POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

La centralità della Rappresentazione con il BIM

Original
La centralità della Rappresentazione con il BIM / Osello, A., Davardoust, S., Semeraro, F., Lucibello, G., Barone, L., Dellosta, M., Ronzino, A., Giudice, ., DEL GIUDICE, M., Matteo, ., Fonsati, A., Luca, D.D., Ugliotti, F.M., Rapetti, N.. - In: DISEGNARE CON.... - ISSN 1828-5961. - ELETTRONICO. - 9:16(2016), pp. 5.1-5.12.

Availability:
This version is available at: 11583/2654685 since: 2016-10-28T17:01:39Z

Publisher:
Roberto Mingucci

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

29 November 2026

ISSN 1828-5961

La centralità della Rappresentazione con il BIM

The centrality of Representation with BIM

La transizione digitale del settore delle costruzioni è un'esigenza per tutte le figure professionali, pertanto il tema della rappresentazione rafforza la centralità del proprio ruolo in relazione ai diversi ambiti coinvolti, grazie all'interoperabilità dei dati. Il BIM è la metodologia che consente ai diversi professionisti di scambiare informazioni grafiche e alfanumeriche. Si descrive la metodologia studiata nel corso degli anni per diversi progetti, composta sempre da tre fasi: rilievo e ricerca documentale; modellazione digitale e interpretazione dei dati; utilizzo dei dati grazie all'interoperabilità. Il processo BIM ad oggi non ha ancora raggiunto un grado di interoperabilità ottimale, ma questa rappresenta il valore aggiunto dell'innovazione tecnologica per l'industria delle costruzioni, come strumento di condivisione dell'informazione.

The digital transition of the AEC sector is a requirement for all professionals involved in, for this reason the topic of Representation strengthens the centrality of its role related to the different involved field, thanks to data interoperability. BIM is the methodology that enables the sharing of graphical and alphanumerical information among different professionals. The developed methodology fitted during these years is described for several projects, and it is always composed by three phases: survey and documental research; digital modelling and data interpretation; data exploitation through interoperability. BIM process still does not reach an optimized interoperability level, but this represent the added value of technological innovation for construction industry, as a tool for information sharing.

parole chiave: BIM, HBIM, infraBIM, Gestione dei dati, Efficienza energetica.
key words: BIM, HBIM, InfraBIM, Data Management, Energy efficiency.

BY-NC

ISSN 1828-5961



Anna Osello
È nata il 30.09.1967 a Locana (TO). Ha conseguito la laurea al Politecnico di Torino nel 1992 e il PhD nel 1996 presso l'Università degli Studi la Sapienza di Roma. È oggi professore ordinario di Disegno al Politecnico di Torino dove coordina il DrawingTOtheFuture LAB su temi di ricerca quali il BIM e l'interoperabilità .



Luca Barone
È nato il 2.06.1990 a Savona. Laureato in Ingegneria Edile presso il Politecnico di Torino nel 2015. E' stato assegnista di ricerca presso il Politecnico di Torino. nel DrawingTOtheFuture LAB guidato dalla prof. Anna Osello, sui temi del BIM per la digitalizzazione del patrimonio edilizio esistente.



Sanaz Davardoust
È nata il 3.10.1981 in Iran. Ha conseguito la laurea in Architettura presso il Politecnico di Torino nel 2013. Attualmente è una dottoranda di Beni Architettonici e Paesaggistici, e ricerca sul tema "Il processo BIM per il patrimonio architettonico: nuovi strumenti di comunicazione basati sulla Realtà Virtuale e Realtà Aumentata degli edifici storici".



Daniela De Luca
È nata il 20.01.1991 a Torino. Ha conseguito la Laurea Magistrale in Architettura nel 2015. Attualmente è una borsista di ricerca presso il DrawingTOtheFuture LAB, diretto dalla Prof. Anna Osello al Politecnico di Torino, e ricerca sui temi innovativi del BIM per l'efficienza energetica con il District Information Modelling (DIM).



Matteo Del Giudice
È nato il 21.12.1987 a Torino. Ha conseguito la laurea in Ingegneria Edile presso il Politecnico di Torino nel 2011, e il PhD in Innovazione tecnologica per l'Ambiente Costruito presso il Politecnico di Torino nel 2016. Ha partecipato ad un Erasmus Mundus in Malaysia nel 2014. È inserito nel DrawingTOtheFuture LAB guidato dalla prof. Anna Osello.



Maurizio Dellosta
È nato il 18.07.1991 a Casale Monferrato (AL). Ha conseguito la Laurea Magistrale in Architettura nel 2015. Attualmente è un assegnista di ricerca presso il DrawingTOtheFuture LAB, diretto dalla Prof.Anna Osello al Politecnico di Torino, e ricerca sui temi innovativi del BIM per la gestione e manutenzione degli edifici.



Arianna Fonsati
È nata il 29.02.1992 a Torino. Ha conseguito la Laurea Magistrale in Architettura nel 2015. Attualmente è una borsista di ricerca presso il DrawingTOtheFuture LAB, diretto dalla Prof. Anna Osello al Politecnico di Torino, e ricerca sui temi innovativi del BIM per l'efficienza energetica con il District Information Modelling (DIM).



Greta Lucibello
È nata il 22.06.1991 a Torino. Ha conseguito la Laurea Magistrale in Architettura nel 2015. Attualmente è una borsista di ricerca presso il DrawingTOtheFuture LAB, diretto dalla Prof. A. Osello al Politecnico di Torino, e ricerca sui temi innovativi del BIM per la gestione e manutenzione degli edifici.



Niccolò Rapetti
È nato il 1.02.1987 a Torino. Laureato in Architettura presso il Politecnico di Torino nel 2014. È stato assegnista di ricerca sul tema BIM and interoperability con la prof. Anna Osello al DrawingTOthefuture LAB. Ad oggi è un dottorando in Urban and Regional Development, sul tema BIM and interoperability for infrastructure design.



Francesco Semeraro
È nato il 14.04.1990 a Monopoli (BA). Laureato in Ingegneria Edile nel 2014, è stato assegnista di ricerca presso il DrawingTOtheFuture LAB, lavorando sul tema del BIM per la gestione e manutenzione degli edifici. Oggi è dottorando di ricerca in Urban and Regional Development al Politecnico di Torino e ricerca sui temi del BIM per le infrastrutture.



Francesca Maria Ugliotti
È nata il 19.03.1987 a Borgosesia (VC). Ha conseguito una Laurea Magistrale in Ingegneria Edile al Politecnico di Torino nel 2011. È stata un'assegnista di ricerca presso il DrawingTOtheFuture LAB, al Politecnico di Torino. Attualmente è dottoranda in Urban and Regional Development al Politecnico di Torino.

