché ai cosiddetti "Dati Identità" (modello, produttore, URL alla scheda di prodotto etc).

Example of information associated to a door which has been downloaded by the BIM Object library; these data are useful to set up a maintenance plan. Besides element dimensions, parameters about materials-finishes and identity (model, manufacturer, URL to product data sheet) are filled in.

corrispondenza tra modi di guasto-attività di intervento/manutenzione-operatore);

8 - trasferimento e rappresentazione dell'edificio campione in ambiente BIM per il test del protocollo, attualmente in corso. Il template predisposto sta in questo momento consentendo una sperimentazione che vede:

- lo sviluppo della base del manuale di manutenzione (start up informativo) a partire dalle informazioni di progetto e di realizzazione contenute nel modello BIM;
- l'individuazione di set informativi da proporre per l'integrazione dello standard di diverse librerie di componenti;
- l'individuazione di set informativi da proporre per l'integrazione dell'interfaccia interoperabile tra software BIM e ambienti software relativi a sistemi informativi per la gestione immobiliare (in particolare Archibus).

Conclusioni

La fase di gestione, che rappresenta una componente molto importante nel ciclo di vita di un'opera, necessita di un set di informazioni ampio, articolato e crescente nel tempo. Molte delle fonti di tali informazioni si collocano nelle fasi a monte del processo edilizio; è quindi importante che nel momento della generazione delle informazioni siano già definiti contenuti e criteri di tracciabilità per un loro corretto e diretto utilizzo nelle fasi successive. Questo presuppone una gestione integrata delle informazioni associate all'edificio per l'intero processo edilizio, condizione non facile da raggiungere nel contesto italiano in modo diffuso nell'immediato, considerando quanto il nostro settore sia ancora legato a modelli organizzativi di tipo convenzionale con la netta separazione delle fasi.

global registry system, has been proposed and implemented. The tasks of preventive and corrective maintenance have been defined also considering the maintenance works implemented in the building data book for safety. Since inside this document the activities haven't been codified yet, in the research a unique code criterion has been proposed for adjusting - and making comparable - safety plan with maintenance plan; - develop the maintenance plan prototype. This prototype has been made applicable to general cases by elaborating a set of procedures that describes: processes, tools, roles, contents and forms of information, links between various information, documents containing information, sheets and formats.

Furthermore, data formats for facility management phase, related to technical and spatial elements, represent a study

base for an experimenting research² to analyse standards and data-formats internationally codified, such as COBie and IFC. In particular the study is analysing the correspondence between parameters which are necessary to define a maintenance planning and information which are organized in informative levels and restitution phases (Data Drops) by COBie data format (Fig. 4). According to this approach, attention is now focusing on COBie Data Drop 4 (Operations and Maintenance).

Planned maintenance tools: from integrated information management to BIM interoperable systems

Some outcomes from the research assigned by ATE are now being adopted by another project, which aims to standardize a protocol/data format to enable information exchange in BIM environment referring to operations

In questo senso le due ricerche correlate descritte, facendo centro sulle esigenze informative degli strumenti posti a valle del processo edilizio, delineano tematiche e approcci connotanti una possibile traiettoria di progressivo affinamento delle strategie di integrazione: da un'anagrafica di edificio unica per l'intero processo edilizio ad una progettazione unitaria e integrata del processo edilizio con il supporto di sistemi BIM. Tale traiettoria disegna inoltre tre questioni emergenti dalla fase di gestione:

- il rapporto tra gli strumenti della pianificazione della manutenzione e l'insieme dei documenti di progettazione e costruzione. Nonostante gli strumenti di pianificazione della manutenzione siano sul piano teorico ormai chiaramente definiti nella loro struttura e nei loro contenuti informativi (anche grazie a una significativa produzione di letteratura scientifica e di normativa volontaria in materia) nella prassi questi appaiono ancora non sufficientemente applicati, anche perché non vengono adeguatamente integrati con gli altri documenti ed elaborati sviluppati nelle diverse fasi di vita dell'opera. La proposta di un sistema anagrafico unico e di relative procedure applicative si pone come una possibile strategia utile per perseguire una continuità informativa e decisionale anche all'interno di processi ancora convenzionali nei loro modelli organizzativi;

- il ruolo dei sistemi informativi per la manutenzione e gestione dei patrimoni edilizi all'interno del processo edilizio. Nella attuale prassi dei servizi di Facility management si assiste a una crescente domanda di sistemi informativi che tarda però ad accompagnarsi ad una riflessione sulla continuità informativa tra progetto e gestione. In questo senso, dal punto di vista

and maintenance phase. This protocol should define for each building element a minimum data schema as necessary to multiple activities which characterizes facility management phase (maintenance scheduling, space management, spare parts management, etc.).

