



Luigi Cocchiarella
Luigi Cocchiarella è professore associato di Disegno (ICAR 17) al Politecnico di Milano, Dipartimento DASTU, Scuola AUIC. I suoi interessi didattici e di ricerca si rivolgono alle discipline della rappresentazione dell'architettura e ai sottesi processi di analisi e di progetto, in particolare alla Geometria Descrittiva e Proiettiva e ai loro nessi con l'arte, la scienza, la tecnica, l'eidomatica.

BIM: dimensioni dello spazio, del pensiero, e della formazione

BIM: Dimensions of Space, Thought, and Education

Una parte consistente dell'epistemologia contemporanea si rivolge al gap instauratosi fra tradizione analogica e pratiche digitali, per lungo tempo considerate reciprocamente oppostive, con pesanti conseguenze in termini di integrità delle conoscenze.

Il BIM è tra i casi più rappresentativi in questione. Capace di integrare ed elaborare svariati pacchetti di parametri e algoritmi, esso mostra con chiarezza le potenzialità inter-disciplinari connesse con un uso intelligente dei suoi dispositivi. Non è un caso se proprio il BIM è pronosticato come il futuro standard operativo nei campi dell'Architettura, dell'Ingegneria, del Design. La quintessenza del BIM risiede infatti nelle sue molteplici dimensioni, da non intendere soltanto come mere dimensioni digitali, bensì anche come vere e proprie dimensioni della conoscenza.

Much of the aim of present epistemology seems to deal with filling the gap between analogue traditional and digital practices, which for a long time have been considered profoundly opposite, with heavy consequences in terms of integrity of knowledge.

BIM is among the most representative cases in this discussion. Able to integrate and compute several sets of parameters and algorithms, it shows a clear picture of the interdisciplinary opportunities which are connected with by smart use of its devices. It is not by chance that it is expected to be the standard operational format in the fields of Architecture, Engineering, and Design. The quintessence of BIM is in its many dimensions, which are not only digital dimensions, but also dimensions of knowledge.

parole chiave: BIM, AEC-BIM, architectural geometry, rappresentazione architettonica, computational design

key words: BIM, AEC-BIM, Architectural Geometry, Architectural Representation, Computational Design

DIMENSIONI DELLO SPAZIO

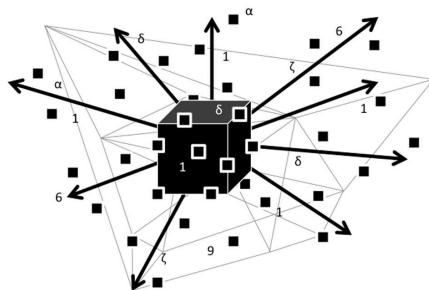


Figura 1_Metafora della molteplicità di dimensioni e codici nello spazio architettonico BIM (grafico dell'autore).

Come noto, building information modelling identifica un campo transdisciplinare. Dallo specifico punto di vista dell'architetto, il potenziale di maggior interesse esprimibile dal BIM sta nella possibilità di coagulare informazioni e parametri informativi intorno a ossature configurative di carattere geometrico, rappresentative di spazi architettonici realizzati o prefigurati, e soprattutto nella possibilità di manipolare quella messe di dati mediante interfacce grafiche. In quanto piattaforma grafica a molte dimensioni, il BIM è dunque naturalmente rilevante per il nostro ambito disciplinare. Fin dagli inizi, risalenti a circa quaranta anni fa, in particolare al rapporto di ricerca An Outline of the Building Description System sviluppato da Charles Eastman insieme ad altri ricercatori della Carnegie Mellon University, l'obiettivo era chiaro: pervenire a una descrizione degli edifici mediante database unitari, strutturati per aggregazione di dati. Si ipotizzò che così come avviene per gli elementi e i sistemi del mondo reale, anche le informazioni relative a tali elementi e sistemi potessero essere definite e assemblate. Tanto semplice appariva il principio, quanto complessa la sua realizzazione. In linea con i caratteri della prima rivoluzione digitale, in quegli anni il mercato del software si presentava assai specializzato e frammentario, e per giunta sen-

sibilmente lontano dal fornire standard condivisi, in altre parole, uno dei maggiori ostacoli era costituito dalla mancanza di una effettiva interoperabilità fra i programmi software. Tuttavia l'idea alla base di ciò che più tardi sarebbe stato identificato come BIM risultò talmente interessante da spingere le software houses a convergere verso la realizzazione di standard sempre più condivisi.