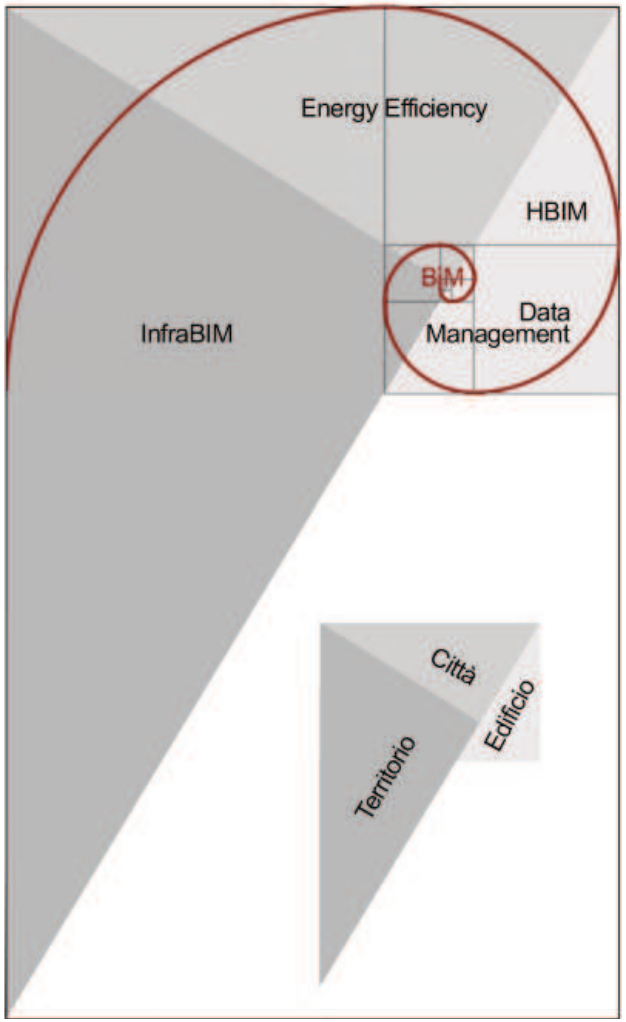
CC BY-NC

ISSN 1828-5961

INTRODUZIONE

L'uomo, nel corso della storia, ha sviluppato diversi strumenti per comunicare le proprie idee, necessità e progetti. Tale processo è stato costantemente migliorato nel tempo al fine di ottimizzare la comunicazione, limitando il più possibile la perdita di dati. Da questo punto di vista il disegno può essere considerato uno dei più importanti strumenti di comunicazione, in quanto permette l'utilizzo di diversi "linguaggi" con lo scopo di facilitare volta per volta la comprensione di argomenti specifici.
Negli ultimi anni, grazie all'Innovation Technology (IT), nuovi strumenti per il disegno sono stati sviluppati implementando la parte grafica, ma soprattutto estendendo i contenuti verso una direzione alfanumerica e. In questi termini, il ruolo dell'informazione sta diventando sempre più importante, specialmente per quanto riguarda la condivisione dei dati (data-sharing). Questo tema è un elemento essenziale del Building Information Modelling (BIM. Infatti, per quanto riguarda la comunicazione dei dati, il BIM diventa lo strumento di connessione tra i diversi aspetti dell'Architecture, Engineer and Construction (AEC) industry (industria delle Costruzioni, Ingegneria e Architettura), affrontando le difficoltà di comunicazione dei dati tra i diversi professionisti coinvolti nel processo edilizio, cercando di risolvere il problema della duplicazione dei dati e dell'inefficienza in termini di tempo e costi.
Inteso come metodologia, il BIM è basato su un modello condiviso che contiene una grande quantità di informazioni, dando la possibilità agli utenti di arricchire costantemente il modello parametrico e di interrogarlo per simulazioni diverse tra loro (energetiche, strutturali, ecc.). Da ciò si evince l'importanza della condivisione dei dati, possibile grazie all' interoperabilità, che assume dunque un ruolo fondamentale nel processo BIM per l'ottimizzazione della gestione dei dati.
In questi termini è rilevante sottolineare come la metodologia BIM sia strettamente correlata alla gestione dell'informazione per il suo utilizzo a diverse scale. Il processo BIM può essere adottato a scala di edificio, urbana e territoriale, ognuna delle quali è caratterizzata da diversi Level of Detail and Development (LODs), strettamente connessi agli obiettivi del progetto.
È chiaro che, a scala urbana e territoriale, una grande quantità di dati devono essere organizzati attraverso uno schema o una piattaforma comune, permettendo ai professionisti di collegare diverse informazioni all'interno dei diversi database utilizzando formati di scambio universali. In questi termini, il concetto di interoperabilità è considerato la pietra miliare del processo edilizio caratterizzato da IT. Pertanto, legato all'ambiente attuale e alle condizioni economiche, la metodologia BIM potrebbe diventare la chiave per accelerare il processo edilizio, valorizzando la condivisione di dati tra i diversi utenti, attraverso la standardizzazione di un linguaggio condiviso. Questa idea è esplicata nella Figura 1, dove sono rappresentati i principi fondamentali del rettangolo aureo presente in natura, in termini di proporzioni tra le forme, che è stato applicato dall'uomo in modi e tempi differenti sia nell'arte sia nell'architettura.
In questo modo, il BIM può essere paragonato alla sezione aurea; come la phi è considerata il paradigma della natura in termini di proporzioni, il BIM diviene il punto di partenza del processo edilizio, in cui le informazioni sono condivise tra i professionisti a diverse scale di rappresentazione. Da questo punto di vista, il BIM deve essere inteso come archetipo del processo edilizio, da cui i diversi campi, quali la gestione dei dati, l'Historical BIM (HBIM), l'efficienza energetica e l'InfraBIM, possono trarre beneficio. Ogni campo richiede diverse tipologie di informazione sulla base degli obiettivi di ogni progetto; questo significa che i modelli tridimensionali parametrici possono essere realizzati con dati eterogenei, determinando uno specifico livello di maturità del modello BIM.
Di seguito sono descritti degli esempi per ogni campo di applicazione precedentemente citato. L'obiettivo è quello di portare una testimonianza pratica di come il BIM, a partire dal valore documentale dell'informazione, attribuisce al disegno un ruolo centrale per i diversi ambiti interdisciplinari in cui viene utilizzato.

Figura 1. Il rettangolo aureo orientato al BIM.



BY-NC

ISSN 1828-5961

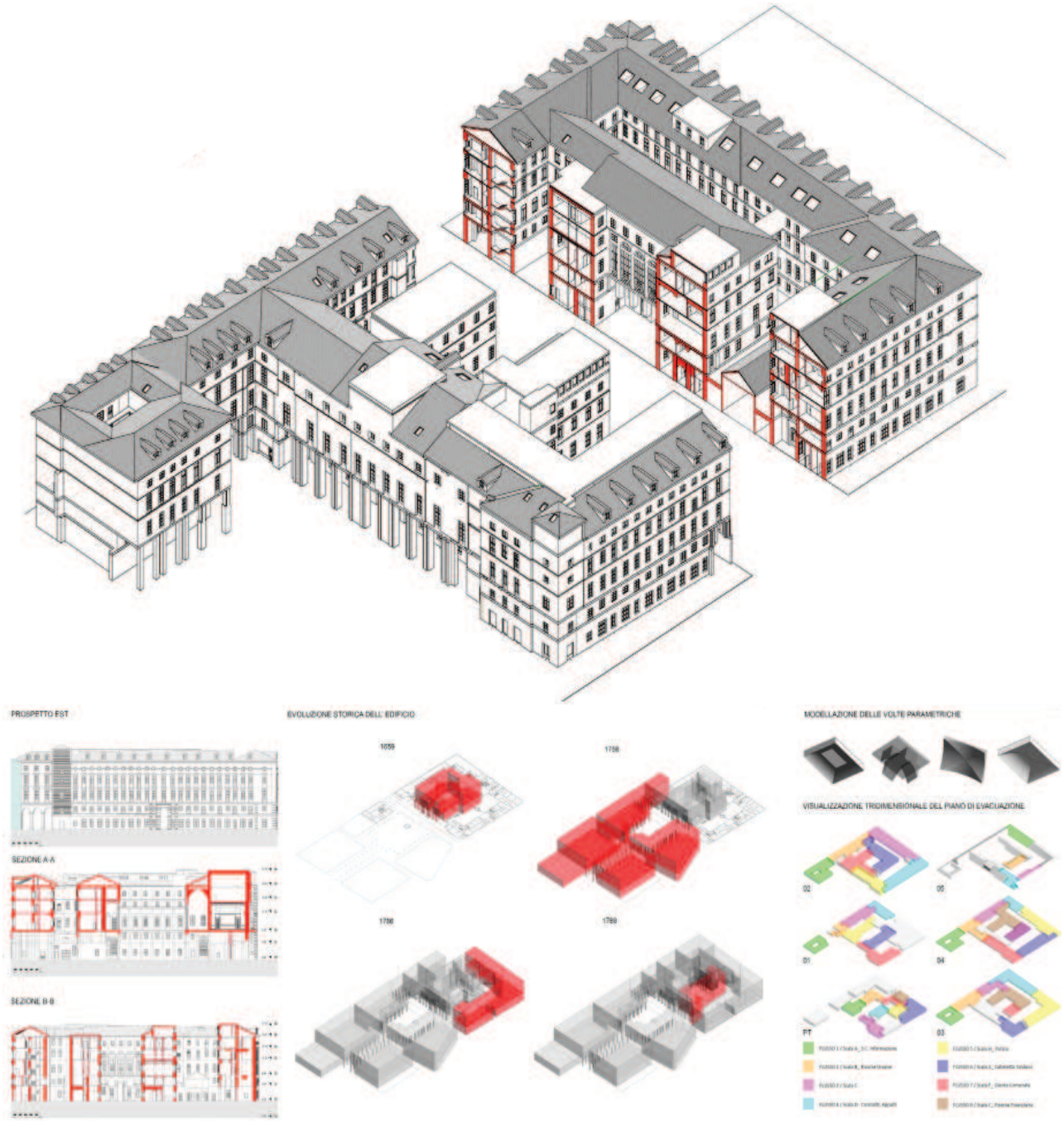


Figura 2. Progetto di digitalizzazione del patrimonio pubblico della Città di Torino, Palazzo di Città.

