

+ Bit – Watt: l'efficienza della conoscenza

+ Bit - Watt: the efficiency of knowledge

Flavio Rosa^a

Abstract

Il settore edilizio con il suo 40% è il maggiore utilizzatore di energia finale. Le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC) sono state identificate per svolgere un ruolo importante nel ridurre l'intensità energetica e aumentare l'efficienza energetica del parco edilizio. Il processo edilizio è in rapida e profonda trasformazione visto l'ingresso del BIM che ne sta modificando profondamente il flusso di lavoro. Tali trasformazioni sono in atto sia a livello di pianificazione energetica alla scala urbana che a livello della singola unità abitativa.

Nel presente articolo si presenta una sintesi di come le TIC stanno influenzando e modificando le tradizionali metodologie progettuali sia alla scala urbana che a quella del singolo componente architettonico.

The building sector with its 40% is the largest end-energy user. Information and communication technologies (ICT) have been identified to play an important role in reducing energy intensity and increasing the energy efficiency of the building stock. The building process is in rapid and profound transformation given the entry of the BIM which is profoundly modifying its workflow. These transformations are in place both at the level of energy planning at the urban scale and at the level of the single housing unit.

This article presents a summary of how ICTs are influencing and modifying traditional design methodologies both at the urban scale and at that of the single architectural component.

Keywords

Efficienza energetica, TIC-ICT, Parco edilizio italiano, BIM, Processo edilizio

Energy efficiency, ICT, Italian building stock, BIM, Construction process

1. Introduzione

I sistemi energetici in quanto tali hanno un elevato livello di complessità. Il loro funzionamento per svolgere le azioni per i quali sono stati progettati è basato su interazioni fra i differenti componenti che lo costituiscono. La logica che permette di ottenere il meglio con poco è quella dell'efficienza. Il *less is more* non è solo una questione di equilibri e bellezza delle forme ma anche una visione post-fordiana dei sistemi: quello che non c'è non si rompe. Ma in una società interconnessa se un oggetto è accessibile deve funzionare apportando vantaggi. Se gli oggetti comunicano fra loro in modo strutturato, si configurano come un sistema intelligente. Questo paradigma della gestione dei sistemi complessi in modo efficiente grazie all'informatizzazione

di ogni componente ha spostato e ridefinito i flussi di materia e dati. L'Information Communication Technology ICT ha permesso di leggere ogni punto dei sistemi a rete e attraverso l'analisi dei dati migliorarne il funzionamento.

Monitorando e gestendo direttamente il consumo di energia, l'ICT può consentire miglioramenti di efficienza nei principali settori di utilizzo di energia. Questa capacità può essere sfruttata per ridurre il consumo energetico degli edifici nell'UE fino al 17%.

Un'infrastruttura moderna ed efficiente per le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC) è essenziale per gestire le sfide nel complesso sviluppo dei sistemi urbani.

Dai flussi energetici si è passati a quelli informatici creando un quindi un nuovo paradigma per l'efficienza energetica: più Bit meno Watt.

Tale approccio può essere analizzato a differenti scale: urbanistica, architettonica, impiantistica. In ognuna di essa la possibilità di interconnessione dei singoli componenti ha creato nuovi ambienti il cui obiettivo che si cerca di raggiungere è di migliorare la qualità fruizione da parte degli utenti. Alla scala urbana si va verso le Smart City, a quella architettonica verso Smart Buildings nei singoli componenti dell'Internet of Thing (IoT) cioè singoli oggetti connessi alla rete.

2. Le città scalabili

Una smart city è un'area urbana ultramoderna che risponde alle esigenze delle imprese, delle istituzioni e, in particolare, dei cittadini. Qui dovremmo distinguere tra una città intelligente e un'urbanistica intelligente. L'obiettivo di questi concetti è lo stesso: la vita dei cittadini. Gli urbanisti delle città antiche non hanno preso in considerazione la scalabilità a lungo termine - l'accessibilità abitativa, lo sviluppo sostenibile, i sistemi di trasporto e la crescita - e non esiste una gestione scalabile delle risorse che possa essere applicata da un decennio all'altro.

