

Abstract. Il paper riporta metodologia ed esiti raggiunti nel primo anno di una ricerca triennale finalizzata allo sviluppo di un sistema di supporti per una progettazione “maintenance oriented”. La ricerca si colloca all’interno del più ampio tema degli strumenti e dei metodi della manutenzione programmata e parte dal presupposto che la qualità di un processo di gestione dipende parimenti sia da scelte assunte in sede di progetto, sia dall’acquisizione di appropriati strumenti di supporto alle attività strategiche ed operative.

La ricerca giunge a elaborare e testare un sistema strutturato di strumenti, rivolti a committenze e a progettisti di edifici per il culto e riguardanti:

- procedure per la formulazione di documenti preliminari alla progettazione e di linee orientative per la progettazione in relazione al requisito di manutenibilità;
- uno strumento di valutazione della qualità gestionale dei progetti;
- procedure per la stesura e gestione di manuali e piani di manutenzione.

Parole chiave: Manutenibilità, Processo edilizio, Procedure, Strumenti di supporto, Piano di manutenzione

Introduzione

La grave crisi che in modo pervasivo a livello mondiale sta attraversando, con diversa intensità, praticamente tutti i settori produttivi, ha tra i suoi tanti effetti quello di spingere al mantenimento e alla valorizzazione delle risorse esistenti, accrescendo la necessità di efficienza e di qualificazione dei processi e degli operatori. È questa una delle chiavi per interpretare il diffondersi della consapevolezza che la manutenzione, intesa come cura costante dei manufatti, è una condizione imprescindibile per la conservazione nel tempo del valore di un bene (nelle sue molte accezioni di valore culturale, artistico, simbolico, d’uso, economico, ecc). Accanto a questa consapevolezza emerge con evidenza la coscienza del fatto che l’efficienza e l’efficacia delle attività di gestione sui beni edilizi dipendono in forte misura sia da decisioni e provvedimenti assunti in sede progettuale, sia dalla appropriatezza del sistema, costituito da supporti, procedure e modalità organizzative, assunto in sede di esercizio.

Tools and procedures for a “maintenance oriented” design for buildings of worship

Abstract. The paper describes the results, achieved in the first year, of a three years research dealing with the themes connected with the methods and the tools for planned maintenance and concerning the proposal of a system of supports for a design “maintenance oriented”. The starting hypothesis is that most of maintenance problems emerging during the life time of a building are due to a lack of attention towards the use phase that both clients and designers demonstrate. Starting from this point of view the aim of the research was to develop and to check a system of supports, useful both for clients and for designs of buildings of worship, consisting in guide lines, procedures and evaluation tools, graduate according to the different steps of design process and carried out in order to assume and to verify the requirement of maintainability.

Keywords: Maintainability, Design process, Procedures, Support tools, Maintenance plan

Da questo scenario emerge la domanda di competenze e di capacità, in questo momento limitatamente diffuse, che si articolano secondo una duplice direzionalità. Da una parte si tratta, per committenze e per progettisti, di assumere in sede di progetto la dimensione “temporale”, di esprimere in sede di documento preliminare alla progettazione il requisito di manutenibilità e di dotarsi di criteri per la verifica del suo soddisfacimento nel progetto, di sviluppare documenti (manuali d’uso e manutenzione, piano di manutenzione) da affidare al futuro gestore. Dall’altra si tratta di attivare metodiche di osservazione e di raccolta delle informazioni dalla fase di gestione al fine di costruire una base di conoscenza sul comportamento nel tempo dei manufatti e sull’efficacia delle diverse metodiche manutentive, utile a guidare il comportamento dei progettisti per futuri progetti.

All’interno di questo scenario si colloca una ricerca di durata triennale, finalizzata allo sviluppo di un sistema di supporti per una progettazione “maintenance oriented”, rivolto a committenze e a progettisti, da applicare nello specifico ambito della gestione degli edifici per il culto non sottoposti a vincolo di tutela¹.

La ricerca parte da presupposti generali, riferibili a edifici riguardanti la maggior parte delle destinazioni d’uso, ossia:

- spesso operazioni manutentive semplici e da condurre periodicamente non vengono effettuate, dando l’avvio a processi di degrado incontrollati, a causa di problemi facilmente intercettabili e prevenibili in sede di progetto;
- l’efficacia e l’efficienza dell’azione manutentiva dipendono fortemente dalla capacità di sviluppare e utilizzare in modo adeguato apparati di supporto (manuali d’uso e di manutenzione, piano e programmi di manutenzione, sistemi informativi), che

to a lack of attention towards the use phase that both clients and designers demonstrate. Often very simple maintenance operations require a long time and consequently excessive costs owing to problems such as: not accessible technical elements; morphology and distribution of the buildings that don’t permit the easy installation of machineries; equipments hard to be found and isolated; not ergonomic configuration of components; complicated disassembly of parts; not reversible connections, and so on. These problems cause difficulties in maintenance management, that prevent the correct implementation of strategies for preventive maintenance.