Nel mondo analogico, le cosiddette generazioni analogiche avevano appreso da Morris, Schmarsow, Pevsner, Norberg-Schulz, Zevi, e altri studiosi, che l'essenza dell'architettura consiste nel suo spazio, ma che tipo di spazio? Uno spazio esistenziale, esperito nel tempo, costruito per precisi usi, con certi materiali e costi, riflesso di specifici contesti storici, geografici, sociali, simbolici, ovvero, una specie assai complessa di spazio, costituita da molteplici componenti e aspetti, qui intesi come dimensioni dello spazio, che richiede dunque l'integrazione di vaste competenze per essere realizzato.

L'affidabile rappresentazione geometrica dello spazio, al contempo inclusiva di dettagli metrici ed effetti percettivi ha costituito una costante urgenza primaria per gli architetti. Succedendo alle proiezioni prospettiche e parallele, i sistemi CAD offrivano un primo potente strumento per la realizzazione di modelli 3D propriamente detti, tuttavia limitatamente alla pura configurazione geometrica, mentre i nessi fra geometria del modello e ogni altro dato informativo rimaneva in capo all'operatore, alla sua competenza e alla sua sensibilità, analogamente ai nessi fra i disegni e le varie pile di documenti relativi a calcolazioni statiche, stima dei costi, e così via, nell'era analogica. La manipolazione dello spazio era finalmente resa possibile, tuttavia ancora in modo assai frammentario e astratto.

Con riferimento alla progettazione architettonica, lo scollamento fra i pattern informativi implicava che ogni modifica apportata in un fascicolo richiedesse l'aggiornamento di tutti gli altri fascicoli, facilitando possibili involontarie omissioni o errori accidentali. Il Disegno costituiva il principale collante di riferimento per tutti gli operatori coinvolti nel progetto, dagli architetti agli impiantisti, ai costruttori, i quali tuttavia operavano separatamente, ciascuno nel proprio ambito. Comunque, la versatilità del bit lasciava già intravedere le opportunità conseguenti all'impiego simultaneo di più codici linguistici, e soprattutto alla loro integrazione

in prodotti digitali unitari, aprendo la via a un inedito sincretismo, mediante il quale i testi si tramutavano in iper-testi, le immagini in iper-immagini, i modelli 3D in iper-modelli 3D.

Ulteriore rivoluzione è quella collegata all'apparizione della rete, che ha permesso agli operatori di lavorare in sinergia e in tempo reale sui medesimi documenti, di condividere informazioni e avere sempre a portata di mano la versione più recente e aggiornata dei progetti in corso. Volendo sintetizzare, possiamo dire che tale duplice rivoluzione ha riguardato al contempo la connessione fra informazioni e la connessione fra soggetti, ovvero, come può suggerire la lettera M dell'acronimo BIM, la sperimentazione di nuove modalità operative negli ambiti collegati della modellazione e del management. In sostanza, potremmo infine affermare che il BIM ha inteso sviluppare un legame più diretto fra dimensioni dello spazio e dimensioni della rappresentazione.

DIMENSIONI DEL PENSIERO

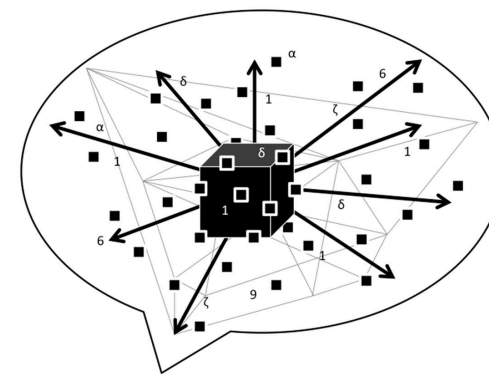


Figura 2_Metafora della molteplicità di dimensioni e codici del BIM inteso come "condizione mentale" (grafico dell'autore).

