



Proceedings of the International Conference
Preventive and Planned Conservation
Monza, Mantova - 5-9 May 2014

I contributi presentati al convegno restituiscono un'articolata panoramica di riflessioni e di casi studio, in cui emerge come filo conduttore la capacità di esprimere una visione di lungo periodo e di proporre una virtuosa integrazione fra strategie, spesso innovative, di conservazione e di valorizzazione.

PPC Conference 2014 è una delle attività di comunicazione e divulgazione previste dell'ambito dei Distretti Culturali "Monza e Brianza" e "Le Regge dei Gonzaga", esperienze che testimoniano come il patrimonio storico architettonico costruito possa ricoprire un ruolo nuovo e determinante nelle dinamiche di sviluppo locale.

I volumi:

- 1 La strategia della Conservazione programmata.
Dalla progettazione delle attività alla valutazione degli impatti.
- 2 Sguardi ed esperienze sulla conservazione del patrimonio storico architettonico.
- 3 Protezione dal rischio sismico.
- 4 Metodi e strumenti per la prevenzione e manutenzione.
- 5 ICT per il miglioramento del processo conservativo.

A cura di **Stefano Della Torre**
Curatela editoriale **Maria Paola Borgarino**



ICT per il miglioramento del processo conservativo

NARDINI EDITORE



Proceedings of the International Conference
Preventive and Planned Conservation
Monza, Mantova - 5-9 May 2014

5

ICT per il miglioramento del processo conservativo



A cura di **Stefano Della Torre**
Curatela editoriale **Maria Paola Borgarino**

NARDINI EDITORE

Proceedings of the International Conference
Preventive and Planned Conservation
Monza, Mantova - 5-9 May 2014



**POLITECNICO
DI MILANO**



ICT per il miglioramento del processo conservativo

Proceedings of the International Conference
Preventive and Planned Conservation
Monza, Mantova - 5-9 May 2014

Comitato scientifico

Carlo Blasi, *Università di Parma, Italy*
Federico Bucci, *Politecnico di Milano, Italy*
Fausto Cardoso Martinez, *University of Cuenca, Ecuador*
Angelo Ciribini, *Università di Brescia, Italy*
Nigel Dann, *University of the West of England, United Kingdom*
Stefano Della Torre, *Politecnico di Milano, Italy*
Sasa Dobričić, *University of Nova Gorica, Slovenia*
Xavier Greffe, *Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, France*
Massimo Montella, *Università di Macerata, Italy*
Elena Mussinelli, *Politecnico di Milano, Italy*
Christian Ost, *ICHEC Brussels Management School, Belgium*
Ana Pereira Roders, *University of Eindhoven, Holland*
Pietro Petrarola, *Eupolis Lombardia, Italy*
Mario Santana Quintero, *Carleton University, Canada*
Koenraad Van Balen, *UNESCO Chair for PRECOMOS, KU Leuven, Belgium*
Minja Yang, *RLICC, KU Leuven, Belgium*
Rossella Moioli, *Distretto Culturale Monza e Brianza, Italy (coordinamento)*

Segreteria scientifica del convegno:

Maria Paola Borgarino, Stefania Bossi
Politecnico di Milano, Dipartimento ABC - Architecture, Built Environment and Construction Engineering

Atti a cura di Stefano Della Torre

Curatela editoriale: Maria Paola Borgarino
Impaginazione e collaborazione alla revisione dei testi: Cristina Boniotti

Politecnico di Milano - Dipartimento ABC - Architecture, Built Environment and Construction Engineering
Fondazione Cariplo, progetto Distretti Culturali
Distretto Culturale Evoluto di Monza e Brianza - Provincia di Monza e della Brianza
Distretto Culturale Le Regge dei Gonzaga

