

DIGITAL LANDSCAPES

PAESAGGI DIGITALI

**DIGITAL PROCESSES FOR THE REPRESENTATION
OF CITY, ARCHITECTURE, PRODUCT**

**PROCESSI DIGITALI PER LA RAPPRESENTAZIONE
DELLA CITTÀ, L'ARCHITETTURA, IL PRODOTTO**

Direttori

Massimiliano Lo Turco
Politecnico di Torino

Michele Calvano
CNR ISPC – Institute of Heritage Science

Comitato scientifico

Stefano Converso
Università degli Studi Roma Tre

Giuseppe Fallacara
Politecnico di Bari

Elisabetta Caterina Giovannini
Politecnico di Torino

Marwan Halabi
Beirut Arab University

Alexandra Paio
ISCTE–IUL Lisbona

Alberto Pugnale
University of Melbourne

Michela Rossi
Politecnico di Milano

Alberto Sdegno
Università degli Studi di Trieste

José Pedro Sousa
Universidade do Porto

Roberta Spallone
Politecnico di Torino

Graziano Mario Valenti
Sapienza – Università di Roma

Comitato di redazione

Francesca Guadagnoli
Sapienza – Università di Roma

La collana adotta un sistema di valutazione dei testi basato sulla revisione paritaria e anonima (*peer-review*). I criteri di valutazione adottati riguardano: l'originalità e la significatività del tema proposto; la coerenza teorica e la pertinenza dei riferimenti rispetto agli ambiti tematici propri della collana; l'assetto metodologico e il rigore scientifico degli strumenti utilizzati; la chiarezza dell'esposizione e la completezza d'analisi. Per temi specifici la revisione anonima è effettuata da esperti esterni scelti dal comitato scientifico.

..dL

Digital landscapes / Paesaggi digitali

Digital processes for the representation of city, architecture, product

Processi digitali per la rappresentazione della città, l'architettura, il prodotto

Landscape is not scenery, it is not a political unit; it is really no more than a collection, a system of man-made spaces on the surface of the earth. Whatever its shape or size it is never simply a natural space, a feature of the natural environment; it is always artificial, always synthetic, always subject to sudden or unpredictable change.

J.B. JACKSON

La collana mette in luce il ruolo della rappresentazione digitale come metodo di prefigurazione del progetto e come strumento di indagine per la conoscenza. Le rappresentazioni, che siano rivolte al pensiero, alla comunicazione o alla costruzione, sono generalmente improntate su processi impliciti che scaturiscono nella mente del progettista. La digitalizzazione impone la necessaria esplicitazione delle azioni per la costruzione dei modelli. Gli ambiti indagati sono il paesaggio, la città, l'architettura e il prodotto. Attraverso esperienze teoriche e casi studio si dimostra quanto le scelte insite nei processi siano foriere di creatività e invenzione. L'interesse verso le procedure per disegnare prevede l'utilizzo di processi aperti e condivisi anche per agevolare il dialogo tra le discipline, rendendo il modello informato e creando un nuovo legame tra modello concettuale e modello costruttivo.

The book series highlights the role of digital representation as a method of foreshadowing the project and as an investigative tool for knowledge. The representations, whether they are aimed at thought, communication or construction, are generally based on implicit processes that flow into the mind of the designer. Digitisation imposes the necessary explicitation of actions for the construction of models. The areas investigated are the landscape, the city, the architecture and the product. Through theoretical experiences and case studies it is shown how much the choices embedded in the processes are the harbingers of creativity and invention. The interest in procedures for designing involves the use of open and shared processes also to facilitate dialogue between disciplines, making the model informed and creating a new link between conceptual model and construction model.

Classificazione Decimale Dewey:

720.28568 (23.) ARCHITETTURA. Realtà virtuale

CATERINA **MORGANTI**, CRISTIANA **BARTOLOMEI**

H-BIM
L'EVOLUZIONE DI UNA
METODOLOGIA DI MODELLAZIONE

H-BIM
THE EVOLUTION OF A MODELLING
METHODOLOGY

Prefazione di

ALFONSO IPPOLITO

Postfazione di

KIMINORI NAKAZAWA





ISBN
979-12-218-0727-1

PRIMA EDIZIONE
ROMA 22 MAGGIO 2023

*«Cultivate sempre pensieri positivi,
l'entusiasmo non può fiorire in un terreno pieno di paura.»*