In order to address data format definition, research activity is now facing some steps:

- 1 - adoption of building registry and maintenance plan prototype referring to a building case-study which has been developed and tested for the research assigned by ATE;

- 2 - selection and adoption of a BIM software;

- 3 - adoption and analysis of BIM objects libraries actually offered on the market, such as *NBS National BIM Library* and *BIM Object*⁶. These libraries have been adopted as they consist

of database in which each element is described by a series of information directly supplied by manufacturer, thus guaranteeing data consistence and coherence;

- 4 - formalization of the information previously identified in the maintenance plan prototype in data sets compatibly organized with BIM standard formats (Fig. 4);

- 5 - identification of data set information which can be automatically provided by BIM software (Fig.5) as element properties (for example, geometric properties) and by libraries (for example, materials, finishes, manufacturer, model, URL, etc.) (Fig. 6);

- 6 - identification of possible sources (for example bill of quantities, abacus building components, manufacturer documentation), referring to different phases of the building process, for each informative attribute of the data

della gestione integrata delle informazioni, il tema dei sistemi informativi si pone come un passaggio intermedio, all'interno di un percorso evolutivo, baricentrico rispetto a due approcci: da una parte assumere sistemi anagrafici per le fasi di progettazione e costruzione in coerenza con le logiche di organizzazione delle informazioni dei sistemi informativi; dall'altra potenziare l'interoperatività bilaterale tra sistemi informativi e ambiente BIM;

– nuove regole di governo del processo edilizio. L'evoluzione e la diffusione dei sistemi BIM, oltre alle valenze legate al miglioramento delle efficienze di processo, deve rappresentare, come si sta delineando per altri paesi, anche una occasione per l'evoluzione dei modelli organizzativi e delle regole di relazione. In questo senso è importante che le istanze e le prassi degli operatori della fase di gestione entrino rapidamente e in modo significativo nel dibattito e nelle sperimentazioni che connotano il dinamico ambito del BIM.

set which is not automatically provided neither by BIM software nor libraries; 7 - definition of a schema (*template*) together with its protocol compilation (automatic information or from sources) to develop a project in BIM environment equipped with data set referred to facility management phase. This schema is also compatible with COBie standard format. Ongoing research is showing some areas of possible integration of the protocol/data format, referring to the development of a maintenance plan. For example, COBie data format does not provide information about assets breakdown modalities/decay, nor it has working resources' coding system to link each maintenance activity to its worker (correspondence among breakdown modalities – maintenance activity – worker); 8 - transfer and representation of the

building case study in BIM environment to test the protocol/data format. The definition of this schema/*template* is now allowing experimentation about:
– development of a maintenance manual starting from design and construction information as provided by BIM model;
– definition of possible data sets to integrate BIM libraries standard;
– definition of possible data sets to implement interoperable overlay between BIM software and management information system (in particular Archibus).

Conclusions

The operations and maintenance phase, that represents a very important phase inside the life cycle of a building, needs a set of information that are wide, articulate and increasing over

NOTE

¹ Si vedano i dati emersi dai sondaggi promossi da Ingenio (http://www.ingenio-web.it/Articolo/1510/Un_SONDAGGIO_dedicato_al_BIM:_cosa_ne_pensano_i_progettisti_italiani.html) e all'interno della ricerca INNOVance (http://www.ingenio-web.it/Articolo/1755/BIM:_tutti_sanno_cos_e_ma_quanti_lo_usano_e_Il_risultato_del_sondaggio_del_Politecnico_di_Milano.html).

² Si tratta della ricerca "Progetto e sviluppo di un prototipo di piano di manutenzione".

³ Si tratta del Task 4.2 "Gestione e manutenzione programmata" inserito nel Work Package 4 "Strumenti e metodi per la gestione, la manutenzione e la conservazione programmata" della ricerca PRIN "Modellazione e gestione delle informazioni per il patrimonio edilizio esistente".

⁴ Si tratta della realizzazione di otto interventi di residenze universitarie che si configurano come singoli appalti. Il primo è affidato attraverso una gara a procedura ristretta e i restanti attraverso procedure negoziate senza bando a favore dell'aggiudicatario del primo modulo dell'operazione.

⁵ Per un approfondimento delle strategie di ATE si veda: Talamo C., Paganin G., Vitola F. (2012).

⁶ Il progetto INNOVance, che intende creare la prima banca dati / libreria di componenti nazionale, è anch'esso oggetto di studio e confronto da parte del team di ricerca.

time. Many of the sources of these information are located in the earlier phases of the building process; so, at the beginning of the building process, it is important to establish contents and criteria for the traceability of information and for their correct and direct use also in the further phases. This purpose can be achievable by a well-integrated management of information for the entire building process. This is a goal not easy to achieve in the Italian context where building industry is still characterized by conventional models of process, based on the separation of the phases. The two described researches focus on the needs of information regarding the final phases of the building process and deal with themes and approaches describing a potential path characterized by a gradual advance of the integration strategies: from an unique registry for

the entire building process to a shared and integrated design and management of the building process through BIM systems. Furthermore, this path highlights three questions characterizing the operations and maintenance phase:
– the link between the tools of planned maintenance and the set of documents developed in the design and construction phases. Although the tools of planned maintenance are clearly defined in theory, in the praxis they seem to be not yet widely applied, probably also because they are not adequately integrated with the documents developed in the previous phases of the building process. The proposal of an unique building registry and of the related procedures can be considered as a feasible strategy useful for pursuing a continuous flow of information and of decisions inside of still conventional processes;