Starting from these observations, it is possible to focus on some fundamental questions regarding procedures, supports and tools for a “maintenance oriented project”:

sono tanto più validi se sviluppati in sede di progetto. Per questi apparati esiste ormai un quadro di riferimento articolato, rappresentato dalle norme UNI in materia, ma nella prassi persiste la necessità di contestualizzare e tradurre in procedure operative tali orientamenti.

Nella formulazione dei suoi criteri fondanti la ricerca si presta dunque ad essere trasferita, nel suo esito metodologico (risultato del primo anno di lavoro e oggetto del presente articolo), ai diversi ambiti edilizi, mentre nello sviluppo dei contenuti specifici assume e declina aspetti architettonici e costruttivi tipici degli edifici per il culto contemporanei, incidenti sul comportamento nel tempo dei manufatti e critici per le azioni manutentive.

La metodologia di ricerca A partire dalle finalità della ricerca, le attività si sono sviluppate secondo tre macrofasi:

1) Indagine relativa all'ambito applicativo (la gestione degli edifici per il culto di età inferiore ai 50 anni). Tale indagine ha focalizzato l'attenzione su diversi aspetti:

- le esigenze della committenza (il Servizio Nazionale per l'edilizia di culto della CEI). Da questa analisi sono emerse esigenze a livello generale relative alla diffusione della cultura e della prassi della manutenzione programmata e a livello specifico relative a supporti per l'orientamento, il controllo e la qualificazione delle attività dei progettisti e dei gestori;
- le modalità organizzative della committenza, sia per quanto riguarda la promozione della progettazione (bandi, affidamenti di progettazione, disciplinari, progetti pilota, pratiche di *brief*, ecc.), sia per quanto riguarda la gestione della manutenzione.

- how the customer can be able to express his needs and requirements in order to lead the designer?;
- what are the most critical features of a project to which a designer has mainly to take care?;
- what are the project documents in which the fulfilment to maintainability requirement can be verified?
- how can be done an evaluation tool kit useful to assess the "maintainability degree" of a project?
- how can be done a set of procedures useful for drawing up and managing a maintenance plan?

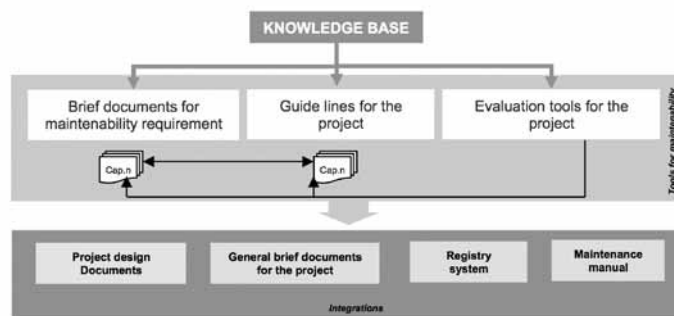
From these questions derives the aim of a three years research that concerns a proposal of a system of supports for a design "maintenance oriented" useful both for clients and for designers. The specific field of application is the maintenance management of contemporary buildings of worship¹,

but the fundamental assumptions and the methodological results of the research (achieved in the first year and reported in this paper) can be applied to most of the building destinations. A research group in Polytechnic of Milan has been working with CEI (Italian Episcopal Conference) for two years in order to develop the system of tools; the prototype of the system is at present ready and now it is starting the test phase through the experimentation on different kinds of buildings owned by CEI.

The research methodology

The research activities have been carried out according to three main stages: 1) Investigation about the scope (maintenance of religious buildings less than 50 years old).

This investigation focused on different aspects:



Questa indagine ha consentito di individuare opportunità di miglioramento all'interno dei processi e di acquisire specificità di contesto rispetto alle quali configurare gli strumenti successivamente proposti;

- le caratteristiche del patrimonio edilizio oggetto della ricerca. In particolare l'indagine si è concentrata sugli aspetti tecnico-tipologici degli edifici, articolati per età e per tecniche costruttive e rispetto a questi, sui principali e più ricorrenti degradi. Questa indagine ha consentito, oltre a conoscere la specificità dell'ambito, di raccogliere informazioni che sono poi state riversate nella base di conoscenza di seguito descritta;
- le modalità di presentazione degli elaborati progettuali, alle diverse scale.

2) Ricerca di riferimenti per lo sviluppo delle proposte di strumentazioni. In particolare l'analisi ha portato a: l'individuazione dei contributi di letteratura ritenuti più significativi; l'assunzione di un insieme di norme UNI di riferimento; la selezione di buone pratiche.