Con il patrocinio della



Regione Lombardia

@ 2014 Politecnico di Milano e Nardini Editore
Tutti i diritti sono riservati

Copertina Ennio Bazzoni

Stampato per Nardini Editore

ICT per il miglioramento del processo conservativo



A cura di **Stefano Della Torre**
Curatela editoriale **Maria Paola Borgarino**

Indice

LA METODOLOGIA BIM A SOSTEGNO DI UN APPROCCIO INTEGRATO AL PROCESSO CONSERVATIVO Angelo Ciribini, Silvia Mastrolembo Ventura, Michela Paneroni	pag. 1
PLANET BENI ARCHITETTONICI. UNO STRUMENTO PER LA CONSERVAZIONE PROGRAMMATA DEL PATRIMONIO STORICO-ARCHITETTONICO Elvio Benatti, Maria Paola Borgarino, Stefano Della Torre	” 13
SICAR E LA CONSERVAZIONE PROGRAMMATA: ESPERIENZE SUL CAMPO E PROSPETTIVE FUTURE Francesca Fabiani, Cristian Prati, Raffaella Grilli	” 31
THE INFORMATION SYSTEM GECOB TO SUPPORT THE PROJECT OF PRESERVATION: THE CASE OF THE MONUMENTAL STAIRCASE OF VILLA DELLA PORTA BOZZOLO AT CASALZUIGNO (VA), ITALY Paola Candiani, Pietro Angelo Invernizzi, Francesca Paola Turati	” 41
THE “ALBERGO DEI POVERI” IN GENOVA: CONSERVING AND USING IN THE UNCERTAINTY AND IN THE PROVISIONAL Stefano Francesco Musso, Giovanna Franco	” 51
A VALUE-BASED MONITORING SYSTEM TO ENHANCE THE PREVENTIVE AND PLANNED CONSERVATION PROCESS Verónica Heras, Aziliz Vandesande, Fausto Cardoso, Koen Van Balen	” 63
TECNOLOGIA GIS PER LA MANUTANZIONE PROGRAMMATA DEI BENI CULTURALI Laura Baratin, Sara Bertozzi, Elvio Moretti	” 73
IL BIM PER LA CRONOLOGIA DELLE ARCHITETTURE STORICHE Carlo Argiolas, Donatella R. Fiorino, Caterina Giannattasio, Emanuela Quaquero	” 85
SURVEY AND HBIM OF THE BASILICA DI COLLEMAGGIO IN L'AQUILA FOR MANAGING AND PLANNING CONSERVATION ACTIVITIES Raffaella Brumana, Daniela Oreni, Luigi Barazzetti, Fabrizio Banfi, Fabio Roncoroni, Mattia Previtali, Riccardo Valente	” 97
AREE ARCHEOLOGICHE E BIM: PROVE DI COMPATIBILITÀ. DOCUMENTAZIONE E PROTEZIONE DELLE AREE ARCHEOLOGICHE Cristiana Achille, Nora Lombardini, Massimo Valentini	” 113

segue **Indice**

OPEN STANDARDS FOR CULTURAL HERITAGE. THE TREE-DIMENSIONAL MANAGEMENT Zaira Joanna Peinado Checa, Alberto Peinado Checa	” 125
BUILDING INFORMATION MODELLING APPLIED TO BUILT HERITAGE: A STRUCTURAL ANALYSIS PERSPECTIVE BASED ON THE INTEROPERABILITY Giuliana Cardani, Grigor Angjeliu	” 135
THE YARDS OF THE MILAN CATHEDRAL: TRADITION AND BIM Cristiana Achille, Francesco Fassi, Alessandro Mandelli, Benigno Moerlin	” 147
ONTOLOGIES AS AN INTEGRATION TOOL FOR PREVENTIVE HERITAGE CONSERVATION Olga Zalamea, Verónica Heras, Diederik Tirry, Thérèse Steenberghen	” 157
PREVENTIVE AND PLANNING CONSERVATION: THE MULTIDIMENSIONAL DATABASE FROM THE RESTORATION TO AUGMENTED REALITY. THE CASE OF THE MOSAIC PERISTYLE IN CIMITILE Pasquale Argenziano, Saverio Carillo, Ilaria Minini	” 167
A DIGITAL PROCESS FOR CONSERVATION TO TRADITIONAL STONE HERITAGE Isabella Bianco, Carlo Caldera, Matteo Del Giudice, Andrea Maria Lingua, Anna Osello, Paolo Piumatti, Pablo Angel Ruffino, Marco Zerbinatti	” 179
BIM FOR ARCHAEOLOGY. USE OF BIM PROCESS AND PARAMETRIC MODEL IN A TEMPORARY SHELTER ADAPTABLE TO THE DIVERSE NEEDS OF ARCHAEOLOGICAL SITES Giuseppe Parello, Marco Imperadori, Carmelo Bennardo, Salvator-John A. Liotta, Yuta Ito, Andrea Vanossi	” 191
MIGLIORARE LA CONOSCENZA E LA GESTIONE DEL PATRIMONIO COSTRUITO STORICO ATTRAVERSO BIM E ONTOLOGIE Danilo Di Mascio, Pieter Pauwels	” 201
A MULTIDISCIPLINARY APPROACH TO THE CONSERVATION OF AN HISTORICAL BUILDING IN MANTUA Gaia Barbieri, Luigi Biolzi, Massimiliano Bocciarelli, Luigi Fregonese, Laura Taffurelli	” 213
ICT IN THE DATA MANAGEMENT. ANALYSIS OF THE WOODEN ROOF OF SANTA MARIA ASSUNTA DELLA PIEVE (NOVI LIGURE) Simonetta Acacia, Marta Casanova, Alessia Dal Bo’	” 223