Napoleon Hill

INDICE

- 11 *Prefazione*
di ALFONSO IPPOLITO
- 15 Capitolo I
Introduzione
- 21 Capitolo II
Evoluzione del disegno digitale
- 43 Capitolo III
BIM, H-BIM, E-BIM:
origine, significato e stato dell'arte
- 65 Capitolo IV
La normativa vigente
- 85 Capitolo V
La gestione dei dati nel processo H-BIM
- 93 Capitolo VI
Acquisizione dei dati per la generazione della
nuvola di punti: fotomodellazione per la model-
lazione H-BIM

- 117 Capitolo VII
 Acquisizione dei dati per la generazione della
 nuvola di punti: fotomodellazione per la model-
 lazione H-BIM con rilievo con drone
- 147 Capitolo VIII
 Acquisizione dei dati per la generazione della
 nuvola di punti: laser scanner per la modella-
 zione H-BIM
- 179 Capitolo IX
 Modellazione *reality-based*
- 191 Capitolo X
 Raccolta dei dati specializzati, inserimento,
 archiviazione e condivisione
- 207 Capitolo XI
 Approccio integrato dell'H-BIM
 nell'ottica della sostenibilità
- 217 Capitolo XII
 Conclusioni
- 227 *Postfazione*
 di KIMINORI NAKAZAWA
- 229 *Bibliografia*

PREFAZIONE

«Il tempo lineare è un'invenzione dell'Occidente. Il tempo non è lineare, è un meraviglioso groviglio dove, in qualsiasi momento, possiamo scegliere punti e inventare soluzioni, senza inizio e senza fine» (Lina Bo Bardi).

Questa citazione al femminile mi sembra molto opportuna per questo volume. Ma mi sembra ancora più opportuna se al concetto del tempo leghiamo quello di conoscenza. Probabilmente più volte nel nostro lavoro ci siamo chiesti quale possa essere la funzione della conoscenza, immaginandola come una immensa ricchezza, comune o personale, a cui possiamo accedere ogni qualvolta ne sentiamo la necessità. Grandi quantità di informazioni vengono perfezionate, predisposte e custodite nei libri, negli articoli scientifici, nel *web*, etc., pronte ad essere tirate fuori da chiunque ne abbia bisogno e trasmesse a chiunque lo desideri. Sicuramente la conoscenza non deve essere vista soltanto come frutto di acquisizione, custodia e utilizzo di informazioni, ma come qualcosa che si conclude anche in sé stessa e che potremmo sostantivare con la parola “sapere”.

Questo è quello che accade ogni volta che ci avventuriamo all'interno del *Cultural Heritage*, in cui la parola “sapere” e il suo utilizzo ci aiuta sicuramente a

trasformare il modo di vedere le cose. Certamente aiuta tutti noi a contenere tutte queste informazioni all'interno del nostro intelletto, non soltanto nel campo tangibile, ma anche in quella sfera dell'effimero aiutandoci a semplificare ciò che spesso risulta intricato.

Questa premessa è sicuramente indispensabile per inquadrare l'essenza e la qualità dell'approccio utilizzato dalle autrici del volume. Questo, organizzato in dodici capitoli, è sicuramente il risultato di un articolato processo mirato a investigare all'interno del *Cultural Heritage*, declinato nel campo dei processi BIM (*Building Information Modelling*) e H-BIM (*Heritage/Historic Building Information Modelling*). La struttura del volume è il risultato di una idea che, attraverso una categorizzazione logico-matematica, organizza il "sapere" e quindi la conoscenza accompagnandoci in un susseguirsi di capitoli che descrivono un processo ormai di ineludibile attualità.

È ormai consolidato che esistono significative inefficienze riguardo all'impostazione degli studi sulla gestione del patrimonio culturale – dalla documentazione, alla conservazione, alla riabilitazione, al restauro ed alla ricostruzione – e che nello stesso tempo c'è sempre un maggiore interesse nell'adozione di metodologie che mirano a sanarle¹. Diventa quindi sempre più necessario sviluppare soluzioni e processi che mirino a una più corretta organizzazione delle vastissime informazioni strettamente legate al patrimonio culturale. Proprio in questo, il volume si distingue tracciando un percorso

¹ Jordan-Palomar I., Tzortzopoulos P., García-Valdecabres J., Pellicer E., *Protocol to Manage Heritage-Building Interventions Using Heritage Building Information Modelling (HBIM)*. In «Sustainability», 2018, 10, p. 908.

molto ben strutturato delle potenzialità offerte dal BIM, declinandolo in sette casi di studio nazionali ed internazionali. Nel susseguirsi dei capitoli si dimostra come queste informazioni siano necessarie a definire ogni singola entità caratterizzante il patrimonio culturale attraverso l'integrazione di informazioni eterogenee sempre più ricche. Il prototipo virtuale (H-BIM) è costituito da un grandissimo *database* indicizzabile che contiene le informazioni geometriche e storiche, manifestando relazioni non immediatamente evidenti sotto l'enorme quantità di dati ed informazioni riferite al patrimonio architettonico.