ESEMPIO 1. L'HISTORICAL BIM PER IL PALAZZO DI CITTÀ A TORINO

di Sanaz Davardoust

Il progetto di ricerca ancora in corso, vede la collaborazione tra il Politecnico di Torino e la Città di Torino per la digitalizzazione del patrimonio pubblico su base BIM.
Il Palazzo di Città è un edificio di impianto barocco che nel corso dei secoli ha subito trasformazioni significative. Per la rappresentazione di queste trasformazioni e di quelle del contesto urbano in cui l'edificio è inserito, è stata utilizzata la modellazione semplificata per masse concettuali.
Poiché obiettivo principale del lavoro è quello di effettuare delle simulazioni energetiche degli edifici storici nell'ottica di definire delle strategie di efficientamento, un aspetto importante di questa modellazione riguarda l'individuazione dei locali in Revit (il software scelto per la modellazione parametrica). Poiché, come nella maggior parte degli edifici storici, il Palazzo di Città è caratterizzato da un numero significativo di geometrie non regolari con murature non ortogonali tra loro e da chiusure orizzontali intermedie voltate e realizzate in muratura (volte a botte, a crociera, a padiglione, a schifo, spesso unghiate), nella realizzazione di questo modello HBIM, particolare attenzione è stata posta alla realizzazione di famiglie parametriche delle volte, in modo tale che esse siano capaci di descrivere la tipologia e di poter essere "adattate" alle diverse dimensioni e forme degli ambienti che delimitano.
In casi come questo, particolare attenzione deve essere posta alla individuazione dei dati essenziali che devono essere rappresentati/modellati (architettonici, strutturali, impiantistici), senza farsi condizionare dalla bellezza degli apparati decorativi, che sicuramente rendono unici i singoli ambienti e l'edificio nel suo insieme, ma che non sono funzionali alle ragioni per cui il modello viene realizzato (Figura 2).

BY-NC

ISSN 1828-5961

ESEMPIO 2. IL DATA MANAGEMENT PER IL FACILITY MANAGEMENT DELLA NUOVA SEDE PER UFFICI DI REALE GROUP A TORINO

di Francesco Semeraro e Greta Lucibello

Il progetto di ricerca ancora in corso, vede la collaborazione tra il Politecnico di Torino e Reale Immobili per la costruzione della nuova sede per uffici di Reale Group, ed ha come obiettivo la realizzazione di un modello BIM As-Built per la gestione delle operazioni inerenti il Facility Management (FM), ed in particolare delle componenti impiantistiche ed architettoniche dell'edificio nella sua fase di utilizzo. Sulla base degli elaborati bidimensionali As-Built forniti dalla Direzione Lavori, delle schede tecniche degli assets tecnologici ed architettonici principali, degli standard di carattere gestionale proprie del gruppo, si è definita la strategia più adatta per la realizzazione di un modello parametrico condiviso e specifico per gli obiettivi preposti.

La metodologia per la realizzazione di un modello BIM utile nella fase di gestione dell'edificio ha visto in primo luogo la definizione del corretto Livello di Sviluppo (LOD) al quale realizzare ogni componente, prevedendo per architettonico e impianti un LOD 500. Successivamente, la creazione di un set di parametri specifici e caratteristici del settore del FM, come quelli relativi a 'dati del prodotto', 'localizzazione' e 'collegamenti' che integrano e completano le informazioni degli elementi, ed a quelli per la 'manutenzione' che servono a definire strategia, tipo, frequenza, costo e durata dell'intervento che si intende valutare. Inoltre, per migliorare l'efficienza del processo di gestione, è stata utile l'adozione di una struttura anagrafica per l'edificio, basata su un sistema di articolazione, classificazione e codifica di tutti gli elementi. Infine, per promuovere la collaborazione e la condivisione delle informazioni, all'interno del gruppo di lavoro è stata attivata la funzionalità del worksharing offerta da Autodesk Revit mediante il workset.

Il punto di forza del modello parametrico consiste nella possibilità di poter gestire in maniera organizzata la grande quantità di informazioni di natura eterogenea relative agli oggetti reali, attraverso la loro rappresentazione tridimensionale e tabellare non solo all'interno del modello stesso, ma anche al di fuori, sfruttando la proprietà di interoperabilità dei dati. Infatti gli obiettivi attesi dal progetto sono principalmente quelli di utilizzare i dati provenienti dal modello parametrico per il loro utilizzo all'interno del software Archibus, per la gestione delle facilities, e per lo sviluppo di applicazioni in Realtà Virtuale ed Aumentata per la formazione dei manutentori ed in generale per la visualizzazione dei dati (Figura 3).