MIGLIORARE LA CONOSCENZA E LA GESTIONE DEL PATRIMONIO COSTRUITO STORICO ATTRAVERSO BIM ED ONTOLOGIE

Danilo Di Mascio*, Pieter Pauwels**

* *Università degli Studi "G. d'Annunzio" Chieti - Pescara, Department of Architecture*

** *Ghent University, Department of Architecture and Urban Planning*

Abstract

The historical built environment is acknowledged as a value both as material and cultural resource to be preserved. Usually, however, there are difficulties that do not allow to effectively analyze and document it. Difficulties arising from building characteristics, site characteristics or other exceptional events make it impossible to use only traditional theories, tools and techniques. On the contrary digital technologies give the opportunity to improve and expand the comprehension of complex artifacts. The objective of our research is to elaborate and propose a theoretical and methodological framework to improve the comprehension and management of the historical built environment with digital technologies. The recorded information can be essential to plan and manage a recovery plan and/or a maintenance program taking into consideration also aspects linked to cultural diversity and environmental sustainability.

In this paper we will deal mainly with the constructive and relational characteristics of historical buildings. The constructive peculiarities point out the constructive system of an artifact (number, type and material of technical elements, etc.), whilst the relational peculiarities represent the relations among the internal components of the artifact and other external elements that could be of various kind (persons, places, etc.). To analyze and document these peculiarities we used mainly BIM software (for the digital 3D reconstruction) and an ontology editor (to represent and organize the relational peculiarities), both applied to a case study: the Boekentoren, one of the most important historical buildings in the city of Ghent.

L'ambiente costruito rappresenta una preziosa risorsa materiale e culturale da conservare per le future generazioni. Non è possibile pensare ad uno sviluppo senza conservazione, soprattutto in un'epoca, come quella attuale, dove gli interventi sul costruito hanno superato ormai da alcuni anni quelli di realizzazione di nuovi manufatti. L'ambiente costruito è il risultato di un processo di crescita evolutiva e conservazione durato secoli e gli edifici che lo compongono

sono un *giacimento* prezioso di significati, conoscenza, intesa anche come tecniche costruttive impiegate, energia e materiali. Una corretta conservazione del costruito è espressione di un uso sostenibile di materiali e di territorio (ne riduce il consumo) ma anche della consapevolezza dell'importanza delle radici culturali, preziose espressioni di identità e diversità da preservare per le generazioni future. Il valore dell'ambiente costruito storico è sempre collegato con aspetti culturali connessi con la storia (inclusi aspetti economici e sociali), architettura ed arte, quindi qualità che vanno oltre il valore materiale e funzionale dell'edificio.

Le peculiarità costruttive e relazionali

Ogni manufatto è caratterizzato da un elevato numero di caratteristiche materiali ed immateriali (dimensioni, luci, ombre, colori, spazi, relazioni) (Di Mascio, 2012). Le caratteristiche immateriali non costituiscono solo il risultato di una cultura legata alle particolarità fisiche di un luogo, ma anche ad aspetti legati al contesto storico e culturale, inclusi movimenti artistici, scoperte tecnico-scientifiche, scambi commerciali, etc.. In questo paper verranno esaminate due caratteristiche che riteniamo importanti per migliorare la conoscenza e la gestione di qualsiasi edificio appartenente al patrimonio costruito storico:

- **Caratteristiche costruttive:** questo concetto si riferisce al sistema costruttivo di un manufatto, ovvero quanti e quali sono gli elementi tecnici ed i materiali di cui è costituito, a quali requisiti devono rispondere e come sono connessi/assemblati tra loro, etc..
- **Caratteristiche relazionali:** con questo concetto vogliamo individuare sia il sistema di relazioni tra i componenti interni al manufatto sia tra questi ed altri elementi esterni che possono essere di varia natura (persone, luoghi, etc.). Esplicitando queste caratteristiche il manufatto si svela come un sistema di relazioni che appartengono ad un sistema ancora più grande e complesso.

La conoscenza delle caratteristiche costruttive è essenziale per conservare la qualità del manufatto attraverso appropriate azioni di manutenzione o interventi simili, ma tutte queste informazioni sono anche importanti per intraprendere analisi che interessano altre caratteristiche (evolutive, percettive, energetiche, strutturali, etc.). La conoscenza delle caratteristiche relazionali consente di comprendere e descrivere il manufatto più approfonditamente e migliorarne la sua gestione.