3) Proposta di strumenti di supporto, che ha visto: prima la definizione generale dell'apparato strumentale (Fig. 1) e successivamente il meta progetto, il progetto, la realizzazione e il test applicativo dei singoli strumenti.

La proposta di un sistema di supporti

Sulla base del lavoro istruttorio condotto, la ricerca nel suo primo anno ha avuto come esito la proposta di un sistema di supporti per un progetto "maintenan-

- the needs of the client (the National Service for the Religious Buildings of the Italian Conference of Bishops). From this analysis needs have been identified concerning how to spread and share the culture and practice of planned maintenance and concerning tools and methods to address, to monitor and to qualify the activities of designers and maintenance operators;
- the client's organization in terms of the launch of the design (calls for tenders, awards of design, design specifications documents, pilot projects, briefing, etc.) and with regard to the maintenance management. This survey helped to identify opportunities for improvement within the processes and to better define the specific context to define the configuration of the tools afterwards proposed;
- the characteristics of the building

stock analyzed in the research. In particular, the investigation focused on techno-typological characteristics of the buildings, classified by age and construction techniques, and on the major and most frequent degradation. This survey allowed not only to better define the specific scope, but also to gather information, which were then incorporated into the knowledge base that will be described below;

- the method of submission of the design documents and design deliverables, at different scales.

2) A search for references for the development of tools. In particular, the analysis led to the identification of: the most meaningful contributions from literature; the adoption of a set of reference UNI standard; the selection of good practices.

3) Proposal of support tools that started from a general definition of

CLASSES OF TECHNOLOGICAL UNITS	TECHNOLOGICAL UNITS	CLASSES OF TECHNICAL ELEMENTS	TYPOLOGICAL CONFIGURATION OF TECHNICAL ELEMENTS
2	closures		
	2.1	vertical	
		2.1.1	vertical perimeter walls
		2.1.1.a	masonry in naked concrete on both sides
		2.1.1.b	masonry in naked bricks on both sides
		2.1.1.c	masonry in bricks with finishing in plaster on both sides

TAB 1 | Esempio del sistema anagrafico
Sample of the register system

CLASSES OF TECHNOLOGICAL UNITS	TECHNOLOGICAL UNITS	CLASSES OF TECHNICAL ELEMENTS	FAILURES
2	closures		
	2.1	vertical	
		2.1.1	vertical perimeter walls
		2.1.1	F3 Efflorescence
		2.1.1	F5 Degradation of joints
		2.1.1	F12 Discoloration
		2.1.1	F21 Biological layer
		2.1.1	F37 Exposure of reinforcing bars

TAB 2 | Esempio della base di dati sui degradi
Sample of degradation and failures data base

ce oriented", basato su differenti strumenti, tra loro integrati (Fig. 1), che attingono tutti informazioni da una unica base di conoscenza, aperta e in costante aggiornamento.

La base di conoscenza è rappresentata da un archivio strutturato di informazioni di varia natura (dati, disegni, immagini, testi descrittivi, estratti di norme, ecc.) indicizzate e riferite ai fattori di manutenibilità e agli elementi tecnici, codificati e organizzati secondo la struttura gerarchica aperta proposta dalla norma UNI 8290-1: 1981. In relazione alle tecniche costruttive più ricorrenti nel patrimonio edilizio lo schema della norma UNI è stato caratterizzato introducendo un ulteriore livello gerar-

chico relativo alle tecno-tipologie (Tab. 1). Le tecno-tipologie sono definite sulla base degli esiti di un'analisi, attualmente in corso, effettuata per edifici campione rappresentativi rispetto a fasce di età.

La base di conoscenza, costruita a seguito di una preliminare indagine conoscitiva, ha l'obiettivo di raccogliere le varie informazioni, riguardanti il tema della manutenzione, che un progettista dovrebbe considerare nello sviluppo del progetto, sia per quanto riguarda il comportamento nel tempo degli elementi tecnici e le principali anomalie da correggere/prevenire con l'intervento manutentivo (Tab. 2), sia per quanto riguarda

the support systems (Fig. 1) and afterwards the conceptual design, the design, the realization and the testing of the single tools developed.

A proposal for a system of supports

On the basis of the investigation carried out, the research has developed the proposal of a system of supports for a maintenance oriented project, based on different tools (Fig. 1):

A knowledge base. It collects a set of information organized according to the main maintainability factors, referred to the building elements, classified according the UNI standard 8290-1: 1981, as shown in table 1. In relation to the most frequent construction techniques for the building stock, the scheme of the UNI standard has been characterized by introducing an additional hierarchical level for the techno-typologies.

The techno-typologies are defined on the basis of the results of an analysis, currently on progress, conducted on a sample of representative buildings for age ranges. All these information represent the conditions that have to be considered for a maintenance oriented project. As an example, this knowledge base contains information (Tabb. 2, 3, 5, 6) such as the characteristics of the various means that can be used for maintain different kinds of enclosures (dimensions, weight, operative area, type of energy, etc.) or such as all the possible conditions that allow to clean the surfaces. In the present paper it is reported the methodological approach of the research, statistical data regarding construction techniques and pertinent anomalies are still in the process of gathering and elaborating.