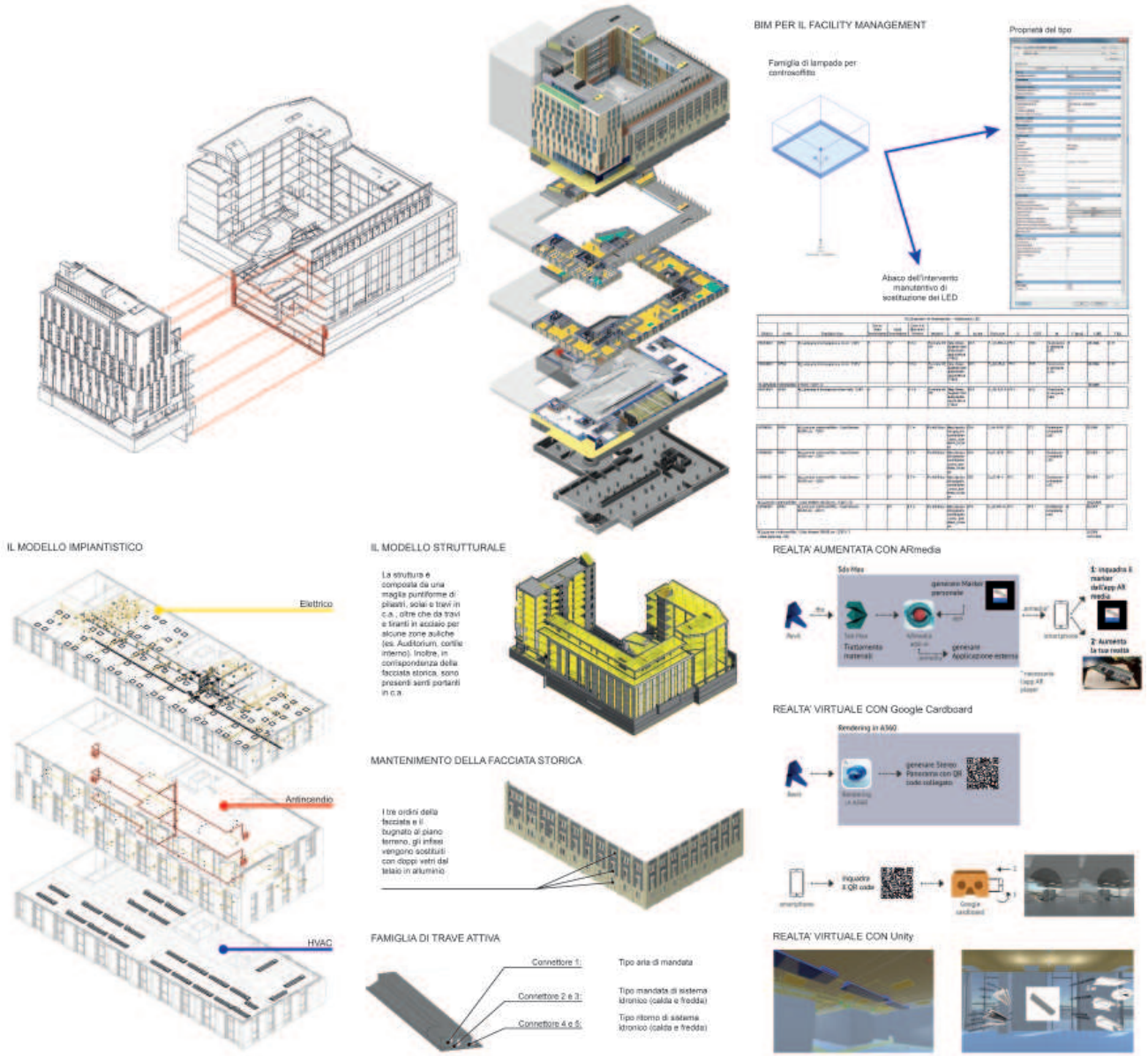


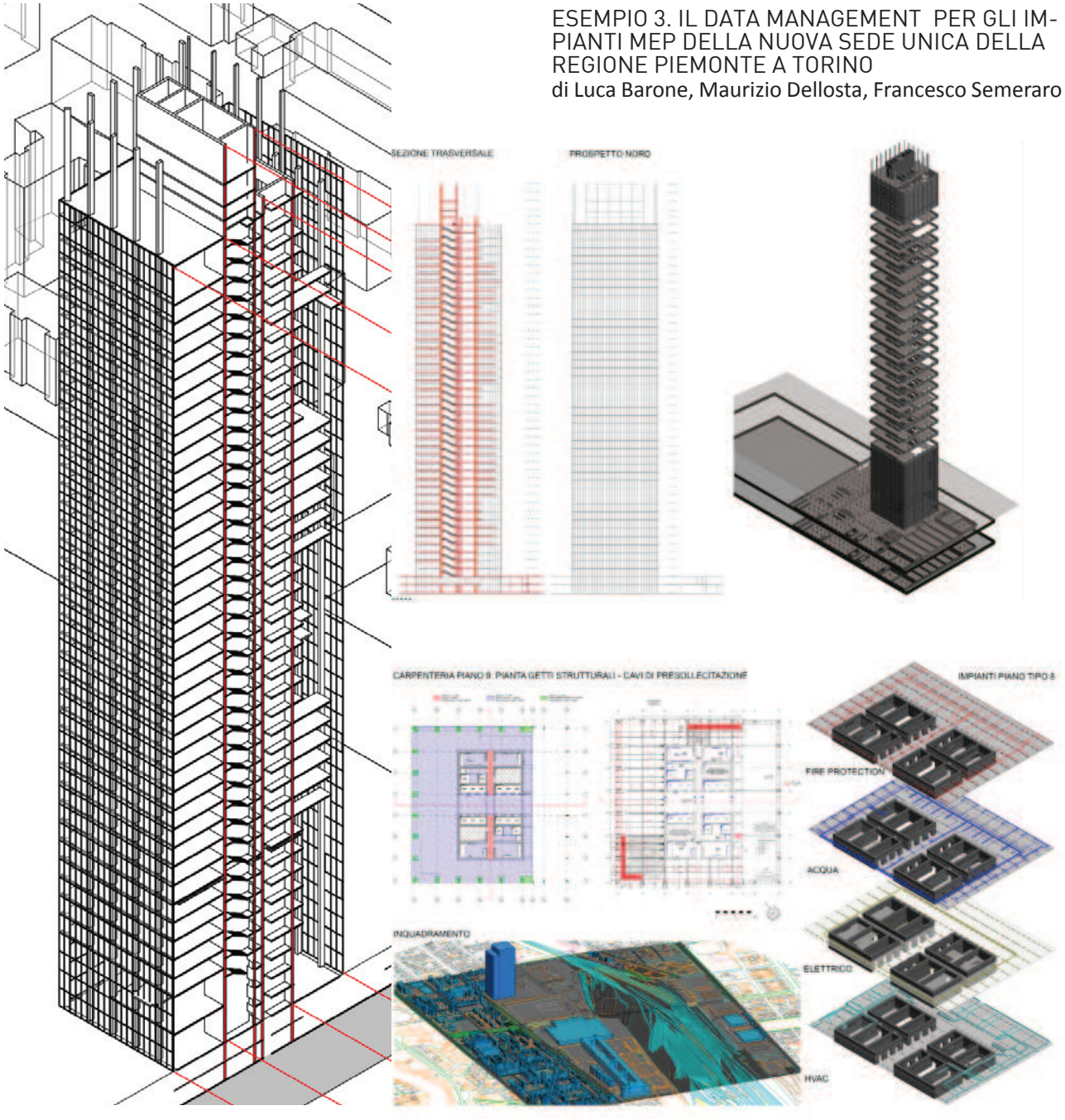
Figura 3. BIM per il Facility Management: gestione e manutenzione della nuova sede per uffici di Reale Group.

BY-NC

ISSN 1828-5961

ESEMPIO 3. IL DATA MANAGEMENT PER GLI IMPIANTI MEP DELLA NUOVA SEDE UNICA DELLA REGIONE PIEMONTE A TORINO

di Luca Barone, Maurizio Dellosta, Francesco Semeraro



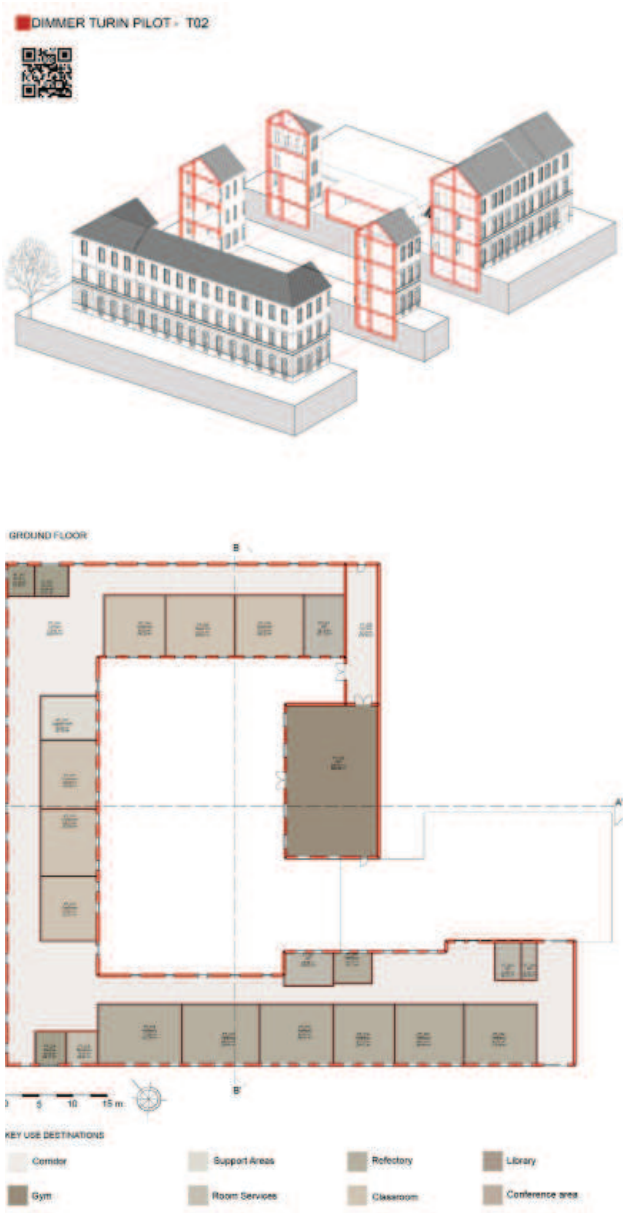
La Regione Piemonte sta costruendo a Torino la sua nuova sede unica, una torre per uffici costituita da 41 piani per un totale di 205 metri di altezza che la rendono l'edificio più alto d'Italia. Questo rappresenta il caso studio per l'applicazione della metodologia di lavoro BIM nel progetto di ricerca svolto in collaborazione tra la Regione Piemonte e il Politecnico di Torino. L'obiettivo finale è la creazione di un modello parametrico As-Built per la redazione di un manuale per la manutenzione degli impianti e la gestione dell'edificio nella fase di esercizio. Il progetto in corso d'opera ha visto come base della modellazione i documenti As-Built bidimensionali dell'opera, forniti dall'impresa costruttrice. La prima operazione effettuata è stata quella di definire quale livello di sviluppo (LOD) prendere in considerazione. Ogni ambito disciplinare del modello è stato sviluppato ad un LOD specifico, dove in particolare si è definito un LOD 500 per la parte impiantistica, composta da impianto HVAC, antincendio, idrico e d'illuminazione; un LOD 300 per le componenti architettoniche e un LOD 200 per quelle strutturali. Affinché i sistemi, i componenti e le apparecchiature contenuti nel modello BIM possano essere utili nelle fasi di manutenzione è importate implementare i parametri di partenza degli elementi del modello mediante l'introduzione di un set di parametri condivisi, selezionati insieme ai futuri manutentori, al fine di allineare gli sforzi della modellazione parametrica per l'implementazione del manuale d'uso e manutenzione.