Il fattore abilitante alla scalabilità delle nuove funzioni delle città, sia di concezione antica sia moderna, è l'innovazione apportata dall'internet delle cose, Internet of Thing (IoT). Apportando innovazioni dalla scala urbana, a quella dell'edificio fino al singolo componente smart presente nelle abitazioni, uffici, negozi e industrie.

Negli ultimi anni, un significativo aumento del consumo energetico globale e il numero di dispositivi connessi e di altri oggetti ha portato le istituzioni governative e industriali a implementare il concetto di smart city. Le condizioni demografiche, economiche, sociali e ambientali delle città sono le principali ragioni del drammatico aumento dell'inquinamento, della congestione, del rumore, della criminalità, degli attacchi terroristici, della produzione di energia, degli incidenti stradali e dei cambiamenti climatici. Le città di oggi sono i maggiori contributori al problema del clima. Coprono meno del 2% della superficie terrestre, ma consumano il 78% dell'energia mondiale, producendo più del 60% di tutte le emissioni di CO₂.

Questi nuovi ecosistemi Smart risulteranno realmente utili quando aumenteranno la qualità della vita degli utenti finali con un'elevata efficienza energetica. Il tutto realizzato utilizzando meno risorse, soprattutto quelle non rinnovabili, per migliorare la qualità della vita di noi tutti.

I servizi smart forniti tramite applicazioni mobili non rappresentano solo un'innovazione tecnologica, ma hanno cambiato il modo in cui gli esseri umani lavorano e vivono. Mentre la digitalizzazione può essere vista come conseguenza di altri sviluppi ma è allo stesso tempo un fattore abilitante di questi sviluppi.

3. ICT ed efficienza

L'efficienza è un parametro che permette di valutare e tenere traccia dell'uso delle risorse necessarie al funzionamento di un sistema. Si possono fornire differenti punti di vista, a scale diverse, dell'interazione fra le possibilità offerte dalle soluzioni ICT e l'efficienza energetica. Da un punto di vista macro, quello della scala urbanistica, le città sono in costante evoluzione in un'ottica Smart.

Una definizione di Smart City, ne esistono diverse a seconda del campo di studio, fornita dalla Digital Agenda for Europe [1] *Una città intelligente è un luogo in cui le reti e i servizi tradizionali sono resi più efficienti con l'uso delle tecnologie digitali e di telecomunicazione, a beneficio dei suoi abitanti e delle imprese. Il concetto di città intelligente va oltre l'uso delle TIC per un migliore utilizzo delle risorse e minori emissioni. Significa reti di trasporto urbano più intelligenti, approvvigionamento idrico aggiornato e strutture per lo smaltimento dei rifiuti e modi più efficienti di illuminare e riscaldare gli edifici.*

Sono inoltre pubblicate una serie di normative ISO 37000 (International Standard Organization) [2] all'interno delle quali vengono fornite definizioni, concetti base, aspetti economici e sociali in relazione all'ITC e ai sistemi città. Una città è un sistema di sistemi con una storia unica sorta in uno specifico contesto ambientale e sociale [3]. La ISO 37120-2018 ad esempio offre agli amministratori ed ai cittadini, per la prima volta, un insieme di indicatori di prestazione della città chiaramente definiti e un approccio standard per la misurazione di ciascuno [4].

Nel sistema città le infrastrutture a rete ne permettono il funzionamento. La scalabilità in atto in questo settore porta alle Smart Grid grazie alle infrastrutture create con l'IoT.

Secondo la definizione della Commissione Europea *"Una Smart Grid è una rete elettrica che può integrare in modo economicamente efficiente il comportamento e le azioni di tutti gli utenti ad essa connessi - generatori, consumatori e quelli che fanno entrambi - al fine di garantire economicamente efficiente, sostenibile sistema di alimentazione con basse perdite e alti livelli di qualità e sicurezza dell'approvvigionamento e sicurezza."*