From the knowledge base the other

tools (Fig. 1), that constitute the system of supports, acquire information:

- Brief documents for maintainability requirement. This document has the aim to define all the requests that the Client demands for a maintenance oriented project. The brief document is articulated in two sections: the first section regards requests that have to be met in the phase of concept and scheme design; the second section regards requests that have to be considered in the phase of detailed design. Both sections rely on a set of requests that has been organized in a matrix in which the main factors of maintainability (accessibility, ergonomics, possibility to isolate from the context, inspectionability, cleanability, etc.) are related to the mayor criticality for the maintenance of buildings for worship (considerable heights, large exposed surfaces, absence of eaves, extended

interfaces, zenithal light, complex geometry of roofs, areas diversified for wear and deterioration, etc.) (Tab. 6). The first section contains simplified requests organized according to a format that indicates: the specific technical element (for instance roof covering); the set of requests depending on the various maintenance factors (for instance possibility of access to all its parts, and/or presence of a passages for access 1 meter width at least); the project documents in which it has to be possible to verify the satisfaction of the requests (for instance, plans at 1:100 scale, schemes of paths and accesses, gene contains the requests expressed in a more detailed way. The requests are organized according to a format that indicates: the specific technical element; the requests depending on the various maintenance factors, on the different kind of main-

aspetti tecnico-operativi (Tabb. 3, 5) (per esempio le caratteristiche dei vari mezzi d'opera in termini di peso, dimensioni in esercizio, movimentazione, rischi connessi all'uso, ecc.). In questa sede viene riportato l'approccio metodologico, i dati statistici per quanto riguarda tecniche costruttive e relative anomalie sono ancora in fase di raccolta ed elaborazione. La base di conoscenza fornisce le informazioni per l'apparato di strumenti proposto, che si compone di:

- procedure per lo sviluppo della porzione di un documento preliminare alla progettazione (DPP) relativa al requisito di manutenibilità. Questo tipo di strumento ha l'obiettivo di definire il quadro delle richieste che un committente può esplicitare al fine di stimolare una progettazione “*maintenance oriented*” e viene proposto secondo una duplice articolazione: una prima sezione riguarda richieste formalizzate in modo semplificato in relazione a una fase estremamente iniziale del processo progettuale; nella seconda sezione le stesse richieste sono formalizzate ad un livello di approfondimento adatto a una fase di progettazione esecutiva. Entrambe le parti si basano su richieste organizzate secondo una matrice che mette in relazione i principali fattori di manutenibilità (accessibilità, ergonomia, isolabilità, ispezionabilità, pulibilità, ecc.) con le maggiori criticità per la manutenzione degli edifici per il culto (elevate altezze, grandi superfici esposte, assenza di sporti, interfacce estese, luci zenitali, coperture a geometria complessa, zone a usura differenziata, ecc.) (Tab. 6). Più nel dettaglio, la prima sezione contiene richieste “semplificate”, organizzate secondo uno schema che indica: lo specifico elemento tecnico interessato, un set di richieste (per esempio la possibilità di accedere a tutte le sue parti senza la necessità di mezzi o di opere provvisionali); i docu-

menti di progetto (o le possibili integrazioni ad essi) nei quali è possibile verificare il soddisfacimento del requisito di manutenibilità (per esempio schemi dei percorsi per le manutenzioni e degli accessi). La seconda sezione contiene requisiti espressi in modo maggiormente dettagliato ed è organizzata secondo uno schema che indica: lo specifico elemento tecnico interessato; le richieste riferite ai diversi fattori di manutenibilità in relazione ai vari tipi di interventi (ispezioni, pulizia, riparazioni, sostituzioni); un codice (capitolo) che identifica ciascuna richiesta; i documenti di progetto esecutivo nei quali è possibile verificare il soddisfacimento delle richieste (per esempio piante quotate dei percorsi e degli accessi, piante quotate con indicazione delle attrezzature per la manutenzione, del loro ingombro e dello spazio di utilizzo);

- linee orientative per il progetto, ossia indirizzi e riferimenti (per esempio dimensioni minime per il passaggio di vari tipi di attrezzature per la manutenzione) relativi alle diverse parti d'opera dell'edificio, utili per agevolare, attraverso la concezione del progetto, le azioni manutentive. Lo strumento è organizzato seguendo lo schema dei capitoli nei quali è strutturato il DPP per la manutenibilità, in modo tale da rappresentare il quadro delle possibili risposte progettuali alle richieste che la committenza può esprimere. Le indicazioni contenute in questo strumento possono riguardare soluzioni esemplificative tratte da *best practice*, indicazioni circa configurazioni e spazi operativi per le manutenzioni, caratteristiche dei diversi mezzi d'opera per le diverse tipologie di intervento manutentivo, ecc.;
- strumento di valutazione del progetto, che può essere utilizzato sia dal progettista per l'autovalutazione della propria proposta progettuale in relazione al requisito di manutenibilità, sia