Approccio metodologico

L'ambiente costruito storico è costituito da un numero variabile di edifici e manufatti che, nella maggior parte dei casi, non sono ben documentati. La mancanza di una documentazione appropriata per gestire un piano di manutenzione o altri interventi può essere attribuita a diversi fattori. Per descrivere, gestire ed analizzare un qualsiasi intervento è necessario comprendere l'oggetto di studio in modo adeguato ed organizzare le informazioni in maniera corretta. Con quest'obiettivo suggeriamo la seguente procedura costituita da tre fasi: una fase di conoscenza (ricerca e selezione delle informazioni), una fase di ricostruzione 3D digitale (Ricostruzione digitale 3D in un software BIM) ed una fase di arricchimento semantico (modellazione delle ontologie in un ontology editor).

Comprendere e gestire la complessità dell'ambiente costruito storico

Nella fase iniziale di conoscenza è necessario esaminare tutte le fonti rilevanti di informazioni per costruire una personale comprensione, o modello mentale, dell'edificio. Per comprendere un manufatto esistente è utile scomporlo in elementi più semplici ed organizzare queste informazioni. Per questo obiettivo è stato scelto di utilizzare uno schema di classificazione. Prendendo in considerazione azioni come la conservazione, la manutenzione, il recupero, etc. è stata scelta la classificazione proposta nelle Norme UNI (8289/2, 1981) che classificano gli elementi tecnici di un edificio in base alla loro funzione. Le Norme UNI identificano 8 diverse unità tecnologiche fondamentali: strutture, chiusure, partizioni interne, partizioni esterne, impianti di fornitura servizi, impianti di sicurezza, attrezzature interne ed attrezzature esterne. È necessario sottolineare che le Norme UNI sono generalmente utilizzate per edifici residenziali moderni/contemporanei. Manufatti appartenenti al passato, o che possiedono particolarità morfologiche e costruttive al di fuori della norma, difficilmente possono essere scomposti seguendo pedissequamente questo tipo di schema. In presenza di queste situazioni, le Norme UNI non sono utilizzate alla lettera, ma personalizzate ai vari oggetti di studio.

Ricostruzione digitale

Con l'espressione "ricostruzione digitale" si intende un processo che prevede di "costruire di nuovo" un manufatto esistente in un ambiente virtuale. Come dimostrato in ricerche precedenti (Pauwels et al., 2008, 2009; Di Mascio, 2009, 2012) l'uso di metodi e strumenti di ICT nella ricostruzione ed analisi critica del patrimonio storico costruito apre nuove possibilità nella comprensione e nella comunicazione delle informazioni. L'obiettivo della ricostruzione

digitale è la realizzazione di un modello tridimensionale, che come un edificio reale si presta ad un elevato numero di analisi. Ma la ricostruzione digitale possiede anche un valore autonomo perché lo stesso processo di ricostruzione contribuisce ad approfondire ed ampliare la conoscenza del manufatto.

Diversi software possono essere utilizzati per la ricostruzione 3D digitale, tra questi: software 2D-3D drafting, 3D modeling software e building information modeling (BIM). I software BIM sono principalmente utilizzati nella progettazione e nella gestione di edifici di nuova costruzione, ma presentano delle caratteristiche rilevanti, come la modellazione parametrica delle informazioni, che possono essere utili nella documentazione, gestione ed analisi del patrimonio storico costruito.

Oltre la classificazione statica: le ontologie

Abbiamo finora considerato il sistema edilizio come un organismo isolato rispetto a un qualsiasi contesto ed immutabile nel tempo. In realtà ogni manufatto architettonico è accompagnato da una storia che ha inizio con la sua creazione e termina con la fine del suo utilizzo. Questa storia interessa sia l'edificio in tutte le sue parti, materiali ed immateriali, sia il rapporto che c'è tra il manufatto e l'ambiente, costruito o naturale, vicino o distante. Risulta evidente che un edificio può essere descritto da una grande quantità di dati eterogenei che appartengono a vari domini della conoscenza. Comunque, come collegare questi dati tra loro risulta meno evidente. Gli stessi termini all'interno di due discipline (anche vicine tra loro), possono assumere significati molto diversi; queste differenze esistono anche tra vari schemi di classificazione. Nasce quindi la necessità di comunicare ed organizzare dati ed informazioni tra i vari attori del processo, attraverso un linguaggio comune. Una risposta a questa esigenza di tipo pratico è stata individuata nella *knowledge management*, ed in particolare nelle ontologie. Per le nostre finalità ci riferiamo alla definizione di ontologia utilizzata nel campo dell'informatica, ed in particolare nello studio dell'intelligenza artificiale e della rappresentazione della conoscenza. Tra le definizioni più diffuse in questo settore, scegliamo la seguente: "An ontology is an explicit specification of a conceptualization, [in which a conceptualization is defined as] the objects, concepts, and other entities that are presumed to exist in some area of interest and the relationships that hold them" (Gruber, 2001). In sintesi un'ontologia integra all'interno dello stesso sistema descrittivo (che ha l'obiettivo di rappresentare una conoscenza finalizzata ad un risultato) sia i concetti di un dominio di conoscenza, sia le relazioni tra questi concetti. Questo nuovo modo di descrivere un manufatto esplicita (ed aiuta quindi a comuni-