La realizzazione del modello ha visto la definizione di una strategia per l'impostazione della condivisione del lavoro, organizzando le parti del modello BIM in raccolte, in modo tale che i membri del team possono lavorare indipendentemente e contemporaneamente, su raccolte differenti. Il set di parametri è composto dall'anagrafe di tutti i componenti dell'impianto (ID componente, quantità, codifica, localizzazione, classificazione ecc.), dai requisiti prestazionali, controlli e interventi. Il risultato dell'elaborazione è un modello parametrico, contenente tutti i parametri necessari per una efficiente interoperabilità verso piattaforme proprietarie di gestione della manutenzione dei sistemi impiantistici e per la visualizzazione in realtà virtuale di informazioni geometriche ed alfanumeriche (Fig.4).

Figura 4. Progetto di realizzazione del modello BIM As-Built per la manutenzione della sede unica della Regione Piemonte.

BY-NC

ISSN 1828-5961



ESEMPIO 4. L'ENERGY EFFICIENCY CON IL DIM – DISTRICT INFORMATION MODELLING

di Matteo Del Giudice, Daniela De Luca, Arianna Fonsati, Francesca Maria Ugliotti

Il progetto DIMMER rappresenta l'evoluzione dell'utilizzo del BIM, estendendo il suo uso dalla scala dell'edificio a quella urbana, espandendo allo stesso tempo le aree di studio grazie ad un uso interdisciplinare delle ICT technologies basate sull'interoperabilità.
Il concetto base dietro al District Information Model (DIM), introdotto per la prima volta dal progetto europeo denominato "District Information Modelling and Management for Energy Reduction" (DIMMER), è di implementare la filosofia BIM estendendola a livello del distretto (quartiere), utilizzando dati comuni ad entrambe le scale e coinvolgendo molteplici utenti, partendo da aspetti sia sociali sia economici.
Il principale obiettivo di DIMMER consiste nella creazione di una piattaforma comune in cui sono raccolti una serie di dati provenienti da diverse fonti, come i servizi BIM, GIS e SIM descritti attraverso dati geometrici e alfanumerici. Il valore aggiunto di questa piattaforma è rappresentato dal fatto che i dati contenuti siano espressione oltre che di un monitoraggio in real-time, anche di una comunicazione dei dati digitali.
I punti cardine sono:
1) analisi delle condizioni ambientali dovute a caratteristiche geografiche e morfologiche a scala dell'edificio e urbana;
2) interoperabilità tra le diverse fonti di dati;
3) integrazione di dati real-time dalla scala dell'edificio (BIM) a quella urbana (DIM);
4) uso di un'interfaccia basata sul web per migliorare la consapevolezza di diverse tipologie di utenti in merito all'efficienza e al risparmio energetico, utilizzando realtà virtuale e aumentata.
I modelli BIM sono stati creati con lo scopo di essere utilizzati come fonte di dati grafica dove essi possono essere estratti in diversi modi a seconda dello specifico fine, come ad esempio simulazioni energetiche o visualizzazione dati.
Nell'approccio di DIMMER, la modellazione degli edifici esistenti all'interno del distretto selezionato è portata avanti tramite il BIM. Questa metodologia permette sia la visualizzazione dei modelli tridimensionale degli edifici a scala urbana, sia la gestione dei relativi dati che concernono la tipologia edilizia, gli impianti installati e, come spiegato in questo capitolo, i consumi energetici significativi per una modellazione energetica. L'obiettivo è di rifiutare la semplice visualizzazione delle caratteristiche geometriche degli edifici a scala urbana (ad esempio: modelli di masse) per fornire uno strumento integrato in grado di aggregare diverse tipologie di informazioni in base alle necessità degli utenti, come ad esempio il valore di trasmittanza termica, per elementi trasparenti e opachi, permettendo di visualizzare diversi strati di costruzione (Fig.5).

Figura 5. L'utilizzo del BIM per la creazione del DIM: Caso studio Scuola Elementare Michele Coppino, Torino.