Se si pone agli esperti BIM la domanda diretta cos'è il BIM?, si nota che normalmente nessuno si sofferma inizialmente sul software, essi fanno invece riferimento all'approccio e alla metodologia, evidenziando naturalmente i progressi del software in senso olistico,

ma segnalando anche che si tratta pur sempre di uno strumento nelle mani degli operatori BIM. Tuttavia, ci viene da dire, più potente è la macchina, più bravo ed esperto deve essere il pilota. Circa due decenni di intenso uso e rapida diffusione del BIM nel mondo hanno ampiamente dato modo agli utenti di testare le reali possibilità di un approccio operativo integrato nel nostro campo. Nel tempo i connotati tecnici del BIM hanno anche esercitato significative influenze sul piano epistemologico, offrendo una “zona franca” all’interazione, al dialogo e all’integrazione delle competenze, realizzando quella che nelle profetiche parole di Peter Louis Galison (Galison, 1996) viene definita come trading zone. Solo per citare un rilevante esempio relativo al nostro ambito operativo, oggi si parla di AEC-BIM, acronimo che sta a indicare l’estensione del BIM all’ampia area a cavallo fra Architettura, Ingegneria e industria delle Costruzioni (in inglese Architecture, Engineering and Construction industry, da cui il prefisso all’acronimo), come ci segnala Clark C. Cory (Cory, 2015), che di conseguenza tende a essere riguardata in termini di processo unitario. A nostro giudizio molte altre lettere potrebbero comparire in quel prefisso in futuro, in ragione dei molti campi specifici in cui il BIM può essere impiegato.

Guardando al BIM da un punto di vista storico, il trend dominante sembra essere la continuità più che la discontinuità con il passato. Nell’era analogica, con riferimento alla teoria dei tre mondi di Karl Popper, eravamo infatti abituati a considerare la rappresentazione architettonica come terzo mondo, collocato fra i mondi della realtà e del pensiero, con funzione di raccordo fra i medesimi. In base a questa teoria, tutti i linguaggi appartenerebbero a tale mondo di mezzo. Una pagina di testo, ad esempio, sebbene riporti il pensiero dell’autore o la descrizione di una situazione reale, nella sua intima essenza non è né un pensiero né una situazione: a rigore, è soltanto una rappresentazione scritta, basata sul linguaggio verbale. Essa vive quindi in una sorta di limbo inquietante, il medesimo in cui anche le rappresentazioni grafiche basate sul linguaggio visivo albergano (Cocchiarella, 2015). Fuor di suggestione, possiamo facilmente comprendere il ruolo e il potere esercitato da questo mondo apparentemente ineffabile nella nostra vita quotidiana, così come nel lungo corso della nostra storia, se solo proviamo a immaginare una ipotetica esistenza del tutto priva di rappre-

sentazioni. Realizziamo allora che, oltre a consentirci di archiviare notizie, documenti e icone, il mondo delle rappresentazioni è anche il luogo in cui delineiamo e sviluppiamo le nostre idee e i progetti, è il luogo dei modelli e delle utopie architettoniche, è insomma il nostro mondo architettonico virtuale.