TYPE OF INTERVENTIONS	CODE OF INTERVENTIONS	INTERVENTIONS	OP.	FREQUENCY
Inspection	2.1.1 Int. 1	Visual inspection of the wall indoor and outdoor	CW	1
Cleaning	2.1.1 Int. 5	Cleaning the coating surface of the wall indoor	CW	5
	2.1.1 Int. 6	Cleaning the coating surface of the wall outdoor	CW	when needed
Maintenance	2.1.1 Int. 7	Remake of the painting indoor	PAI	5
	2.1.1 Int. 8	Remake of the painting outdoor	PAI	10
	2.1.1 Int. 9	Recovery of the damaged parts of the wall	MAS	when needed
	2.1.1 Int. 10	Scraping and partial rebuilding of the plaster and / or paint indoor	MAS	when needed
	2.1.1 Int. 14	Application of consolidation and protective treatments indoor	MAS	when needed
	2.1.1 Int. 20	Restoring the missing parts	MAS	when needed
	2.1.1 Int. 21	Repair of concrete	MAS	when needed
	2.1.1 Int. 22	Partial replacement of elements	MAS	when needed
Replacement	2.1.1 Int. 24	Total replacement of elements	MAS	when needed
	2.1.1 Int. 27	Total remaking	MAS	when needed

TAB 3 | Esempio della base di dati sugli interventi
Sample of interventions data base

CONDITIONS		
INDOOR SURFACE		
0	-	Inner side of the wall inaccessible
1	-	Possibility of access to the Inner side of the wall only through equipment with limited arms (i.e. pressure washers, brushes, roller, broom, etc.), but not physically
2	-	Possibility of physical access to the Inner side of the wall but only with heavy vehicles for the movement of people and only after removal of juxtapositions.
3	-	Possibility of physical access to the Inner side of the wall but only with heavy vehicles for the movement of people
4	-	Possibility of physical access to the Inner side of the wall but only with light vehicles for the movement of people and only after removal of juxtapositions."
5	X	Possibility of physical access to the Inner side of the wall but only with light vehicles for the movement of people
6	-	Possibility of access to the Inner side of the wall physically and without the use of means for the movement of people, after removal of juxtapositions
7	-	Possibility of access to the Inner side of the wall physically and without the use of means for the movement of people

TAB 4 | Esempio del questionario dello strumento di valutazione
Sample of a page of the tool to evaluate the maintainability

MACHINES AND FALL PROTECTION SYSTEMS	ANCO- RABILE	ALTEZZA MINIMA (m)	ALTEZZA MASSIMA (m)	MIN OVERALL (m)			MAX OVERALL (m)			MIN ARM	MAX ARM	MIN WEIGHT (kg)	MAX WEIGHT (kg)	MIN FLOW	MAX FLOW
				L	W	H	L	W	H						
Scaffolding	si	3.5	15.35				2	1.2							
Scale coupling	si		15 m unanchored					0.56				30			150
Mobile crane	si	10.3	Da 32.5 a 60 m	11.36	2.68	3.75	11.36	6.3	3.75	10.3	60	24,000	72,000		
Truck crane	si	40	9.6	2.5	4.0							14,000	56,000		
Scissor lift	no	5.2	20	1.39	0.76	1.79	5.4	1.2	3.4			390	7,800	200	500
Turntable	no	10.89	43	1.6	1.19	2	4.72	3.94	3.07	6.25	21.6	3,330	21,100	227	340

TAB 5 | Esempio del questionario dello strumento di valutazione
Sample of machines and fall protection systems for maintenance

tenance interventions (inspections, cleaning, repairs, partial replacement, total replacement) and on the frequencies (high frequent, medium frequent, low frequent and unique intervention); a code that allows to identify each request (chapters); the detailed project documents in which it has to be possible to verify the satisfaction of the requests (for instance, plans at 1:50 scale, details at 1:5 scale, plans of paths and accesses, detailed and dimensioned plans of locations and moving of maintenance means and men, etc.);

- guide lines for the project. The guide lines can be considered as a sort of handbook for the designer who receives the brief documents. It is composed of a set of suggestions, organized according to each single request;
- Evaluation tool for the project. This tool can be used both by the designer

to auto-evaluate his proposals and by the Client to evaluate and to validate the project. It consists in a set of questions, rising from the different chapters of the brief documents, to which the evaluator can answer analysing the project with the support of the information collected in the knowledge base (Tab. 4). The answers, elaborated through a spread sheet, are linked to standard values that express the level of maintainability. This value can be modified attributing a weight representing the importance ascribed to each answer by the evaluator. The compilation of the evaluation tool, considering each maintainability factor in relation to the various technical elements, has a result a summary report, that drafts the profile of maintainability of the whole project. In the summary report the evaluator has also to indicate the location in the

project documentation (type, name of the document and reference coordinates).