Le vecchie infrastrutture tecnologiche a rete conservano la loro capillarità ma i flussi di energia elettrica, gas e dati devono essere distribuiti in una logica just-in-time. Dove serve, quando serve e nel minor tempo possibile in ottica appunto just-in-time. Una strategia questa, di gestione di approvvigionamento delle catene di montaggio definita dalla Toyota negli anni tra il 1960 e 1970. Un sistema di produzione in cui materiali o componenti vengono consegnati immediatamente prima che siano necessari al fine di ridurre al minimo i costi di inventario e gestione del magazzino. Si pensi al sistema di produzione dell'energia. Da una configurazione con grandi impianti distribuiti sul territorio e connessi ai vari utenti con reti costose e spesso inefficienti. La rete italiana di trasmissione e distribuzione italiana presenta inefficienze del 6,24% [5]. I risparmi conseguibili riducendo di 200 MW le perdite al 2020 corrispondono a circa 1200 GWh di risparmi di energia equivalenti a 0,1 Mtep sui consumi finali lordi [6].

Uno dei maggiori vincoli tecnologici della distribuzione dell'energia elettrica è la mancanza allo stato attuale di sistemi di stoccaggio/accumulo tecnologicamente affidabili ed economicamente vantaggiosi. Una transizione, non facile ma inevitabile, porterà ad una gestione dinamica delle reti elettriche con miglioramento del servizio e dell'efficienza complessiva.

L'ICT non solo migliora l'efficienza energetica e aiuta a combattere i cambiamenti climatici ma ne stimola lo sviluppo ed ampliamento del mercato abilitando tecnologie e servizi nel campo dell'efficienza energetica migliorando la competitività dell'industria edilizia italiana facendo crescere l'intero sistema economico nazionale ed europeo [7].

La tipologia delle infrastrutture tecnologiche di una città, elettricità, gas ed acqua ad esempio, sono ancora fortemente vincolate agli schemi di distribuzione e gestione con le quali sono state concepite alla loro realizzazione. Alcune come la distribuzione idrica addirittura al secolo scorso se non ai tempi della civiltà romana. La distribuzione dell'energia elettrica è quella che presenta maggiori rigidità in quanto vincolata all'attuale elevato costo di stoccaggio di grosse quantità di energia elettrica nella distribuzione ai vari livelli di tensione. L'avvento dell'ICT garantisce un flusso informativo dal singolo utente che attiva il suo impianto di climatizzazione alimentato da un impianto fotovoltaico in un ambiente della sua abitazione, fino al singolo generatore di energia elettrica della rete di produzione. Si è trasformato in un prosumer, produttore e consumatore allo stesso tempo di energia elettrica. All'interno di una infrastruttura di distribuzione elettrica ad esempio l'approccio Bottom-Up a partire dal comportamento del singolo utente è direttamente connesso con quello

Top-Down dell'intera rete di generazione elettrica nazionale e transnazionale vista la dipendenza italiana dalla fornitura di energia elettrica proveniente dall'estero. È il principio di funzionamento delle Smart Grid.

Una Smart Grid è l'evoluzione di un sistema a rete che permette un'elevata flessibilità di funzionamento delle infrastrutture ricorrendo a elevate flussi di energia provenienti da fonti di energia rinnovabili, elevata domanda e flessibilità nella fornitura con una capacità a controllo intrinseco. Inoltre, in futuro la complementarità fra reti elettriche e termiche contribuirà ad un maggiore sviluppo di reti di energie rinnovabili altamente integrate.

Il miglioramento di un sistema e del servizio fornito passa anche attraverso il livello di qualità offerto ai singoli utenti. La qualità si basa sulla misura di prestazioni necessarie a garantire il raggiungimento di specifici obiettivi.

Lo smart metering, la misurazione con contatori intelligenti di energia elettrica, gas e acqua, ad esempio aumenterà le capacità dell'ICT di quantificare e gestire i consumi di energia fornendo informazioni mirate agli utenti finali migliorandone il servizio e riducendo i consumi. Conoscendo la situazione in tempo reale dei propri consumi gli utenti potranno valutarne le inefficienze e la loro provenienza ed intervenire in maniera mirata per rimuoverle. Questo permetterà di fornire all'utente finale informazioni per migliorare la qualità sotto diversi aspetti: il servizio offerto, dei sistemi di distribuzione e conseguentemente della sostenibilità e del vivere gli spazi frequentati.