Offre inoltre la possibilità di trarre informazioni che si muovono tra la ricerca, la tutela, la conservazione e la divulgazione ormai fondamentali in un processo decisionale e strategico finalizzato alla gestione del patrimonio culturale.

Pertanto, il volume si raccomanda per l'organizzazione del lavoro di ricerca, per la sicura impostazione metodologica, per la completezza dei dati, per l'essenziale precisione descrittiva, risultando essere un contributo per «mettere innanzi nuove cose trovate da noi per vedere se gli si può acquistar pari o maggior lodi di loro» (Leon Battista Alberti, *De Re Aedificatoria*, I,9).

CAPITOLO I

INTRODUZIONE

I processi BIM (*Building Information Modelling*) e H-BIM (*Heritage/Historic Building Information Modelling*) sono il modo più efficace per conoscere le strutture architettoniche nuove ed esistenti, integrando le potenzialità più avanzate della modellazione 3D e dell'archiviazione strutturata di informazioni di tipo eterogeneo.

Molte applicazioni H-BIM portano alla sistematizzazione dei dati di rilievo, anche se non è ancora chiaramente definito un metodo di lavoro univoco.

Il presente studio ha inteso indagare due primarie questioni: da un lato la riflessione è incentrata sulle modalità e le condizioni che orientano l'attuale *status* della ricerca e la relativa definizione dei protocolli informativi e normativi che guidano le possibilità applicative del BIM nel campo del patrimonio costruito; dall'altro la messa in luce dei principali fattori di criticità che vengono qui assunti come presupposto su cui fondare i futuri sviluppi in un'ottica aperta ad accogliere l'intero iter processuale: dalla conoscenza alla modellazione dell'opera.

Il percorso seguito dallo studio ha dunque preso avvio da una discretizzazione del processo, per poi proseguire con una analisi delle singole sequenze di lavoro attraverso una disamina delle loro criticità e punti di forza e teso ad evidenziare con rigore analitico i

collegamenti tra i vari step, mediante un riscontro nell'applicazione reale in coerenza con quanto indicato nella normativa vigente.

Il punto di partenza che differenzia BIM e H-BIM risulta quello del rilievo dell'esistente attraverso l'utilizzo del processo *Scan-to-BIM*. Conseguentemente buona parte della letteratura scientifica si focalizza sul processo di segmentazione della nuvola di punti per la generazione di oggetti parametrici. Tale aspetto, anche se di indiscussa valenza, appare al contempo alquanto limitativo rispetto alle istanze poste, essendo solo espressione di una modalità di natura geometrica relativa alla modellazione.

La modellazione geometrica deve essere invece considerata come una chiave di accesso di una metodica complessa che contempla una molteplicità di contenuti informativi che caratterizzano e differenziano l'H-BIM dai tradizionali strumenti di rappresentazione tridimensionale.

Risulta necessario alzare lo sguardo verso una complessità di sistema entro cui l'H-BIM, nelle sue diverse interpretazioni operative, è lo strumento su cui poter veicolare i flussi informativi che attraversano l'intero spettro delle componenti specialistiche e condurli all'interno di un dominio di condivisione che garantisca l'interoperabilità e la tracciabilità dell'intero processo.

I progetti che riguardano i beni culturali, che essi siano di conservazione, protezione o restauro hanno un ruolo sempre più preminente in tutto il mondo.

Il settore dell'industria delle costruzioni ha adottato il *Building Information Modelling* (BIM) per le sue capacità di pianificazione e controllo sulle diverse tipologie di interventi in modo completo, coordinato e decentralizzato.

Questi vantaggi hanno influenzato anche la modalità di relazionarsi al patrimonio culturale esistente, la cui complessa attività di gestione ha portato a considerare sempre più il concetto di *Heritage BIM*, che persegue la modellazione di elementi architettonici in conformità alle loro caratteristiche costruttive e storico-artistiche.

I beni culturali materiali, in particolare quelli immobili, quali monumenti, complessi architettonici, edifici storici e siti archeologici, costituiscono il principale campo di applicazione di questo nuovo approccio. In questo contesto, così vasto e variegato, è chiara la necessità di avere modelli 3D digitali completi ed esaustivi quali strumenti di riferimento per la comprensione, il monitoraggio, la ricostruzione e la eventuale predisposizione di interventi futuri.