REFERENCES

- Abaffy, L. (2013), "New Software Helps Input Asset Data to BIM" *Engineering News-Record*, July.
- Albano, J.R. (2005), *La maintenance des bâtiments*, Le Moniteur, Paris.
- Asset Camera (2012), *Il mercato pubblico dei servizi FM: Multiservizio e Global Service*, Manuale Operativo, maggio.
- Becerik-Gerber, B., Jazizadeh, F., Li, N., Calis, G. (2012), "Application Areas and Data Requirements for BIM-Enabled Facilities Management", *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 138(3), pp. 431-442.
- Ance (2014), *Osservatorio Congiunturale sull'industria delle Costruzioni*, luglio.
- BUILDING INFORMATION MODELING TASK GROUP (2012), "UK COBie 2.4 Requirements".
- BUILDING INFORMATION MODELING TASK GROUP (2012), "COBie Data Drops. Structure, uses & examples".
- BuildingSmart Bulletin (2014), "Developing the open standards, tools and training that will drive the successful uptake of BIM", Bulletin 18, July.
- Chunduri, S., Kreider, R., Messner, J. (2013), "A case study on implementation of the BIM planning procedures for facility owners", AEI 2013 Building Solutions for Architectural Engineering, ASCE.
- Cresme (2012), *Annuario Cresme Europa 2012. Facility management*.
- Lindkvist, C., Whyte, J. (2013), "Challenges and opportunities in involving facilities management in data handover: London 2012 case study", AEI 2013 Building Solutions for Architectural Engineering, ASCE.
- Molnar, J. (2011), *Facilities Management Handbook*, Springer-Verlag New York Inc.
- Talamo, C. (2012), *Organizzazione delle informazioni nei servizi di gestione immobiliare. Conoscere, programmare, coordinare, controllare*, Maggioli.
- Talamo, C., Paganin, G., Vitola, F. (2012), "Informazione e ciclo di vita dell'opera pubblica (SgIOP) " in Alaimo, G., Carbonari, A. et al. (Ed.), *Il mattone mancante: verso l'industria dell'ambiente costruito del 21° secolo*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna.
- Wu, W., Issa, R. (2012), "BIM-Enabled Building Commissioning and Handover", *Computing in Civil Engineering*, pp. 237-244, doi: 10.1061/9780784412343.0030.
- UNI 8290-1:1981, Classificazione e terminologia.
- UNI 10874:2000. Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Criteri di stesura dei manuali d uso e di manutenzione.
- UNI 11257:2007. Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Criteri per la stesura del piano e del programma di manutenzione dei beni edilizi - Linee guida.
- the role of information systems for the maintenance management within the building process. In the present praxis of FM services, although the demand for information systems is constantly increasing, it is still absent an actual and careful consideration about the theme of the link of information between the various phases of the building process. So, from the point of view of integrated management of information, the theme of information systems can be considered as a middle passage between two kinds of approaches inside of an evolving path: on one side the assumption of registry systems for the phases of design and construction in coherence with the basic logics of information systems; on the other side the development of bidirectional interoperability between information systems and BIM environments;
- new rules for the governance of the building process. The evolution and the spread of BIM systems has to represent an opportunity for the evolution of our organizational models and of the rules of relationship, in the same way it is happening in many other countries. So, it is important that rapidly and effectively the requests and the praxis of the operations and maintenance professionals get into the debate and the experimentations that connote the area of BIM applications.

NOTES

¹See the reports of Ingenio (http://www.ingenio-web.it/Articolo/1510/Un_SONDAGGIO_dedicato_al_BIM:_cosa_ne_pensano_i_progettisti_italiani.html) and of the research INNOVance (http://www.ingenio-web.it/Articolo/1755/BIM:_tutti_sanno_cos_e_ma_quanti_lo_usanoe_Il_ri

sultato_del_sondaggio_del_Politecnico_di_Milano.html).

²The title of the research is "Development of a prototype of maintenance plan".

³The title of the research is Task 4.2 "Management of planned maintenance" inside of the Work Package 4 "Tools and methods for maintenance and planned conservation" of the PRIN research "Built Heritage Information Modelling/Management – BHIMM".

⁴The project scope of the work is the detailed design, construction and operation of eight residences for university students that can be managed as single contracts. The case study represents the experimentation of a unified information system for the whole project life cycle and is based upon a common registry system to be used in the same way by the different operators of the project.

⁵For an in-depth analysis of the strat-

egies adopted by ATE see: Talamo C., Paganin G., Vitola F. (2012).

⁶The research team is also considering the research INNOVance, whose aim is the development of the first Italian data base/components library.