In altre parole, lo smart metering fornirà in tempo reale informazioni, dati storici effettuando previsioni su quelli futuri dando maggior consapevolezza all'utente legate alle sue singole scelte [8]. I sistemi domotici di automazione con l'aumentare di dispositivi dell'IOT permetteranno di attuare politiche di gestione delle abitazioni correlando comfort e risparmio energetico.

Per attuare nella loro intera potenzialità le soluzioni smart ai differenti livelli ed applicazione è richiesto un nuovo modello di cooperazione attraverso le realtà industriali, associazioni, il pubblico e i suoi utenti ma soprattutto le autorità di regolamentazione che possono indirizzare lo sviluppo dell'intero processo.

Il settore dell'industria delle costruzioni per complessità del processo ed incidenza economica si sta adeguando con strumenti sempre più indirizzati in tale direzione.

4. Informatizzazione del processo edilizio

L'informatizzazione del processo edilizio ha permesso di realizzare strumenti molto potenti quali il BIM: Building Information Modeling. Il prodotto edilizio viene generato da una filiera complessa costituita da una miriade di elementi tecnologici come l'intonaco di una facciata o una valvola in una centrale termica. Poter gestire questi oggetti non come semplici elementi statici del sistema edificio-impianto ma come componenti con specifiche informazioni che possono essere trasformati in dati, nell'era dell'ICT, rappresenta la base per un'evoluzione del processo edilizio mai conosciuta prima.



Figura 1 Contenuti parametrici di un muro in ambiente BIM (Dalla Mora, 2014)

Il BIM non disegna modelli tridimensionali del costruito ma basi di dati che vanno dalle dimensioni reali degli oggetti e delle strutture a quelle immateriali dell'intero processo di gestione. Questo ne permette una gestione informatizzata per produrre elaborati progettuali di previsione, esecuzione e gestione nelle varie fasi con una logica che contiene l'idea progettuale fino al fine vita del prodotto finito. Il BIM è una metodologia globale di costruzione digitale multidisciplinare con un'elevata sinergia fra il processo edilizio e le sue procedure ed attività operative.

Alle dimensioni reali di progettazione 1D-2D-3D si aggiungono spazi di lavoro a n-dimensioni a n-informazioni che espandono il processo edilizio verso la multimedialità.

L'approccio BIM permette di gestire con un unico strumento fortemente strutturato nella gestione di dati grafici, attributi, informazioni, schede tecniche organizzato in forma di database in un unico flusso di lavoro. L'approccio "BIM orientied" definisce modalità di comunicazione e collaborazione, senza perdita qualitativa, con tutti gli attori che operano all'interno del

flusso e che operano in altri settori e fasi del processo edilizio.

Il prodotto edificio all'interno del settore delle costruzioni confrontato con quelli di altri settori si caratterizza per i seguenti fattori: è prototipico, durevole e non può essere collocato in base alla convenienza economica. I componenti vengono realizzati in cantiere con modalità realizzative semi-standardizzate con differenti livelli qualitativi dovuti a fattori non prevedibili.

Il BIM è un insieme di tecnologie, politiche e processi assimilati per consentire la gestione dei dati di progetto vitali in un formato digitale attraverso il corso di un ciclo di vita dell'edificio. Il fatto che possa essere utilizzato per modellare edifici e conseguentemente analisi multiple per forma, consente la previsione delle prestazioni energetiche di varie misure di retrofitting negli edifici esistenti [9]. Questo a sua volta permette il confronto tra alternative progettuali, consentendo un miglioramento nelle scelte finali. Come tale, il BIM ha la capacità di sostenere l'intero processo edilizio i suoi utenti nel raggiungimento di elevati standard energetici per un edificio.

In qualsiasi percorso di ottimizzazione, un processo di produzione o di consumo è reso più efficiente attraverso la raccolta e l'analisi dei dati sulle sue risorse al fine di controllare meglio il loro uso, ad esempio, un termostato intelligente può ridurre il combustibile necessario per riscaldare una casa. La punta e la base della piramide del processo edilizio risultano così analizzate ed elaborate dal flusso di lavoro dell'approccio BIM.