BY-NC

ISSN 1828-5961

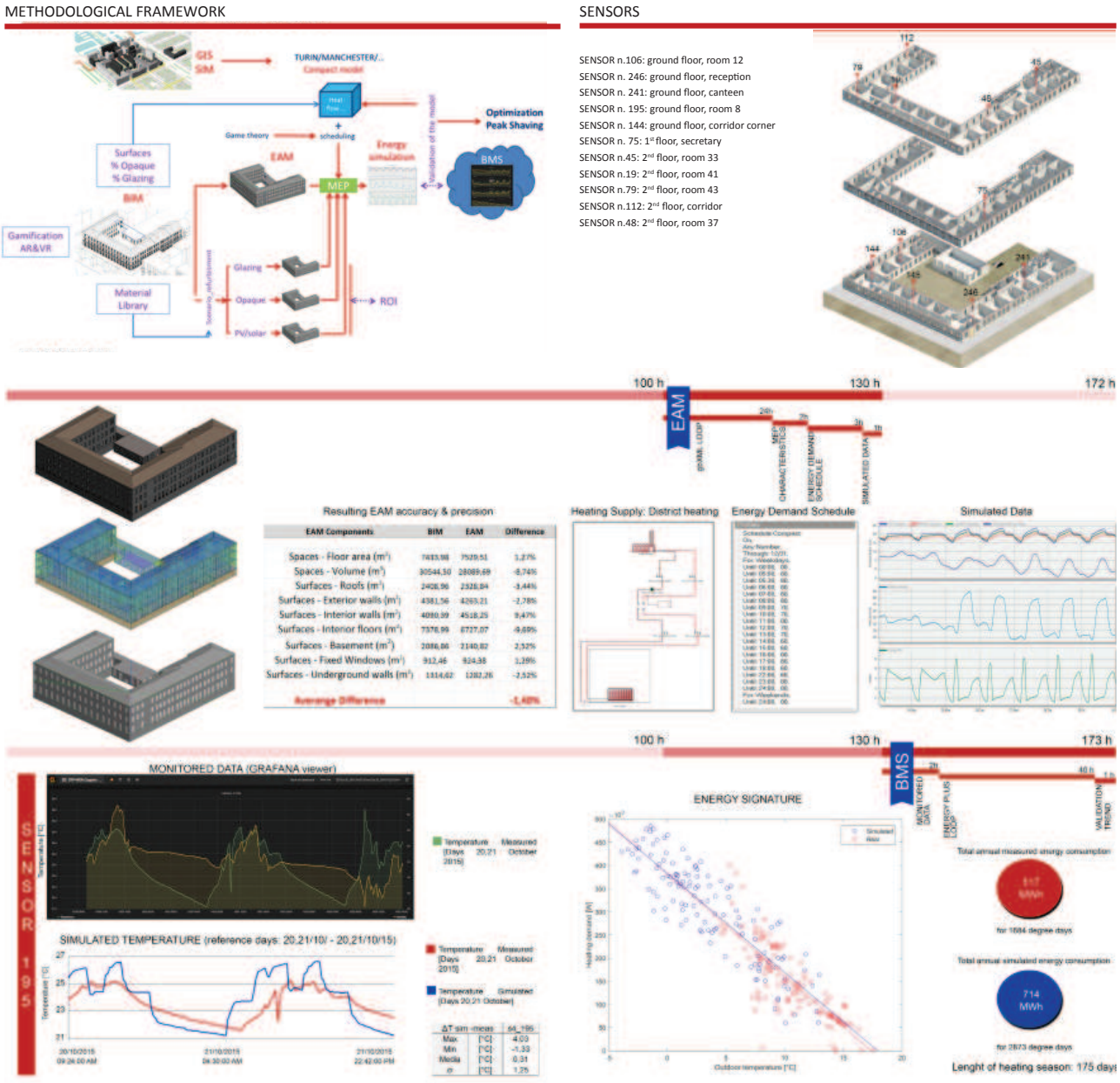
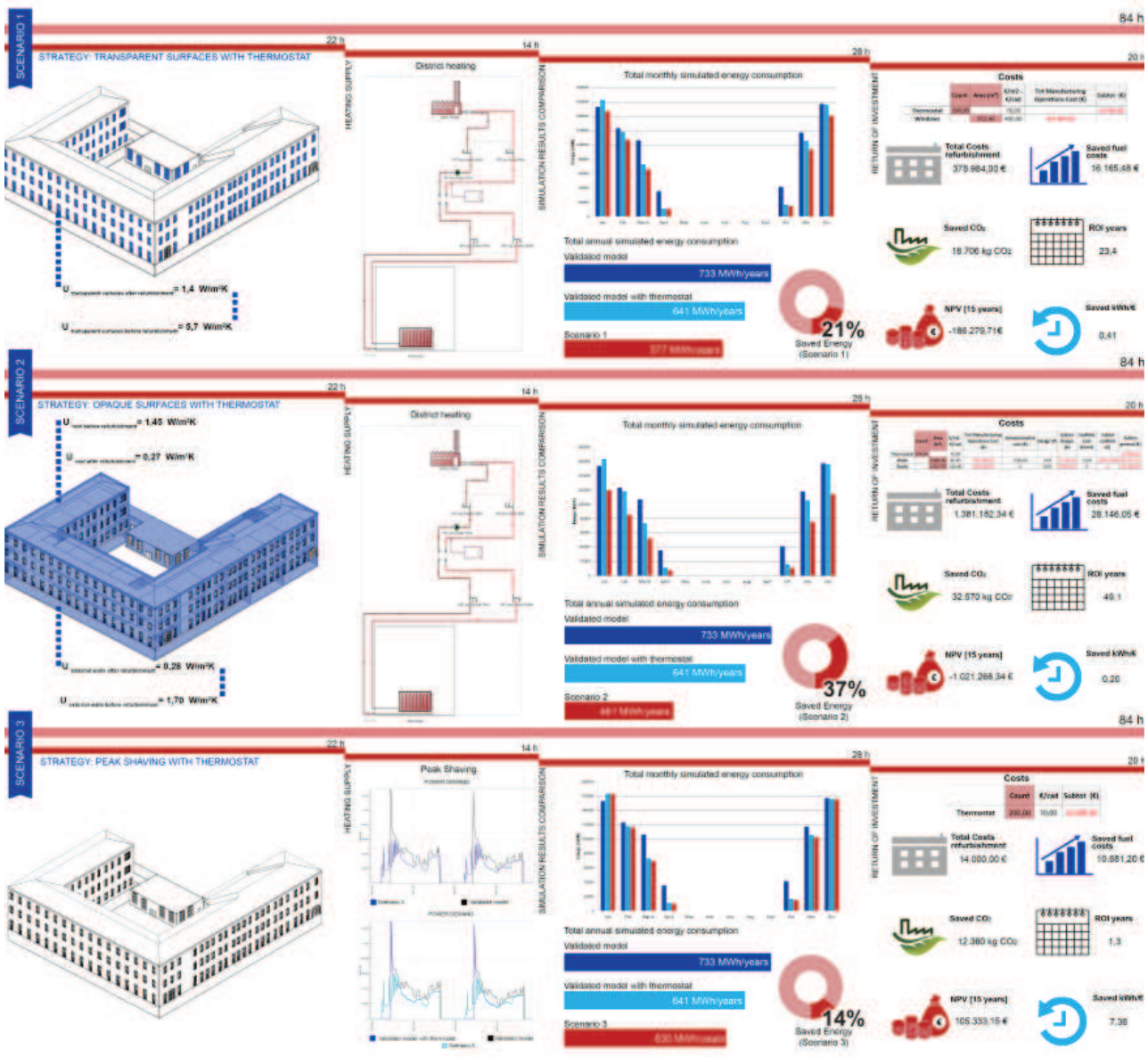


Figura 6. I domini EAM e BMS e la validazione del modello: Caso studio Scuola Elementare Michele Coppino, Torino.

Grazie al processo di interoperabilità, a partire dai modelli BIM sono stati generati modelli energetici, Energy Analysis Models (EAMs), in modo da realizzare simulazioni energetiche utilizzando diverse Graphic User Interfaces (GUIs) con diversi motori di calcolo.
Dopo numerosi test di interoperabilità, la scelta è ricaduta sul software Design Builder, che utilizza Energy plus come motore di calcolo. Design Builder fornisce avanzati strumenti di modellazione, che permettono di effettuare le simulazioni energetiche partendo da un modello tridimensionale parametrico. Per quanto riguarda il processo di importazione/esportazione è stato utilizzato il formato .gbxml. Questo passaggio ha creato non pochi errori, i quali hanno portato alla perdita di alcuni dati geometrici e alfanumerici.
Le simulazioni energetiche sono state possibili solo dopo aver impostato correttamente i parametri dell'impianto di riscaldamento; in questo caso informazioni specifiche sono state comprese, come ad esempio la potenza nominale e la quantità di flusso dell'acqua della caldaia o di altri componenti dell'impianto. Per motivi tecnici, è stato necessario portare avanti le simulazioni direttamente su Energy Plus, in questo modo i risultati ottenuti sono stati decisamente più accurati.
La validazione del modello è stata raggiunta equiparando i dati monitorati dal Building Management System (BIM) e i risultati delle simulazioni. Per questo motivo, sono state paragonatele temperature monitorate e simulate, prendendo in considerazione gli stessi giorni di riferimento. Il risultato finale del processo è stato confermato attraverso il confronto tra la firma energetica (un grafico che rappresenta il rapporto tra potenza richiesta e temperature esterne) della simulazione e quella reale (Fig.6).

BY-NC

ISSN 1828-5961



Inoltre, diversi scenari (possibili interventi volti ad aumentare l'efficienza dell'edificio) sono stati ipotizzati. La prima strategia prevede l'inserimento di un termostato e la sostituzione dei serramenti, la seconda sempre l'aggiunta di un termostato e l'installazione di un cappotto esterno o interno sulle superfici opache (muri esterni e tetto) e infine la terza strategia prevede una migliore gestione dell'impianto (per esempio, peak shaving), Infine è stato possibile ottenere come risultato i consumi totali annui di energia per ogni scenario e la relativa percentuale di risparmio energetico, calcolata confrontando i consumi energetici prima e dopo l'applicazione della strategia (Figura 7). Infine è stata integrata una Cost Benefit Analysis, in modo da far visualizzare i costi di ogni intervento e i seguenti indici economici: Return of Investment (ROI), Net Present Value (NPV) e il Tasso Interno di Rendimento (TIR). In questo modo è possibile controllare l'efficienza di ogni strategia, sia in termini di risparmio energetico sia in termini economici.

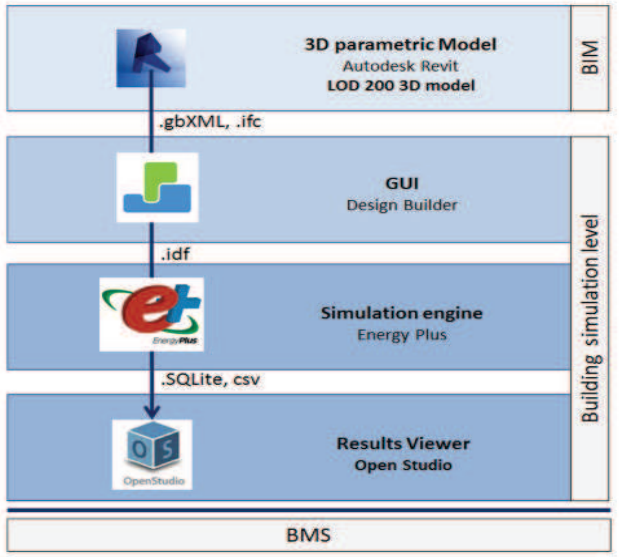


Figura 7. I tre scenari ipotizzati e lo schema dei diversi software utilizzati : Caso studio Scuola Elementare Michele Coppino, Torino.