care ed a comprendere) le relazioni nascoste tra informazioni di diversa natura. Molte costruzioni architettoniche appartenenti alle tradizioni culturali possono essere così documentate ed analizzate anche sotto nuovi punti di vista.

Gli Ontology editor, tecnologie informatiche disponibili per il semantic web (Berners-Lee et al., 2001), forniscono strumenti per sviluppare ontologie, per visualizzarle, ovvero per rappresentarle graficamente attraverso dei grafi, e per testare la loro funzionalità.

Il caso studio: la Book Tower (Boekentoren)

La “Boekentoren” (Fig. 1), letteralmente “Torre Libro” (Book Tower), è un famoso edificio progettato dall’architetto belga Henry Van de Velde nel 1933, ed è localizzato nella città di Ghent, nelle Flandre (Belgio). La torre è alta 64 metri, ed è composta da un basamento di quattro piani seminterrati e venti fuori terra. A coronamento della torre c’è un punto panoramico, un *belvedere* a 360° sulla città. La pianta di un piano tipo è di forma quadrata, con tre finestre per lato. Per ogni piano ci sono ben 108 pilastri. Un tale numero è giustificato dalla quantità e dal peso dei libri posti sugli scaffali. Per la costruzione della torre Van de Velde scelse di utilizzare il cemento armato, che rappresentava un segno di modernità.

Il valore dell’edificio è collegato a diversi aspetti che vanno dal nome dell’architetto ai materiali ed alle tecniche costruttive utilizzate fino ad arrivare al suo valore simbolico come torre della saggezza nello skyline di Ghent.

Durante la ricerca una delle questioni principali che ci siamo posti è stata, come possiamo descrivere, documentare ed organizzare gli elementi tecnici appartenenti ad un manufatto contraddistinto da un elevato numero di piani con le loro caratteristiche dimensionali, materiche, etc.? Dopo alcune riflessioni la scelta del BIM si è rivelata quella più idonea per raggiungere i nostri obiettivi.

Per ricostruire digitalmente il modello della torre nell’ambiente BIM (Building Information Modeling), nel nostro caso Revit Architecture, sono state ricercate e selezionate, tra le informazioni disponibili, quelle adatte allo scopo. I disegni originali della Boekentoren sono raccolti nell’archivio digitale della biblioteca di Ghent. Dopo una prima visione di questo materiale è stato effettuato un primo sopralluogo nell’edificio, con l’obiettivo anche di eseguire un rilievo fotografico, degli schizzi e reperire alcune misure rilevanti. Il sopralluogo ha mostrato subito la non completa corrispondenza tra i disegni presenti sul sito web della biblioteca e l’edificio costruito. Avere specifiche finalità ed utilizzare un software BIM al posto di un modellatore tridimensionale significa anche porsi domande differenti sul come costruire il modello; ad esempio, in quante e