Con riferimento più stretto al nostro settore disciplinare, la rappresentazione architettonica è di fatto il luogo in cui il pensiero architettonico e la costruzione architettonica trovano un punto di incontro. Possiamo pensarla come la sala prove virtuale in cui si sviluppano e testano i modelli architettonici prima che essi diventino architetture reali. Provare a immaginare questa sala prove prima e dopo l’era digitale può essere davvero interessante. Nell’era analogica vi avremmo trovato disegni e molti altri documenti riguardanti lo spazio architettonico delineato nei disegni, naturalmente non essendo tali archivi direttamente collegati e interagenti, lo sforzo mentale per immaginare le fattezze tridimensionali dello spazio progettato, le sue proprietà fisiche e i processi costruttivi a partire da quei materiali eterogenei, sarebbe stato notevole. Attualmente la nostra sala prove, e in particolare la sala prove BIM, mostrerebbe connotati assai diversi, potendosi paragonare a una camera virtuale interattiva in cui sia possibile eseguire sofisticate simulazioni dinamiche relative a spazi architettonici e processi, nonché modifiche e verifiche in tempo reale, e in cui gli algoritmi operino alla continua ricerca di soluzioni ottimali in rapporto ai requisiti progettuali richiesti. Lo stesso scenario si presenterebbe nel caso della ricostruzione virtuale di edifici e ambienti del passato.

Interessanti effetti ne conseguirebbero se immaginassimo di estendere questa idea all’intero mondo delle conoscenze, inteso nel suo insieme, cosa non difficile da figurarsi grazie alla presenza di internet. Emergerebbe allora l’immagine di una sala prove globale, o meglio, di uno spazio della conoscenza globale che, al di là dell’immagine piuttosto rivoluzionaria evocata, si potrebbe riguardare, se inquadrato nella continuità storica, come un ulteriore passo nella realizzazione dell’antica ambizione di organizzare le conoscenze disponibili in un colossale e perennemente aggiornato sistema enciclopedico. Ritornando al nostro ambito di interesse, i progressi nel campo del BIM possono effettivamente supportare l’idea di architettura intesa come ambito unitario, non soltanto sotto il profilo

operativo, ma anche in termini di aggiornata visione epistemologica. Le classiche distinzioni terminologiche fra spazio, aspetto, e forma, fra le più ricorrenti fonti di discordia, appaiono oggi più facilmente accettate come indicatori tematici in relazione a un processo più chiaramente percepibile come unitario. Provando a proporre uno slogan, considerati i nessi fra tecnica ed epistemologia, possiamo senz’altro affermare che la nuova epistemologia non potrebbe essere disgiunta dalle nuove tecniche. Non ci sorprendiamo pertanto nell’apprendere che al BIM è stato perfino conferito lo statuto di condizione mentale (Race, 2013).

DIMENSIONI DELLA FORMAZIONE

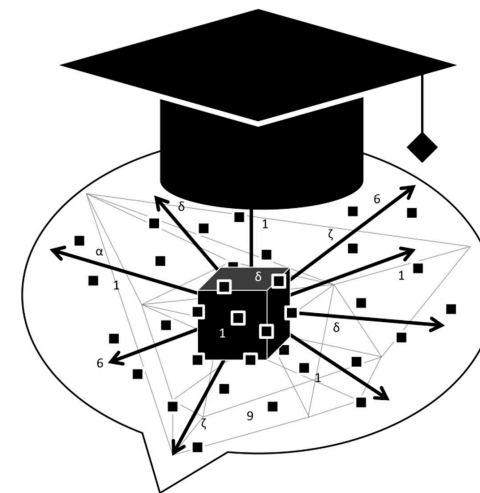


Figura 3. Metafora della molteplicità di dimensioni e codici del BIM nella formazione (grafico dell’autore)

Dunque il BIM costituisce un potente strumento per la costruzione di ponti fra le discipline, offrendo nuove basi tangibili al tema della centralità del Disegno nella formazione degli architetti, argomento invocato anni addietro da Massimo Scolari (reclameremmo al proposito un’analoga esigenza anche per la formazione di ingegneri e designer). Si tratta di una sorta di rivoluzione copernicana che potrebbe finalmente risolvere

molti malintesi riguardanti la nostra disciplina, e che pone in questione il nostro contributo culturale come educatori. Posto che colmiamo il gap dovuto alla tarda accettazione accademica del digitale, sviluppatosi per troppi anni come fenomeno randagio al di fuori delle mura universitarie, come ha puntualmente rilevato Andrea Branzi. Ma anche a condizione che non si confondano le competenze digitali con le competenze pedagogiche, aspetto che il recente ingresso pervasivo e incontrollato del digitale nel mondo accademico ci invita a considerare con attenzione. La possibilità di disporre facilmente di menù digitali per il disegno ha infatti generato l'errata illusione che oggi non sia necessaria alcuna particolare formazione nell'ambito della rappresentazione architettonica, specialmente all'Università, cioè nel nostro caso, tuttora in questione.