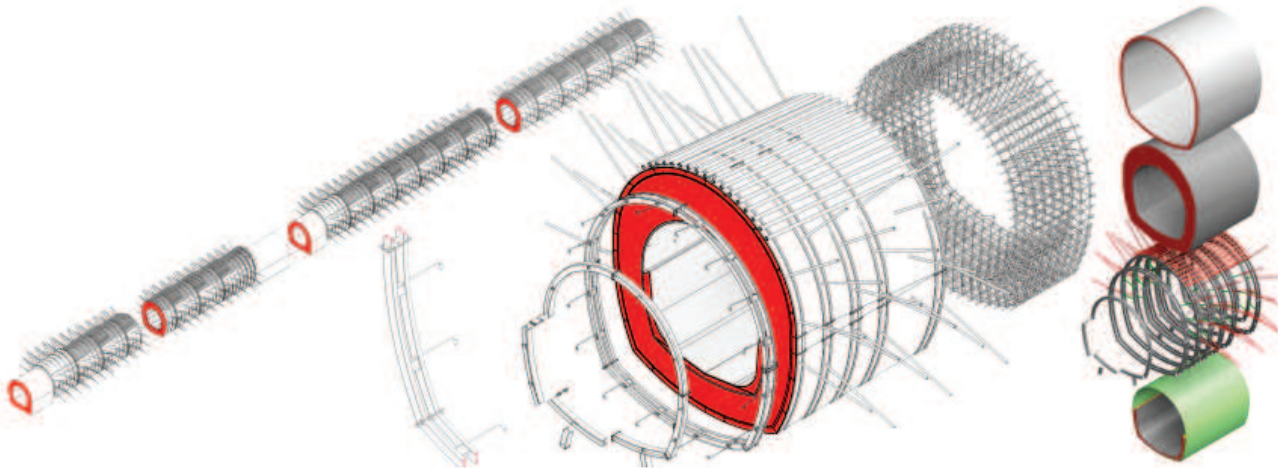
BY-NC

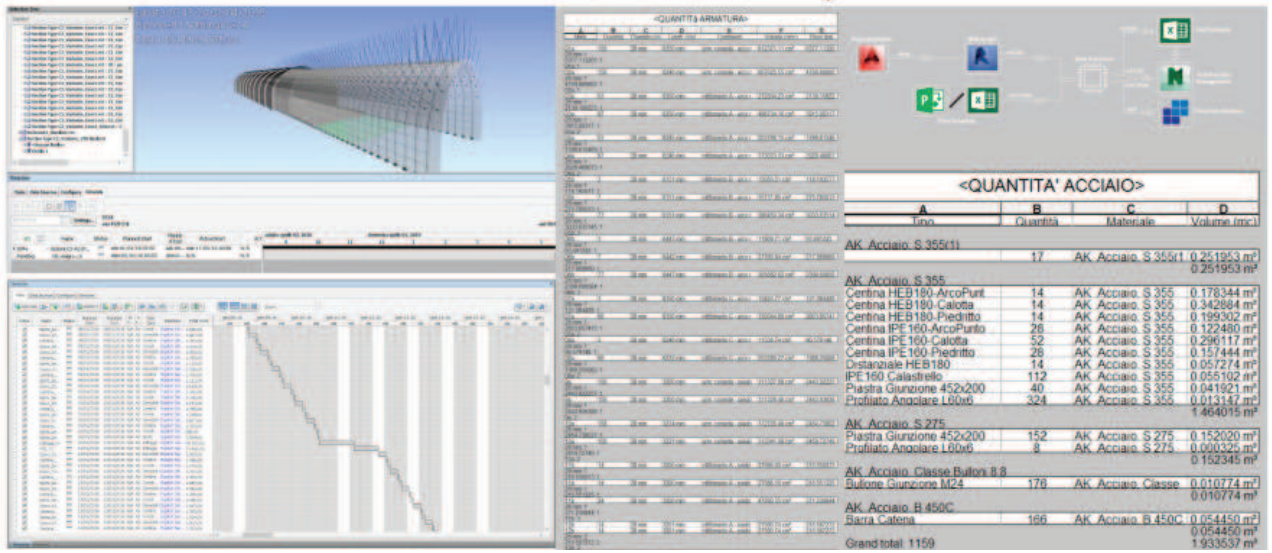
ISSN 1828-5961

ESEMPIO 5. L'INFRABIM PER LA MODELLAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE

di Niccolò Rapetti

Recentemente la diffusione della metodologia BIM si sta estendendo anche al campo delle infrastrutture, grazie alla possibilità di beneficiare della capacità del BIM di gestire la grande quantità di dati e la possibilità di condividere le informazioni tra le diverse discipline, mantenendo le informazioni sempre aggiornate e riducendo la ridondanza dei dati.





<QUANTITA' ACCIAIO>

A Tipo	B Quantità	C Materiale	D Volume (mc)
AK_Acciaio_S 355(1)			
	17	AK_Acciaio_S 355(1	0.251953 m³
			0.251953 m³
AK_Acciaio_S 355			
Centina HEB180-ArcoPunt	14	AK_Acciaio_S 355	0.178344 m³
Centina HEB180-Calotta	14	AK_Acciaio_S 355	0.342884 m³
Centina HEB180-Piedritto	14	AK_Acciaio_S 355	0.199302 m³
Centina IPE160-ArcoPunto	26	AK_Acciaio_S 355	0.122480 m³
Centina IPE160-Calotta	52	AK_Acciaio_S 355	0.296117 m³
Centina IPE160-Piedritto	26	AK_Acciaio_S 355	0.157444 m³
Distanziale HEB180	14	AK_Acciaio_S 355	0.057274 m³
IPE160 Calastrello	112	AK_Acciaio_S 355	0.055102 m³
Piastra Giunzione 452x200	40	AK_Acciaio_S 355	0.041921 m³
Profilato Angolare L60x6	324	AK_Acciaio_S 355	0.013147 m³
			1.464015 m³
AK_Acciaio_S 275			
Piastra Giunzione 452x200	152	AK_Acciaio_S 275	0.152020 m³
Profilato Angolare L60x6	8	AK_Acciaio_S 275	0.000325 m³
			0.152345 m³
AK_Acciaio_Classe Bulloni 8.8			
Bullone Giunzione M24	176	AK_Acciaio_Classe	0.010774 m³
			0.010774 m³
AK_Acciaio_B 450C			
Barra Catena	166	AK_Acciaio_B 450C	0.054450 m³
			0.054450 m³
Grand total: 1159			1.933537 m³

Figura 8. Progetto di risanamento della galleria collettrice del Peschiera.

Il caso studio mostrato si riferisce alla galleria collettrice del complesso sorgentizio del Peschiera, un canale di approvvigionamento idrico che serve la municipalità di Roma. Il progetto prevede il risanamento di una parte del canale lunga circa 244 metri. L'obbiettivo principale del progetto è quello di ottenere un modello BIM in grado di fornire informazioni per la gestione del cantiere e per l'analisi strutturale.

Partendo dalla documentazione in CAD, è stato necessario generare famiglie parametriche e parametri condivisi appropriati. Infatti, come visibile in Fig. 8, la geometria della galleria è composta da diverse parti come, parete laterale, magrone in calcestruzzo, tubo di raccolta acque, centina in acciaio, ecc. Inoltre, è stato realizzato il cronoprogramma, in cui sono indicate le fasi costruttive, divise in lavorazioni e tempistiche.

Il modello BIM, in accordo con l'obiettivo del progetto, è stato sviluppato fino ad un livello di sviluppo e di dettaglio (LOD) pari al LOD400, per ottenere informazioni esecutive, dettagli costruttivi e analisi delle quantità. Data la grande quantità di dati, il processo di interoperabilità gioca un ruolo chiave al fine di facilitare lo scambio di dati. Per questa ragione, è necessario scegliere un formato di scambio appropriato in grado di ridurre la perdita e la ridondanza dei dati.

Per la gestione dei dati del cantiere è stato scelto il software Navisworks, che permette di gestire informazioni provenienti da differenti database come il BIM, il cronoprogramma e il computo metrico estimativo. Inoltre unendo queste informazioni è possibile controllare il processo costruttivo e visualizzare gli Stati di Avanzamento Lavori (SAL).Per l'analisi strutturale agli Elementi Finiti (FEM) invece è stato scelto il software Straus7. Sfortunatamente, al momento soltanto le informazioni geometriche vengono esportate dal modello BIM, mentre si perdono altre informazioni come ad esempio le proprietà fisiche dei materiali.