5. BIM e ciclo di vita degli edifici

Gli edifici giocheranno in futuro un ruolo sempre più importante nello sviluppo delle reti intelligenti attraverso il mercato dell'energia in tempo reale, flessibilità della domanda, autoproduzione di elettricità e capacità di stoccaggio. E come per le reti tecnologiche passeranno da una gestione passiva di flussi di energia ad una attiva.

La flessibilità nella gestione dell'energia riguarderà l'intero sistema edificio-impianto.

La mobilità elettrica si interfaccerà con punti di ricarica veloci disponibili in ogni unità abitativa. Quando l'automobile sarà connessa alla rete ad esempio parcheggiata di notte in garage, le batterie potranno essere utilizzate come accumulatori di energia elettrica diffusi, da cui attingere per immettere elettricità nella rete di

1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D
Impostazione progetto	Spazi bidimensionali	Spazi tridimensionali	Tempistiche	Costi	Prestazioni	Ciclo di vita
RICERCA	PRODUZIONE	RAPPRESENTAZIONE	PRODUZIONE	PRODUZIONE	RISULTATI	RISULTATI
Stato di fatto	Elaborati 2D	Renderings	Costruzione virtuale	Analisi quantitative	Analisi alternative	Strategie BIM Life Cycle
Normativa	Documentazione	Procedure dettagliate	Fasi progettuali	Stima dettagliata dei costi	Valutazioni	BIM come costruito
Condizioni climatiche	Viste e tavole progettuali	Rilievi dettagliati	Gestione tempistiche	Modelli di costruzione	Auditing mediante BIM	Manuali BIM mirati alla gestione della qualità e Manutenzione
Soleggiamento sito			Pianificazione costruito		Processi ottimizzazione	Supporto alla manutenzione impianti
Programmazione			Consegna apparecchiature Validazione visiva			
IMPLEMENTAZIONE	IMPLEMENTAZIONE	IMPLEMENTAZIONE	SISTEMI	CONTRATTUALISTICA	INGEGNERIZZAZIONE	
Consulenze	Creazione oggetti BIM	Creazione oggetti BIM	Prefabbricazione	Valutazioni fiscali	Simulazioni	
Pianificazione esecutiva BIM	Parametrizzazione	Visual programming	Realizzazione strutture	Analisi di mercato	Prestazioni energetici	
Software	Gestione files Comunicazione	Rilevamento conflitti Validazione modelli	Costruzioni meccaniche, elettriche, termiche, idriche	Logistica	Prestazioni costruzione Prestazioni architettoniche	
CONCEPT DESIGN	SVILUPPO PROGETTO	DOCUM. FINALE	SIMULAZIONI	SOSTENIBILITA'	STIMA DEI RISPARMI	
Strategie	Progettazione spazi	Esecutivi	Simulazioni LCA	Valutazioni protocolli ITACA, LEED	Confronto costi	
Stima aree edificabili	Definizione obiettivi	Montaggi	Analisi solari	LCC analisi costi del ciclo di vita	Benefit costruttore	
Stime dei costi	Materiali	Esecutivi strutture	Analisi eoliche	Studi comparitivi	Benefit acquirente	
Planovolumetrico	Carichi strutture	Progetti meccanici, elettrici, termici, idraulici	Simulazioni energetiche		Analisi dei rischi	
Accessibilità	Fabbisogni energetici	Specifiche tecniche	Verifiche protocolli ITACA, LEED		Ottimizzazione per punti	
Viabilità						
	SOSTENIBILITA'	SOSTENIBILITA'			RE-DESIGN	
	Stime LCA	Isolamenti involucri			Certificazione modelli BIM	
	Soluzioni costruttive	Schermature solari				
	Impianti Meccanici, Elettrici, Termici, Idraulici	Analisi illuminotecniche				
	Produzione di energia					
	Strategie protocolli ITACA, LEED					

Tabella 1 Le dimensioni del BIM e le attività ad esse connesse

distribuzione. Flussi di energia che necessitano di un'infrastruttura fortemente interconnessa che solo una logica propria dell'ICT permette

La gestione della conoscenza del processo edilizio permette con gli attuali sistemi informatici di sviluppare scenari ad elevato impatto di trasformazione per l'industria dell'edilizia. Il singolo prodotto edilizio può essere trasformato in oggetto informatico contenente un elevato pacchetto di dati che ne permette la gestione in un formato grafico e non grafico.