Tuttavia, a valle della iniziale ubriacatura digitale, da varie aree disciplinari è nel tempo emersa la richiesta di una revisione dell'approccio formativo rivolta a ricercatori e docenti operanti nel campo della rappresentazione architettonica. Sulla base di quanto fin qui esposto, è chiaro che la domanda cruciale sembra essere cosa significa insegnare disegno oggi? Analogamente al passato, l'approccio visivo si conferma indubbiamente come il principale pilastro del processo. Pertanto, potenziata grazie alla natura tridimensionale e dinamica dei programmi CAD, la dimensione visuale andrebbe anzitutto più profondamente rinsaldata al millenario patrimonio cognitivo offerto dalla Geometria. Troppo spesso vediamo i nostri studenti accanirsi nella manipolazione di configurazioni a forme libere senza alcuna consapevolezza circa le relative proprietà geometriche e costruttive. Avvalendosi dell'attrattività dei programmi di grafica digitale, a nostro parere il primo e urgente obiettivo starebbe nell'offrire nuovamente agli studenti un solido background nell'ambito della modellazione geometrica, basandolo su più approfondite conoscenze di Geometria (per via analogica e digitale) da promuovere in collaborazione con i matematici. Avendo indicato lo spazio quale essenza dell'architettura, riteniamo di porre l'accento sul ruolo della Geometria nella formazione degli architetti. Onde evitare il rischio di ingenui fraintendimenti, precisiamo che sebbene l'architettura non sia fisicamente fatta di Geometria, essa non può essere (proprio per nulla!) realizzata senza il ricorso alla Geometria. La familiarità con lo spazio

e le sue proprietà può essere acquisita utilizzando in modo ampio e integrato tutti gli strumenti e le strategie pedagogiche disponibili, dagli schizzi manuali, le proiezioni, e le maquette, alla modellazione e fabbricazione digitale, intendendoli tutti quali parti di un bagaglio educativo di base a supporto della formazione architettonica nel campo della progettazione, della costruzione, e del restauro, assegnandogli un ruolo simile a quello della grammatica nella formazione letteraria e della matematica nella formazione scientifica.

Ancor più intrigante è l'approccio visuale e interattivo oggi possibile in discipline ingegneristiche tradizionalmente impegnative quali la fisica tecnica, la statica, la scienza delle costruzioni, che potrebbero essere relazionate più direttamente e fruttuosamente alla geometria degli spazi architettonici, unitamente a informazioni relative ad aspetti non-visibili collegati ad altri campi disciplinari. Pertanto, il nostro compito formativo sembra essere duplice, per un verso di carattere disciplinare, ovvero orientato a migliorare l'educazione digitale nel campo della rappresentazione dello spazio, per altro verso di carattere interdisciplinare, ovvero orientato all'interazione della rappresentazione dello spazio con i molteplici altri ambiti disciplinari collegati, sfruttando le opportunità offerte dal digitale, incluso lo straordinario potere cognitivo delle visualizzazioni ottenibili per via eidomatica. In altri termini, l'integrazione fra linguaggi, conoscenze, e procedure, sembra essere una importante questione aperta per il futuro della formazione.