quali parti dividere il telaio di una finestra? Rispondere a domande di questo tipo è stato un passaggio obbligato ed essenziale, perché la qualità ed il tipo di informazioni estratte dal modello ed inserite in tabelle, dipendono proprio da queste scelte iniziali. Trattandosi di un edificio costruito e non completamente documentato, è stato inevitabile dover interpretare parti non raggiungibili o ispezionabili. La ricostruzione digitale ha interessato elementi appartenenti alle seguenti classi di unità tecnologiche: le strutture (mura, pilastri); le chiusure (mura, finestre) e le partizioni interne (mura, scaffali). Revit ha una classificazione, delle *families* (o famiglie di elementi) e dei *types* che seguono una particolare logica. A causa degli elementi non standard della Boekentoren, non è stato possibile adattare gli oggetti presenti in Revit semplicemente modificando i parametri presenti. È stato così necessario creare delle nuove *families* e dei nuovi *types* con i relativi parametri. Il primo oggetto che è stato ricreato è stata una tipica finestra di un piano tipo, che si ripete, identica, per tutti i piani della torre (Fig. 2). Prima di iniziare il lavoro in Revit è stato necessario effettuare altri sopralluoghi per approfondire alcuni aspetti tecnologico-costruttivi: di quanti elementi è composta la finestra? Qual'è la parte fissa e quale quella apribile? In che direzione si apre il serramento? Com'è collegato l'infisso alle pareti? C'è un architrave? Una soglia? Quali sono i materiali utilizzati? Lo stesso processo è stato utilizzato per ricreare altri elementi tecnici della torre, come ad esempio una colonna tipica del belvedere.

Ogni elemento tecnico ricostruito e posizionato correttamente nel modello generale, è contrassegnato da un numero ed una sigla che ne identifica l'appartenenza ad una specifica categoria ed ad uno specifico piano della torre. Le informazioni identificative sono assegnate anche attraverso una griglia di piani invisibili verticali, che definiscono e vincolano la posizione degli oggetti appartenenti al modello. Questo ha permesso alla fine di ricavare automaticamente dal modello generale varie tabelle personalizzate, ognuna con la finalità di evidenziare e documentare particolari caratteristiche del manufatto.

Una volta conclusa la fase di ricostruzione 3D digitale in Revit si è passati alla fase di arricchimento semantico. L'obiettivo di questa terza fase è arricchire ed approfondire la conoscenza del manufatto con ulteriori informazioni di varia natura, organizzate all'interno di un'ontologia. Per arricchire semanticamente la "Boekentoren" è necessario definire uno o più domini di conoscenza e le relazioni che intercorrono tra le classi appartenenti ad ogni dominio. Il modello BIM ricostruito in Revit (Fig. 3) costituisce la base informativa da ampliare ed arricchire con ulteriori informazioni.

Nella nostra sperimentazione abbiamo scelto di arricchire semanticamente le informazioni della “Boekentoren” ipotizzando alcune linee di sviluppo. Si è scelto di definire sei domini (UNI`Ontology`, BuildingDesign, Documentatio`nOntology`, BuildingDegradation`Ontology`, Material`Ontology`, Location`Ontology`), da descrivere con altrettante ontologie, ognuna delle quali ha un grado variabile di definizione e di approfondimento. Per la definizione di ogni ontologia, e nello specifico dei termini da utilizzare, sono state consultate diverse fonti. Il carattere sperimentale del lavoro ci ha consentito una certa libertà, ma sono stati scelti dei termini adeguati per ogni dominio, perché un’ontologia funziona se rappresenta una conoscenza comune, condivisa. Le ontologie selezionate hanno l’obiettivo di rappresentare la “Boekentoren” da diversi punti di vista.

Il modello BIM è stato esportato da Revit come schema IFC (Industry Foundation Classes), che è uno standard sviluppato recentemente nell’industria delle costruzioni per descrivere le informazioni relative agli edifici. In un passaggio successivo il modello IFC è stato convertito in un grafico IFC/RDF usando il servizio di conversione IFC-to-RDF (UGent Multimedia Lab, 2013). Dopo questa procedura, tutte le informazioni relative al modello BIM sono state rese disponibili in un grafico RDF (Resource Description Framework). Per modellare le 6 ontologie è stato utilizzato l’ontology editor TopBraid Composer (Maestro Edition) che è basato proprio sul formato RDF per la creazione dei grafici. Ogni ontologia ha un grado di approfondimento variabile, ovvero le classi sono state specificate e dettagliate in modo diverso. L’ontologia riferita alle norme UNI ad esempio, presenta una struttura tassonomica, gerarchica, composta da 42 locuzioni che rappresentano classi e sottoclassi; al contrario l’ontologia Location è costituita in totale da 5 voci, tra classi e sottoclassi. Questa differenziazione è dovuta alla diversa tipologia di informazioni che deve comunicare ogni ontologia. L’elevato numero di elementi tecnici della “Boekentoren” ci ha indirizzato verso la scelta di prendere in esame solo gli elementi tecnici di alcuni piani. Una simile opzione ci è sembrata valida perché su ogni piano sono ripetuti gli stessi elementi e quindi aggiungere ulteriori livelli non avrebbe migliorato o arricchito la nostra ontologia, ma avrebbe contribuito a rendere il modello ontologico più complesso e quindi meno chiaro da leggere.