The proposal of a procedure for the drafting and the management of the maintenance plan

A second contribution of this research concerns the setting out of procedures, supported by a standardized format, for the drafting and the management of manuals and maintenance plans. Based on preliminary investigations about the organizational specificity and about the operational models of the client three possible reference cases have been identified in order to develop procedural models:

- maintenance plan drafted during the design stage;
- maintenance plan drafted for an existing building, for which is deficient or even practically absent the design

documentation and also information are missing about the operating history of the building;

- maintenance plan for an existing building for which is available the "as built" documentation.

With respect to these three possible cases, the research methodology has been articulated in the following steps:

- adoption of the standards UNI 10874:2000 and UNI 11257:2006 which map information content and structure of the maintenance manual and maintenance plan;
- comparison of the content of the standards to the management *modus operandi* of the client;
- definition of a common track for maintenance manual and maintenance plan specific to the research area;
- identification of the parts of the for-

dal committente per valutare e validare il progetto in relazione agli aspetti di gestione. Lo strumento di valutazione consiste in domande (Tab. 4), derivate dai diversi capitoli del DPP, alle quali il valutatore può dare risposte analizzando il progetto con il supporto di informazioni estraibili dalla base di conoscenza. Gli esiti delle risposte, trattati attraverso un motore di elaborazione e un sistema di pesatura, forniscono indici di manutenibilità riferiti ai diversi elementi tecnici. L'insieme degli indici disegna il profilo di manutenibilità dell'intero progetto, facendo emergere eventuali zone di criticità e aree di miglioramento e rendendo possibile il confronto sintetico tra differenti soluzioni alternative.

La proposta di una procedura per la stesura e la gestione del piano di manutenzione

Un secondo contributo positivo della ricerca riguarda la definizione di procedure, supportate da format unificati, per la stesura e la gestione

di manuali e piani di manutenzione. Sulla base delle indagini istruttorie, sviluppate circa la realtà organizzativa e operativa della committenza, sono stati individuati tre possibili casi di riferimento, rispetto ai quali possono essere sviluppati altrettanti modelli procedurali:

- piano di manutenzione sviluppato in sede di progetto;
- piano di manutenzione sviluppato su edificio esistente, del quale è carente o pressoché assente una documentazione di progetto e sono assenti informazioni circa la storia gestionale dell'immobile;
- piano di manutenzione su un edificio esistente del quale è disponibile il progetto esecutivo.

mat to be developed in relation to the three cases defined above;

- construction of specific procedures for the three cases (roles, skills, actions, information to be collected and their sources).

The reference formats for the procedures are currently being tested on some sample buildings. Experimental Maintenance plans are currently being developed by extracting information from the knowledge base.

The objective of this set of tools is to provide the client supports for the management of maintenance, confirmed in their structure by the fact that they result from well known and validated standards and at the same time they are strongly adherent to the specificity of the context. These supports can allow the client to:

- standardize and qualify, in the field of maintenance, the activities of its

main stakeholders (designers and operators);

- create conditions over time for a shared modus operandi and therefore for the consolidation and growth of skills;
- optimize the organizational resources;
- modify the information coming from the various operating units, in order to make them uniform and therefore comparable and aggregable, a basic condition to the growth of the accumulated knowledge;
- make easier the control procedures.

Further developments of the research

The development of the whole system of support has also highlighted various possible integrations with other components of the design process (Fig. 1), in particular with:

- the project documents. It has been

Rispetto a queste tre possibili situazioni la metodologia di ricerca si è articolata in una serie di step:

- assunzione della norma UNI 10874:2000 e della norma UNI 12257: 2006, che tracciano contenuti informativi e struttura del manuale e del piano di manutenzione;
- confronto dei contenuti delle norme rispetto al *modus operandi* gestionale della committenza;
- definizione di schemi di piano da sviluppare in relazione ai tre casi assunti accompagnati da procedure specifiche (ruoli, competenze, azioni, informazioni da raccogliere e loro fonti).

I format di riferimento e le procedure sono attualmente in fase di test su alcuni edifici campione. I piani di manutenzione test sono attualmente sviluppati attingendo informazioni dalla base di conoscenza.