Nella prospettiva di una moderna educazione grafica, un programma formativo avanzato dovrebbe naturalmente includere gli aspetti computazionali, i quali costituiscono la base tecnica del BIM. Padroneggiare l'uso dei parametri, e comprendere gli algoritmi, costituisce nei fatti l'attuale modalità di accesso ai dispositivi disciplinari, nonché lo strumento operativo privilegiato per operare in ciascuno di quei contesti. Il design computazionale si sofferma sul processo, facendo in modo che le macchine svolgano il lavoro ad esse più congeniale, cioè l'esecuzione di calcolazioni sulla base di istruzioni, e lasciando a noi il lavoro per cui siamo meglio disposti, ovvero la formulazione di ipotesi e la valutazione di risultati. A nostro giudizio, il futuro della formazione in architettura, almeno nel futuro più immediato, sarà maggiormente finalizzata al dominio critico dei processi digitali, piuttosto che alla conoscenza approfondita

dei dettagli operativi dei medesimi processi. Va da sé che i fondamenti della tecnologia informatica dovrebbero far parte di ogni curriculum formativo, se non altro per dare la possibilità agli operatori di suggerire agli sviluppatori di software e sistemi adeguate migliori nella qualità di strumenti e programmi. Aggiungiamo infine che, paragonati alla tradizionale modalità statica di trascrizione delle conoscenze mediante trattati cartacei, libri e manuali, gli attuali processi parametrici e di archiviazione dinamica sembrano ridurre considerevolmente lo scarto cognitivo fra teoria e applicazioni, e viceversa.

Come pure le neuroscienze stanno evidenziando, queste e altre specificità del digitale hanno già mostrato profonde differenze rispetto al passato, sia in relazione ai processi cognitivi coinvolti, sia in relazione alle strategie didattiche e agli strumenti da prevedere e implementare, anche nella formazione universitaria in Architettura.

CONCLUSIONI

Come abbiamo visto, le molteplici dimensioni del BIM in quanto sistema rappresentativo e operativo sono strettamente connesse alle molteplici dimensioni dello spazio architettonico, del pensiero architettonico, della formazione architettonica. Il BIM quale potente connettore di conoscenze e operatore interdisciplinare sta progressivamente imponendo un modo di pensare standardizzato, coerente con la perdurante ambizione di archiviare la conoscenza in una sorta di Enciclopedia globale, unitaria, e interattiva, ma anche un modo di operare standardizzato, coerente con la perdurante ambizione di facilitare il collegamento fra la teoria e la prassi. Per essere davvero efficaci, si richiede quindi l'attivazione di una catena virtuosa fra tecnologia, processo, e norme.

Recentemente, parliamo del 2014, l'European Public Procurement Directive (EUPPD) ha notificato formale scadenza ai Paesi UE per l'implementazione delle procedure digitali nella pubblica amministrazione. La direttiva si basa sul variegato retroterra di esperienze maturate nelle diverse realtà nazionali. In ogni caso, forse più che la collaborazione internazionale, alla fine sarà il mercato a delineare gli standard da condividere. Considerando infatti le condizioni del momento, il mercato appare il più potente fattore di selezione evolu-

zionistica per prodotti, attività, visioni. Più precisamente, i mercati del software e dell'hardware stanno già proponendo prodotti testati e implicitamente validati, nei fatti, da vaste comunità di utenti. Ad ogni modo, come sappiamo, a dispetto della globalizzazione, mezzi digitali e rete sono per definizione flessibili, pertanto vi sarà di certo spazio anche per lo sviluppo di stili BIM personalizzati.

Con riguardo all'Italia, la ricerca di uno standard è attivamente in atto. Al proposito, citiamo brevemente un interessante cluster fra i Politecnici di Milano e Torino, e altri partner, precisamente il progetto INNOVance, volto alla implementazione di una banca nazionale di informazioni e dati tecnici, scientifici, economici, al fine di favorire il dialogo fra operatori e istituzioni del mondo delle costruzioni, mentre ulteriori progetti in atto in altri Paesi potrebbero essere menzionati. Naturalmente tali progetti richiedono l'impiego di un codice comunicativo condiviso, l'uso di programmi software interoperabili, e una visione collaborativa, l'obiettivo forse più impegnativo da realizzare.