Per tale ragione è assolutamente necessario essere in possesso di una base di dati che comprenda un'ampia documentazione grafica, testuale, tecnica, storica e semantica, che per molti edifici storici risulta essere lacunosa o frammentaria, che porta spesso a una gestione inefficiente del progetto, influenzando tempi e costi dei processi di manutenzione, di adeguamento e di tutti gli interventi riguardanti il patrimonio storico. Inoltre, nell'ultimo decennio i progetti dell'industria dell'architettura, dell'ingegneria e delle costruzioni (AEC) sono stati caratterizzati da nuove metodologie di consegna dei progetti e dall'utilizzo di nuovi strumenti di progettazione in costante miglioramento.

Un progetto nel settore edilizio inizia con una fase di indagine, seguita da una fase di pianificazione e progettazione, una fase di esecuzione, una fase di vita dell'opera, seguita da una eventuale fase di demolizione

o ripresa del ciclo stesso. Rischi diversi possono essere presenti in ciascuna delle differenti fasi.

Per ottenere la maggior efficienza da ogni fase del processo vi è sempre una maggior richiesta di individuare metodi e strumenti atti all'ottenimento di un processo ottimale.

Nel presente volume vengono affrontati alcuni problemi che sono stati filtrati a valle di una indagine svolta sulla letteratura scientifica e che vengono di seguito elencati:

- Come è possibile declinare un processo BIM sull'esistente?
- Quali implicazioni tecniche comporta l'applicazione del BIM sul patrimonio costruito?
- Quali strumenti accompagnano una progettazione H-BIM?
- Cosa prevede la normativa in termini di applicazioni del BIM sull'esistente?
- Quali competenze si richiedono ai tecnici coinvolti in un processo H-BIM?
- Quali saranno gli sviluppi futuri dell'H-BIM?

L'obiettivo di questo volume è quello di analizzare strumenti e metodi per l'applicazione dell'H-BIM comprendendone le criticità e fornendo soluzioni utili in questo campo non ancora del tutto strutturato e definito. Al contempo, la finalità non è circoscrivibile alla semplice produzione di modelli 3D semanticamente strutturati e parametrici a partire da una nuvola di punti

ottenuta con un rilievo digitale, ma ambisce a definire i criteri e le metodiche di applicazione dell'H-BIM all'interno dell'intero processo, in un momento storico in cui vi è una forte spinta verso la valorizzazione del patrimonio edilizio esistente a vantaggio di un minor consumo del territorio.

Testare la valenza della procedura BIM sul patrimonio esistente significa capire gli sviluppi futuri di tale procedura in relazione, non solo alle nuove costruzioni, ma estendere l'applicazione BIM come procedura standard per qualsiasi intervento sugli edifici esistenti a prescindere dalla loro identità e dall'entità del lavoro da compiere.

Il carattere eterogeneo del nostro patrimonio edilizio induce necessariamente verso la formazione di nuove figure professionali capaci di operare su piattaforme e protocolli comuni.

L'impostazione metodologica scelta prevede un processo che parte dalla conoscenza dello stato dell'arte in tema di H-BIM con lo studio dell'attuale normativa in materia e la presentazione di alcuni casi studio di maggior rilevanza. Si è condotta una revisione approfondita della letteratura in merito al processo H-BIM. La revisione della letteratura presenta un'analisi critica dell'utilizzo del processo H-BIM nel settore edile globale, verificando gli ostacoli all'implementazione di questo *workflow*.

L'H-BIM rappresenta un passaggio fondamentale per realizzare un'infrastruttura digitale integrata, grazie alle sue capacità di modellazione, visualizzazione, analisi e simulazione.

Partendo da un'analisi critica dell'uso attuale dell'H-BIM nel processo edilizio e della sua diffusione sono

state evidenziate le potenzialità e le criticità di questa metodologia di modellazione, oltre che un approfondimento sullo studio degli strumenti di acquisizione dei dati, dell'elaborazione degli stessi e di post-produzione. Si è proceduto al testing su casi specifici per l'analisi della fase di modellazione *reality-based*, casi che si differenziano per tipologia di utilizzo, per data di costruzione, proprietà, localizzazione e tipologia di rilievo

Queste diverse condizioni influenzano l'applicazione dell'H-BIM, il suo livello di informazioni e le sue funzionalità di supporto per quanto riguarda i processi di progettazione, costruzione e manutenzione a causa dei requisiti delle parti interessate.

Infine, sono state definite le conclusioni e formulate raccomandazioni riguardo al futuro utilizzo del processo H-BIM nel settore delle costruzioni. In particolare, definendo l'emergente frontiera del *digital twin*, quale veicolo necessario nel futuro della Costruzione 4.0.