Concluso l’inserimento delle classi, ciascuna ontologia è stata popolata da un numero variabile di istanze (ricordiamo che le *istanze* sono esempi concreti di informazioni: documenti utilizzati, materiali, etc.). Ad ogni istanza è stata assegnata una o più proprietà che forniscono varie informazioni. Per poter interrogare l’ontologia in modo efficace è importante creare una fitta rete di

relazioni tra le *instances*, procedura che tra l'altro permette di descrivere anche meglio l'edificio. Tutte le ontologie sono state connesse per creare un'unica descrizione della "Boekentoren"; l'ontologia centrale dell'edificio è stata nominata *BuildingOntology* (Fig. 4). Il valore aggiunto dell'ontologia è dato dalla possibilità di specificare le relazioni che intercorrono tra le classi, e quindi tra le istanze, perché in una struttura gerarchica ereditano le caratteristiche (relazioni e proprietà) dalle classi di appartenenza. Inoltre, tutte le informazioni possono essere pubblicate attraverso un linguaggio (RDF) che consente di riutilizzarle in vari contesti.

Discussione dei risultati

Un modello 3D digitale è stato costruito in un ambiente BIM per analizzare le caratteristiche costruttive della Book Tower. Questo modello consente di gestire l'elevato numero di elementi tecnici della torre e di creare tabelle con varie informazioni (dimensionali, materiali, etc.) utili per gestire un piano di manutenzione. La ricostruzione digitale della Book Tower ha innescato alcune riflessioni sull'uso di software BIM per la documentazione di edifici esistenti.

L'uso delle ontologie ha permesso di arricchire il modello BIM con informazioni che documentano gli aspetti legati sia al ciclo di vita del manufatto sia alle sue caratteristiche culturali. La connessione tra il modello BIM e la classificazione fornita dalle Norme UNI all'interno dell'ontology editor fornisce un'ulteriore interpretazione terminologica del sistema costruttivo della torre. Come risultato gli elementi tecnici del manufatto possono essere letti sia attraverso l'ontologia utilizzata in Revit sia attraverso quella delle Norme UNI.

Conclusioni

In questo paper è stato elaborato e proposto un percorso metodologico (in dettaglio una base teorica, metodi e strumenti) per migliorare la comprensione e la documentazione di edifici appartenenti al patrimonio costruito storico. Il BIM si è rivelato come uno strumento adeguato nella ricostruzione 3D digitale e nella gestione delle caratteristiche costruttive dell'edificio analizzato, anche se alcune funzionalità del programma, appositamente create per nuove costruzioni possono creare delle difficoltà nella ricostruzione di soluzioni costruttive e formali non standard (come ad esempio in edifici in blocchi di cemento o pietra e mattoni). Sarebbe opportuna una maggiore adattabilità/flessibilità del software nel modellare queste situazioni. Attraverso il modello tridimensionale digitale è possibile effettuare ulteriori analisi, come quelle relative agli aspetti energetici

e strutturali, e progettare e gestire interventi di recupero e riqualificazione, risparmiando tempo e risorse economiche e materiali.

L'elaborazione di specifiche ontologie e la loro connessione e rappresentazione tramite ontology editors consente di comprendere, visualizzare e comunicare informazioni eterogenee collegate all'edificio oggetto di studio. Attraverso questo network di relazioni è possibile ricostruire le connessioni con il luogo, con i professionisti che hanno lavorato alla sua costruzione, con i riferimenti culturali dell'epoca che hanno influenzato le scelte progettuali e costruttive, la provenienza dei materiali e dei componenti tecnici, la documentazione disponibile sull'edificio e suoi elementi tecnici, etc.. Una volta costruita questa complessa rete di relazioni è possibile utilizzarla come strumento di supporto in azioni di conservazione, manutenzione, etc., che tengano conto, oltre agli aspetti funzionali, sia del valore culturale del manufatto/edificio sia di aspetti legati alla sostenibilità. Sia il modello tridimensionale sia le ontologie contribuiscono a migliorare il dialogo tra i diversi professionisti che collaborano durante i processi di manutenzione, conservazione, rinnovo, perché rappresentano una base di conoscenza comune, condivisa. Per maggiori dettagli sulla metodologia applicata in questa ricerca si consiglia di consultare (Di Mascio et al., 2013).

Riferimenti bibliografici

Berners-Lee T., Hendler J., Lassila O. (2001), *The semantic web*, Scientific American 284, 5, 35-43.