La formazione costituirà un punto chiave in tale processo, non solo la formazione universitaria, ma anche la formazione superiore e post-universitaria (su cui al Politecnico di Milano si lavora con attenzione), inclusi i programmi di formazione permanente, mirando non solo agli aspetti tecnici ma anche verso più importanti questioni, quali il modo in cui il BIM può supportarci nel migliorare la sostenibilità ambientale e la sensibilità verso la bellezza dell'ambiente costruito, perseguibile anche grazie a una migliore comprensione dei processi di costruzione e di ottimizzazione degli edifici. Comunque, considerando i benefici presenti e attesi dal BIM, in quanto architetti dobbiamo stare all'erta. Il BIM è uno strumento tecnico, ma l'Architettura non riguarda la sola Tecnica, nonostante la parola tecnica fornisca la radice principale alla parola architettura. Occorre quindi evitare derive verso gergalità eccessivamente tecnicistiche. Paradossalmente, ciò non significa che necessiteremo di minori competenze tecniche, ma semmai di maggiori. Così come la poesia necessita del più raffinato uso delle tecniche grammaticali. Dobbiamo prendere confidenza col BIM e le nuove tecniche, nello stesso modo in cui gli architetti del passato avevano familiarità con la matita e con le più avanzate conoscenze tecniche disponibili al loro tempo. D'altra parte, robusti progressi sono attesi nei campi dell'hardware

e dei programmi software, e ancor più nello sviluppo delle interfacce, attualmente ancora troppo rigide. Ma l'obiettivo più importante consisterà nella capacità di incoraggiare e alimentare attivamente il collegamento fra la nostra cultura e sensibilità architettonica, e i nuovi strumenti digitali per il progetto, ambendo a trarre da essi il massimo apporto nell'accrescere l'immaginazione senza smarrire la nostra profonda identità di architetti. Al fine di lasciare alle future generazioni il migliore degli ambienti architettonici possibili.

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare i miei allievi Freeda Jane Madius per la revisione del testo in lingua inglese, e Matteo Caviglià per l'editing tipografico del documento.

BIBLIOGRAFIA

L. Cocchiarella (ed.). *The Visual Language of Technique (Vol.1 History and Epistemology. Vol 2 Heritage and Expectations in Research. Vol. 3 Heritage and Expectations in Education)*. Springer, Cham Heidelberg New York Dordrecht London, 2015

L. Cocchiarella. *Projective Visualizzazione. A Widespread Design Tool*. In G. Amoroso (editor). *Visual Computing and Emerging Geometrical Design Tools*. IGI Global, Hershey PA, USA, 2016, pp. 274-289

C.C. Cory. *New Visualization Techniques in AEC-BIM More than Modeling*. In L. Cocchiarella (editor). *The Visual Language of Technique (Vol.2)*. Springer, Cham Heidelberg New York Dordrecht London, 2015, pp. 49-64

P.L. Galison. *Computer simulation and the trading zone*. In P.L. Galison & D.J. Stump (eds.). *The Disunity of Science: Boundaries, Contexts, and Power*. Stanford University Press, 1996

A. Osello. *Il futuro del disegno con il BIM per ingegneri e architetti*. Flaccovio, Palermo 2012.

S. Race. *BIM demystified: an architect's guide to Building Information Modelling/Management (BIM)*. RIBA, London 2013

DISSERTAZIONI RECENTI

S. Compagnoni, A. Pagliuca (Master thesis, tutor E. Arlati). *Modellare con l'industria. Guida all'implementazione della metodologia BIM in un progetto impiantistico-industriale*. School of Architecture Urban Planning Construction Engineering, Politecnico di Milano, A.Y. 2014-2015.

A. Moscardi (Master thesis, tutor E. Arlati). *BIM & Facility Management. Ristrutturare, gestire, mantenere tramite modelli digitali*. School of Architecture Urban Planning Con-

struction Engineering, Politecnico di Milano, A.Y. 2014-2015.

WEB

National Building Specification (NBS). Retrieved from: <http://www.thenbs.com/bim/what-is-bim.asp> (2013)

INNOVance project: www.innovance.it

Postgraduate programmes focusing on Digital Modelling, basic and advanced BIM at the Politecnico di Milano: www.polimi.it/en/programmes/specializing-masters-and-postgraduate-programmes/