In conclusione, questo processo dovrebbe offrire una visuale sul livello di maturità del BIM all'interno del campo delle infrastrutture, che corrisponde ad un livello intermedio, in cui l'interoperabilità non è ancora priva di errori e spesso è necessaria la replicazione dei dati. Inoltre, gli sviluppi futuri per una maggiore diffusione della metodologia BIM nei progetti infrastrutturali, dovranno affrontare la complessità presentata dalla gestione delle informazioni georeferenziate dalla scala territoriale fino alla scala costruttiva (Figura 8).

BY-NC

ISSN 1828-5961

CONCLUSIONI

L'excursus dei casi studio presentati mette in risalto diversi aspetti, affrontati dalla ricerca in questi anni nell'ambito dell'area del disegno. Il capo saldo rimane la rappresentazione come strumento comunicativo che permette lo scambio di informazioni tra le diverse discipline, mentre l'innovazione avviene nella commistione di strumenti sempre più digitali. Di conseguenza quello che prima era una linea tracciata a matita ora è un oggetto parametrico contenente l'astrazione semantica di un muro, piuttosto che di un altro componente edilizio. Se prima la comunicazione avveniva con la carta ora avviene attraverso lo scambio di stringhe di byte. Per questa ragione si immagina, che da questa ricerca possa derivare la transizione che porterà alla rivoluzione del catasto tradizionale verso il "Catasto del futuro" o "Catasto 3D parametrico". Infatti come visibile nella Fig. 9 la mappa centrale mostra i confini del Comune di Torino e costituisce la rappresentazione cartografica territoriale attualmente adottata dalla municipalità torinese, mentre a sinistra si possono vedere dei documenti storici, ad esemplificazione nell'evoluzione nella rappresentazione. L'innovazione possibile grazie alle IT consiste nelle possibilità di interrogazione della mappa della città, alla quale sono associate tutta una serie di informazioni d'interesse relative ai diversi settori e alle diverse discipline coinvolte, dalla scala edilizia fino a quella territoriale. Grazie ad applicativi di Realtà Aumentata, come ad esempio Aurasma, è possibile accedere ad un livello informativo successivo a quello offerto dalla semplice lettura della mappa, attraverso un dispositivo portatile come uno smartphone o un tablet. I dati visualizzabili sono di natura differente e possono riferirsi: i) al modello tridimensionale dell'edificio; ii) a contenuti multimediali come immagini e video; iii) a fogli di lavoro elettronici; iv) a link, ecc. In questo modo l'esperienza di lettura diventa rapida ed interattiva, ottimizzando l'intero processo di reperimento dei dati. Ovviamente, il 'Catasto del futuro' proposto rappresenta una possibilità, ma restano da definire numerose questioni.

L'altro grande tema che si evince riguarda lo stato di maturità del BIM, che occorre valutare analizzando il diverso grado di collaborazione tra le diverse discipline coinvolte all'interno dei progetti e quindi la collaborazione tra le diverse figure professionali del settore delle costruzioni. Sulla base di queste due metriche il progetto di ricerca europeo DIMMER rappresenta l'esempio più vicino al terzo e più avanzato livello di maturità fino ad ora definito. Questo corrisponde ad una piena collaborazione tra tutte le discipline attraverso l'utilizzo di un modello di progetto unico e condiviso, conservato in un archivio centralizzato dove tutte le parti possono accedervi e modificare lo stesso modello, eliminando l'enorme rischio di informazioni ridondanti. Negli altri esempi proposti, soprattutto in quelli nei quali si è a contatto con professionalità esterne al mondo della ricerca e dell'innovazione, il livello di maturità raggiunto oscilla tra il primo ed il secondo, in quanto nella maggior parte dei casi non esiste un formato di interscambio delle informazioni aperto ed accessibile a tutti i partecipanti. Nella ricerca che si sta svolgendo nel settore delle infrastrutture, diventa ancor più evidente quanto sia necessario arrivare a definire una struttura ben più solida per permettere l'interoperabilità dei dati e delle informazioni a differenti scale di rappresentazione, da quella territoriale fino alla scala di dettaglio costruttivo.

Pertanto, la transizione digitale del settore delle costruzioni è ormai un'esigenza per tutte le figure professionali coinvolte. Il tema della rappresentazione rafforza la propria centralità in relazione ai diversi ambiti, grazie all'interoperabilità dei dati. Purtroppo ad oggi il processo BIM non ha ancora raggiunto un grado di interoperabilità, che permetta di condividere i dati senza perdita di informazioni a livello di processo, organizzativo e tecnologico, determinando di fatto la necessità di replicazione del dato. Risulta chiaro quanto sia importante l'attività di ricerca in questo ambito. Il BIM e l'interoperabilità rappresentano il valore aggiunto dell'innovazione tecnologica per l'industria delle costruzioni in cui il concetto di rappresentazione è sempre più legato al concetto dell'informazione come base dei dati per diverse discipline.



Figura 9. Mappa del Comune di Torino rappresentante l'idea del 'Catasto del Futuro'.

BY-NC

ISSN 1828-5961

RINGRAZIAMENTI
Si ringraziano per la collaborazione nei progetti presentati il Comune di Torino, il Reale Group, la Regione Piemonte, il 7° Programma Quadro di ricerca della Comunità Europea ed il DIMMER Project Consortium, lo studio AK Ingegneria Geotecnica Srl.
Inoltre si ringraziano Gloria Colombo, Daniela De Luca, Stefano Giovannitti, Giulio Di Vico e Marta Foschini per aver contribuito con le loro tesi magistrali alla realizzazione delle immagini.

BIBLIOGRAFIA

Osello, A. (a cura di), (2015), *Building Information Modelling – Geographic Information System – Augmented Reality per il Facility Management*, Dario Flaccovio Editore, Palermo.

Borrmann, A., Kolbe, T.H., Donaubauer, A., Steuer, H., Jubierre, J.R., Flurl, M., (2015) *Multi-scale geometric-semantic modeling of shield tunnels for GIS and BIM application*, Computer-Aided Civil and Infrastructure Engeenering, Vol.30, Issue 4, pp. 263-281.

Bornrmann, A., Flirl, M., Jubierre, J. R., Mundani, R. P., Rank, E., (2014), *Synchronous collaborative tunnel design based on consistency-preserving multi-scale models*, Advance Engineering Informatics, Volume 28, pp. 499-517.

Carmigniani, J., B., F., B., (2011), *Augmented Reality: An Overview in Handbook of Augmented Reality*, Springer.

Cigolini, R., Valentini, S., Villa, A., N., (2005), Facility Management e Global Service Integrato, in Facility Management Italia, Milano, Edicom Editore.

De Toni, P., (2007), *Open Facility management. Modelli innovativi e strumenti applicativi per l'organizzazione e la gestione dei servizi esternalizzati*, Il Sole 24Ore.

Eastman, C., M., (2008), *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*, John Wiley & Sons Inc., USA.

Erik, P., A., Daniel, F., Shery, S., F., (2014), *DIMENSIONS OF INTEROPERABILITY IN THE AEC INDUSTRY*, in Construction Research Congress. European Commission Decision (2015), Horizon 2020: Work Programme 201-2015.

Guinard, D., Trifa, V., Karnouskos, S., Spiess, P., Savio, D., (2010), *Interacting with the soa-based internet of things: Discovery, query, selection, and on-demand provisioning of web services*, IEEE Transaction on Services Computing, IEEE.

IFMA, IFMA Foundation (2013), *BIM for Facility Managers*, John Wiley & Sons Inc., USA.

Oreni, D., Brumana, R., Georgopoulos, A., Cuca, B., (2013), *HBIM for conservation and management of built heritage: towards a library of vaults and wooden bean floors,* ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume II-5/W1.

PAS 1192-2:2013. Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modeling.

Patti, E., Acquaviva, A., Jahn, M., Pramudianto, F., Tomasi, R., Rabourdin, D., Virgone, J., Macii, E., (2014), *Event-driven user-centric middleware for energy-efficient buildings and public spaces*, Systems Journal, IEEE.

Talamo, C., (2014), *La gestione integrata delle informazioni nei processi manutentivi. Dall'anagrafica degli edifici ai sistemi BIM*, Techne 08, Firenze University Press, pp. 228-240.

The American Institute of Architects (2013), AIA Document G202-2013 "Project Building Information Modeling Protocol Form".

BY-NC