Ulteriori sviluppi della ricerca

Lo sviluppo del sistema di supporti ha permesso anche di evidenziare varie possibili integrazioni con altre componenti del processo edilizio, in particolare con (Fig. 1):

- i documenti di progetto. È stata elaborata una lista di documenti standard (accompagnata da casi esemplificativi) includente tutti i documenti (disegni alle differenti scale opportunamente predisposti, schemi, descrizioni tecniche, schede tecniche di prodotto, ecc.) utili per controllare e valutare la qualità del progetto dal punto di vista gestionale. Questa lista può fornire per la committenza riferimenti da includere nei bandi o nei disciplinari di affidamento della progettazione;

- il DPP generale. A questo proposito, all'interno della ricerca sono stati assunti gli schemi di DPP attualmente utilizzati dal-

elaborated a list of standard documents for the project including all the documents (drawings at different scales, schemes, technical descriptions, suppliers declarations, etc.) useful to control and to evaluate the quality of the project from the point of view of maintenance tasks. This list of documents should have to be assumed while a client elaborates the Preliminary document for the project;

- the general brief documents for the project should have to incorporate the brief document for maintainability;
- the registry system. The method of coding and classifying the technical elements should have to be the same for the whole building process (design, construction and usage phases). In this way it could be possible to trace the information constantly for the different phases of the process and to delivery to the maintenance man-

agers a useful information framework to be increased gradually in the usage phase;

- the Maintenance Manual. Some of the information contained in the knowledge base (such as operative spaces for means, problems for interventions, etc.) could be transferred to the Manual in order to support the decisions about the best maintenance strategies and to improve the quality of operative instructions.

Conclusions

The described research has to be considered as an effort, promoted by a Client/User (CEI), in order to develop tools useful to link the design phase with the use phase, and it is representative of an increasing consciousness of the importance, for the quality of the project, of contemplating, starting from the phase of concept, the behav-

la committenza e sono allo studio proposte di revisione degli stessi e criteri di integrazione con il DPP per la manutenibilità; – il sistema anagrafico e di codifica. Il sistema per identificare spazi ed elementi tecnici, messo a punto e testato con la ricerca, si presta ad essere assunto come sistema per identificare in modo univoco gli elementi in tutte le fasi del processo edilizio (progettazione, costruzione, uso). In questo modo è possibile tracciare costantemente le informazioni sugli elementi attraverso

so l'intero ciclo dell'opera a partire dalla fase di progetto, andando a incrementare la base informativa attraverso i *feed back* dalla fase di costruzione e di gestione. Questo è reso possibile dal fatto che gli elementi appaiono, univocamente codificati, in tutti i documenti (disegni di progetto, schede tecniche, computo metrico estimativo, relazioni tecniche, disegni as built, manuale di manutenzione, ecc.) Anche in questo caso il sistema di codifica proposto può diventare una esplicita richiesta della committenza

	Factors of criticality	CONSIDERABLE HEIGHTS	LARGE EXPOSED SURFACES	ZENITHAL LIGHTS	EXTENDED INTERFACES	AREAS DIVERSIFIED FOR WEAR AND DETERIORATION
Factors of maintainability						
Accessibility		• Embedded systems of access • Spaces for access • Protected routes • Accessibility of the parts internal to the system • Motion Systems	• Embedded systems of access • Spaces for access • Protected routes	• Embedded systems of access • Spaces for access • Protected routes • Accessibility of the parts internal to the system	• Embedded systems of access • Spaces for access • Protected routes • Accessibility of the parts internal to the system	• Spaces for access
Ergonomics		• Configuration and sizing of operational space	• Configuration and sizing of operational space • Embedded systems of access • Spaces for access • Protected routes	• Configuration and sizing of operational space • Size, shape and weight of components • Level of dismantlability of components	• Configuration and sizing of operational space • Size, shape and weight of components • Level of dismantlability of components	• Configuration and sizing of operational space • Size, shape and weight of components • Level of dismantlability of components
Diagnosticability		• Visibility • Means of detection	• Visibility • Inspectionability • Clarity of functional and technological scope • Means of detection	• Visibility • Inspectionability • Clarity of functional and technological scope	• Visibility • Inspectionability • Clarity of functional and technological scope • Means of detection • Possibility to perimeter	• Visibility
Reversibility				• Attitude of the systems to be disassembled and reassembled • Standardization of components, modularity	• Attitude of the systems to be disassembled and reassembled • Standardization of components, modularity	• Attitude of the systems to be disassembled and reassembled • Standardization of components, modularity
Cleanability		• Accessibility • Surfaces characteristics • Self-cleaning materials • Self-cleaning equipments	• Accessibility • Surfaces characteristics • Self-cleaning materials • Self-cleaning equipments	• Accessibility • Surfaces characteristics • Self-cleaning materials • Self-cleaning equipments	• Accessibility	• Accessibility • Surfaces characteristics

TAB 6 | Matrice di correlazione tra fattori di manutenibilità e principali aspetti di criticità per le azioni manutentive tipici degli edifici per il culto
Matrix of correlation between maintainability factors and factors of critically for maintenance activities in buildings of worship

za in fase di affidamento dell'incarico di progettazione;
– i manuali di manutenzione. Molte delle informazioni contenute nella base informativa possono essere trasferite all'interno dei manuali di manutenzione, considerati come la raccolta strutturata delle informazioni necessarie per la stesura del Piano di manutenzione.