Un dei ruoli dell'ICT è di aumentare l'efficienza nell'uso dell'energia attraverso, analisi, modellazione, monitoraggio, gestione e strumenti di visualizzazione che permettano un approccio di sistema all'edificio dalla progettazione alla gestione.

L'utilizzo dell'energia nelle varie fasi di vita in un'ottica dell'intero ciclo di un edificio è pari all'80% nel periodo di utilizzo e gestione. Le decisioni adottate in fase progettuale e di ristrutturazione determinano l'80% dell'utilizzo di energia nel ciclo di vita di un edificio. I comportamenti degli utenti ai quali è messo a disposizione un sistema di controllo in tempo reale dei consumi determina riduzioni fino al 20% [10]. Quindi definire un buon progetto fin dalle fasi inizia-

li, alla dimensione 1D, incide in maniera determinante sull'intero ciclo di vita di ogni singolo prodotto edilizio fino alla fase 7D per la sua dismissione.

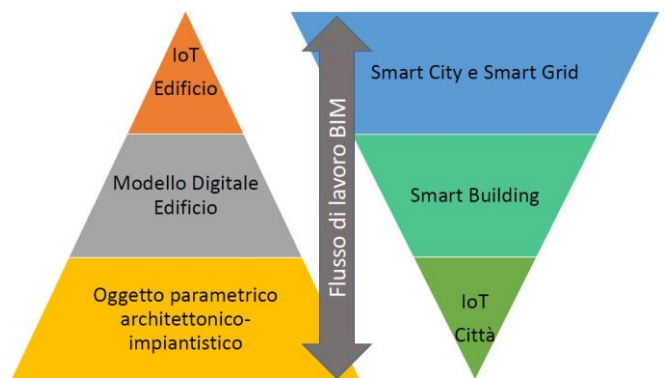


Figura 2 Flusso di lavoro del BIM dalla scala architettonica a quella urbana

6. Costi

Il calcolo di quanto sia effettivamente risparmiabile grazie ad una progettazione che miri anche ad otti-

mizzare la fase di gestione è complesso, ma per riferimento si riportano i valori stimati dal NIST (National Institute of Standards and Technology americano): 15 miliardi di dollari sprecati ogni anno negli Stati Uniti nel settore dell'edilizia a causa della scarsa informazione disponibile, di cui 10 miliardi dovuti all'inefficienza della gestione e manutenzione dell'immobile. Inoltre gli edifici consumano il 40% dell'energia totale impiegata negli USA, consumano il 65% dell'energia elettrica e sono causa del 40% delle emissioni dannose per l'ambiente [11].

L'importanza di avere efficienza nella trasmissione delle informazioni terminologiche è stata stimata pari a 53 €/m² dal NIST (National Institute of Standards and Technology americano), pertanto in Italia questa inefficienza costa circa 500 milioni di euro ogni anno. Un sistema strutturato e fortemente mirato al raggiungimento di obiettivi e prestazioni specifiche come il BIM rappresenta uno strumento di riduzione dei costi di costruzione e gestione ad elevato valore aggiunto. Il Facility Management infatti è stato uno dei primi settori che ha fatto proprio l'approccio dell'analisi economica tipico della dimensione 7D del BIM.

I vantaggi del BIM per le imprese viene valutato come un'ottimizzazione della gestione con risparmi valutati [12] fino al 5-7% attraverso:

- l'azzeramento degli errori di produzione ed acquisto
- l'emissione in automatico di tutte le liste materiali e di tutti gli elaborati grafici costruttivi e di cantiere
- l'ottimizzazione della gestione dei lotti di officina e di montaggio

Vista l'adozione in atto in tutto il mondo dell'approccio BIM ciò contribuisce inevitabilmente ad una migliore internazionalizzazione delle attività e alla promozione del "made in Italy" del settore delle costruzioni.