Di Mascio D. (2009), *Digital Reconstruction and Analysis of Turchinio's Trabocco: A method of digital reconstruction of a complex structure as a way to improve our knowledge of a cultural heritage artifact*, Digitizing Architecture: Formalization and Content, in 4th International Conference Proceedings of the Arab Society for Computer Aided Architectural Design (ASCAAD 2009), Manama, Kingdom of Bahrain, 11-12 May 2009. 177-189.

Di Mascio D. (2012), *ICT nella conoscenza e nella documentazione delle peculiarità del costruito storico e contemporaneo. Percorsi metodologici e casi studio/ICT in the knowledge and in the documentation of the peculiarities of the historical and contemporary built environment. Methodological paths and case studies*, PhD thesis, Scuola Superiore "G. d'Annunzio" School of Advanced Studies, G. d'Annunzio University, Chieti-Pescara, Italy.

Di Mascio D., Pauwels P., De Meyer R. (2013), *Improving the knowledge and management of the historical built environment with BIM and ontologies. The case study of the book tower*, CONVR2013 (eProceedings of the 13th International Conference

on Construction Applications of Virtual Reality), London, United Kingdom, 30-31 October 2013. 427-436.

Gruber T. (2001), *What is an Ontology?* Stanford: Knowledge Systems Laboratory. Stanford University. www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html (last accessed 9 July 2015).

Norma UNI 8289/2: 1981, Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti, Giugno 1981.

Pauwels P., Verstraeten R., De Meyer R., Van Campenhout J. (2008), *Architectural information modeling for virtual heritage application*. In Proceedings of the 14th International Conference on Virtual Systems and Multimedia. 18-23.

Pauwels P., Verstraeten R., De Meyer R., Van Campenhout J. (2009), *Architectural information modeling in construction history*. In Proceedings of the Third International Congress on Construction History. 1139-1149.

UGent MultiMediaLab, "IFC-to-RDF Converter Service" (2013) Available online: demo.mmlab.be/IFC-repo/ (last accessed 8 July 2013).



Fig. 1 - La Boekentoren di Ghent.

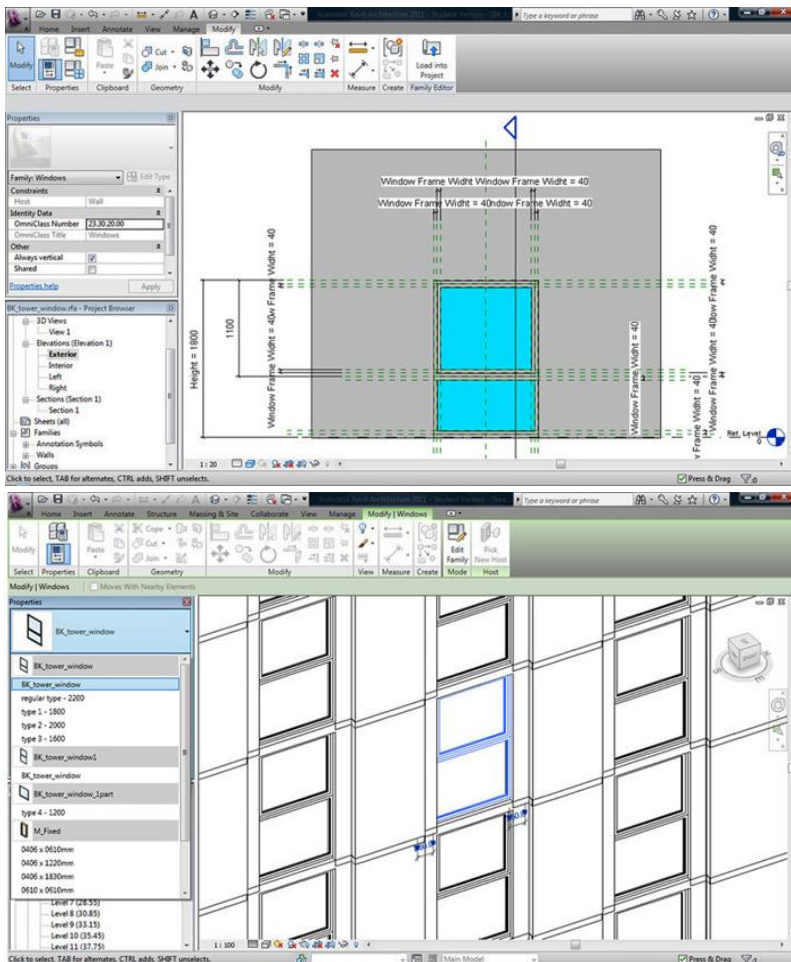


Fig. 2 - Elementi tecnologici - Finestra.