Conclusioni

La ricerca descritta dimostra il ruolo decisivo della commitment nel trasmettere ai diversi soggetti del processo obiettivi di qualità e di crescita di competenze. Nello specifico questo obiettivo è stato perseguito attraverso la costruzione di un apparato strumentale che ambisce, anche grazie al fatto di essere stato concepito all'interno di una visione unitaria delle diverse fasi del processo edilizio, ad essere, al di là del sua immediata utilità, anche mezzo di diffusione di cultura della gestione.

NOTE

¹ Si fa riferimento alla ricerca "Processi di manutenzione per l'edilizia di culto", sviluppata all'interno del contratto di ricerca stipulato tra il Politecnico di Milano e il Servizio Nazionale per l'edilizia di culto della CEI. Responsabile della ricerca Prof. Cinzia Talamo.

ours of the buildings in their whole life cycle.

It is important to underline that on the short time surely for the Client of the research the aim is the development of a set of tools useful to guide and to control designers and maintenance managers, but on the long time actually his expectation lies on the possibility for such a kind of tools to become an incentive for a common cultural progress, that engages in maintenance themes all the operators of the building process.

NOTES

¹ The research has been developed inside the research contract "Maintenance processes for buildings of worship" commissioned by the Italian Council of Bishops (CEI). Scientific responsible of the research Prof. C.Talamo.

REFERENCES

- Abbott G. R., Mc Duling, J. et al. (2007), "Building condition assessment: a performance evaluation tool toward sustainable asset management", in *Proceedings of CIB World Building Congress 2007*, Cape Town, pp. 649-662.
- Albano, J. R. (2005), *La maintenance des bâtiments*, Le Moniteur, Paris, trad. it. Talamo, C., *La manutenzione degli edifici*, Esselibri-Simone, Napoli, 2008.
- Attaianese, E. (2008), *Progettare la manutenibilità: il contributo dell'ergonomia alla qualità delle attività manutentive in edilizia*, Liguori, Napoli.
- Cassina, J., Taisch, M. et al. (2007), "Proposal for a methodology for the development of a predictive maintenance decision support system based on artificial intelligence", in *Maintenance management*, Proceedings of the third International Conference CNIM Maintenance and Facility Management, Roma, 2007, pp. 53-60.
- CEI (Servizio Nazionale per l'edilizia di culto) (2013), "La manutenzione programmata per l'edilizia di culto", in *Atti del Convegno nazionale La manutenzione programmata per l'edilizia di culto*, Napoli 12-14 marzo 2009.
- Di Giulio, R. (2007), *Manuale di manutenzione edilizia. Valutazione del degrado e programmazione della manutenzione*, Maggioli, Rimini.
- Fiore, V. (Ed.) (2008), *Manutenzione. Costruire le regole di un processo virtuoso*, LetteraVentidue, Siracusa.
- Langston, C. and Lauge-Kristensen, R. (2002), *Strategic management of built Facilities*, Butterworth-Heinemann, Oxford.
- Molinari, C. (2002), *Procedimenti e metodi della manutenzione edilizia*, vol. I, Esselibri, Napoli.
- Paganin, G. and Talamo, C., "Procedures and tools for maintenance services planning and monitoring", in *Changing user demands on buildings*, Proceedings of CIB W70 international symposium, 12-14 June, 2006, Trondheim.
- Ryd, N. And Malmqvist, I. (2005), "Client's tool for leading edge construction and design briefing", in *Combining Forces – Advancing Facilities Management & Construction through Innovation*, Proceedings of the CIB 2005 Helsinki Symposium, 13-16 June 2005.
- Sjöström, C. and Hallberg, D. (2007), "Service life tools and methodologies: standards and a life cycle management system", in *Maintenance management*, Proceedings of the third International Conference CNIM Maintenance and Facility Management, Roma, 2007, pp. 281-286.
- Talamo, C. (2011), *Procedimenti e metodi della manutenzione edilizia*, vol. II, Esselibri, Napoli.
- Truppi, C. (2007), "L'etica della cura", in Fiore, V. (Ed.), *La cultura della manutenzione nel progetto edilizio e urbano*, LetteraVentidue, Siracusa.
- UNI 8290-1: 1981, *Classificazione e terminologia*.
- UNI 10874: 2000, *Criteri di stesura dei manuali d'uso e di manutenzione*.
- UNI 11257: 2007, *Criteri per la stesura del piano e del programma di manutenzione dei beni edilizi. Linee guida*.