7. Sicurezza Dati

La raccolta, gestione e memorizzazione di dati è una delle principali attività di qualsiasi applicazione smart. L'attività è conosciuta come Big Data, termine che si riferisce ad un ampio volume di dati - strutturati e non - che vengono raccolti ed elaborati in diversi punti e luoghi in sistemi interconnessi. Tale attività è finalizzata a raggruppare e immagazzinare ampi volumi di informazioni, per un eventuale analisi futura. Origini e formati multidati e tipi multiutente introducono nuovi problemi di sicurezza e privacy alle applicazioni Big Data. Uno dei maggiori rischi che ciò

comporta è la sicurezza e protezione dei dati sensibili dei comportamenti dei singoli utenti. Questa problematica è l'altra faccia della medaglia della quale ne conosciamo una minima parte in relazione alle implicazioni che si potranno avere sulla nostra vita e tutela della privacy.

8. Conclusioni

L'attuale processo di digitalizzazione in atto sta trasformando la società, l'economia, e la tecnologia. L'accessibilità a servizi e prodotti attraverso gli smartphone rappresenta non solo un'innovazione tecnologica ma un profondo cambiamento delle attività lavorative e della vita.

Finché la digitalizzazione della società potrà essere vista come un risultato di altri sviluppi, essa stessa sarà abilitatrice di altre forme di sviluppo. L'intero processo edilizio con tutti i suoi prodotti finali, svolgeranno un ruolo cruciale non solo nell'efficienza energetica, ma sull'intero sistema energetico nazionale. Elementi chiave dell'efficienza energetica saranno le prestazioni degli edifici, i contatori intelligenti e l'intero flusso informativo dell'edilizia del futuro.

Lo strumento BIM non è più un'alternativa progettuale a disposizione dei progettisti e dei gestori di progetti complessi. All'interno del nuovo codice degli appalti il BIM diverrà un elemento fondamentale nella digitalizzazione delle Stazioni Appaltanti permettendo la razionalizzazione delle attività di progettazione e delle connesse verifiche. Le tempistiche dell'introduzione di progettazione digitale BIM prevedono l'obbligo dal 2019 per lavori complessi con importo a base di gara pari o superiore a 100 milioni di euro per arrivare al 2025 per gare con importo sotto il milione di euro.

Bibliografia

- [1] European Commission. Smart Cities Digital Single Market. Eur Comm Strateg 2017.
- [2] ISO 37000 Guidance for the Governance of Organizations n.d. <https://committee.iso.org/sites/tc309/home/projects/ongoing/ongoing-1.html> (accessed January 5, 2019).
- [3] ISO/IEC JTC 1 n.d. <https://www.iso.org/isoiec-jtc-1.html> (accessed January 5, 2019).
- [4] ISO 37120:2018 - Sustainable cities and communities -- Indicators for city services and quality of life n.d. <https://www.iso.org/standard/68498.html> (accessed January 5, 2019).

- [5] Report on Power Losses from the Council of European Energy Regulators (CEER) . Brussels: 2017.
- [6] Bertini Ilaria, Di Pietra, B. Graditi G. L'efficienza nel settore delle reti energetiche. Quaderno. Roma: 2011.
- [7] The role of ICT in energy efficiency management house-hold sector. 2018.
- [8] European Smart Metering Landscape Report, "Utilities and Consumers", USmrtConsumer Project. 2016.
- [9] Ruperto F, Valentini S. BIM "FM oriented": quale futuro? 2015:24-9.
- [10] Kramers AH, Svane Ö. ICT applications for energy efficiency in buildings : Report from the KTH Centre for Sustainable Communication 2011.
- [11] BIM Implications for Facility Management conference. 2011.
- [12] Baratono P. Il BIM nel nuovo codice appalti 2016.

^a FLAVIO ROSA, Dottore di ricerca in Energetica, professore a contratto di Fisica Tecnica Ambientale presso la Facoltà di Architettura di Roma, affianca alla professione un'intensa e costante attività di ricerca e di studio sui temi dell'efficienza energetica nell'edilizia.