

Strumenti digitali per il mondo delle costruzioni

*Original*

Strumenti digitali per il mondo delle costruzioni / Del Giudice, M. - In: MAIN10ANCE | Dal rilievo al progetto di conservazione programmata sostenibile | Materiali, Tecniche, Strumenti. / Fasana S., Zerbinatti M.. - ELETTRONICO. - Novara : Confartigianato Imprese Piemonte Orientale, 2022. - ISBN 9788885745827. - pp. 35-45

*Availability:*

This version is available at: 11583/2972686 since: 2023-06-09T07:27:33Z

*Publisher:*

Confartigianato Imprese Piemonte Orientale

*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)



MAINTOANCE



**DAL RILIEVO AL PROGETTO DI CONSERVAZIONE  
PROGRAMMATA SOSTENIBILE.  
MATERIALI, TECNICHE, STRUMENTI.**

## Quadro della ricerca

**PROGRAMMA OPERATIVO DI COOPERAZIONE TRANSFRONTALIERA  
ITALIA-SVIZZERA 2017-2020**

# **I SACRI MONTI: PATRIMONIO COMUNE DI VALORI, LABORATORIO PER LA CONSERVAZIONE SOSTENIBILE ED UNA MIGLIORE FRUIBILITÀ TURISTICA DEI BENI CULTURALI**

ID progetto 473472

## Capofila e partners del progetto

### Parte italiana

Capofila: Università del Piemonte Orientale

partner associati:

- Ente di Gestione dei Sacri Monti
- Politecnico di Torino, Dipartimento di Ingegneria Strutturale Edile e Geotecnica - DISEG
- Confartigianato Imprese Piemonte Orientale
- Centro per la Conservazione e il Restauro dei Beni Culturali "La Venaria Reale"
- Regione Piemonte

### Parte svizzera

Capofila: Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana

partner associati:

- Repubblica e Cantone Ticino - Dipartimento del territorio - Ufficio dei beni culturali
- Repubblica e Cantone Ticino Dipartimento delle finanze e dell'economia - Sezione della logistica

## Gruppo di lavoro e ricerca

### Parte italiana

#### Università del Piemonte Orientale

##### Assegni di Ricerca / Borse di studio

EI Emmanuele Iacono  
GMV Gianvito Marino Ventura

#### Politecnico di Torino

MDG Matteo Del Giudice  
SF Sara Fasana  
AL Andrea Maria Lingua  
MZ Marco Zerbinatti

##### Assegni di Ricerca / Borse di studio

IB Ilaria Bonfanti  
EC Elisabetta Colucci  
IDL Ilaria De Luci  
MI Marco Indolfi  
FM Francesca Matrone  
AS Alessandra Spadaro

#### Ente di Gestione dei Sacri Monti

AA Antonio Aschieri  
MP Marco Posillipo

#### Confartigianato Imprese Piemonte Orientale

MC Marco Cerutti  
(TC Tania Catalano)  
(MDM Michela Dello Stritto)  
(RF Renzo Fiammetti)  
(AS Alessandro Scandella)  
(AS Andrea Scarafiotti)  
(CV Claudia Vignarelli)

### Parte svizzera

#### Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana - SUPSI

GJ Giacinta Jean  
AJ Albert Jornet  
FP Francesca Piqué  
GR Giulia Russo

#### Repubblica e Cantone Ticino - Dipartimento del territorio - Ufficio dei beni culturali

LC Lara Calderari

#### Repubblica e Cantone Ticino - Dipartimento delle finanze e dell'economia - Sezione della logistica

TD Timothy Delcò

#### Contributi di professionisti, di consulenti o di persone appartenenti ad altri Enti

GB Gianni Bretto  
AS Andrea Scotton

*Questo volume è stato prodotto e cofinanziato da Confartigianato Imprese Piemonte Orientale in qualità di partner del progetto di cooperazione MAIN10ANCE, con l'intento di stimolare le scuole tecniche e professionali del territorio a inserire nei propri piani di studio momenti di approfondimento per la valorizzazione della cultura e del patrimonio tradizionale diffuso; si propone come guida operativa per la lettura e l'interpretazione del contesto territoriale e delle tecniche costruttive tradizionali, nonché per l'utilizzo di nuovi strumenti multimediali per il rilievo e la modellazione del costruito, con l'obiettivo generale di diffondere interesse per la conoscenza di questi temi e favorire l'applicazione di buone pratiche di conservazione.*

*Il volume insieme con i "Kit digitali" - distribuiti agli Istituti Tecnici delle Province di Vercelli, Novara e Verbano Cusio Ossola che hanno attivi i corsi di Costruzione Ambiente e Territorio - rappresentano azioni concrete che Confartigianato Imprese Piemonte Orientale ha messo in campo per promuovere un rinnovato dialogo tra le generazioni, per diffondere consapevolezza dei valori della cultura locale e del "saper fare" presso i giovani, in coerenza con gli obiettivi Statutari dell'Associazione e con la volontà degli Organi Direttivi.*

**MAIN10ANCE**

**DAL RILIEVO AL PROGETTO DI CONSERVAZIONE  
PROGRAMMATA SOSTENIBILE**

**MATERIALI, TECNICHE, STRUMENTI**

**a cura di Sara Fasana e Marzo Zerbinatti**



## IMPOSTAZIONE E SCOPO DEL VOLUME

S. FASANA

# 1

## DALLA LETTURA DEL PAESAGGIO ANTROPIZZATO, ALLA CONOSCENZA DEL CONTESTO, ALLA CULTURA DEL COSTRUITO

1 | 1

### 1.0 RICHIAMI PER LA LETTURA DEL PAESAGGIO ANTROPIZZATO

S. FASANA, M. ZERBINATTI

# 2

## MATERIALI LOCALI E MAGISTERI TRADIZIONALI: CULTURA TECNICA PER LA CONSERVAZIONE, L'INNOVAZIONE SOSTENIBILE E LA CURA DEL PATRIMONIO

3 | 1

### 2.0 INTRODUZIONE

M. ZERBINATTI

### 2.1 OPERE DI PIETRA A SECCO: LE PAVIMENTAZIONI

G. BRETTO

### 2.2 OPERE DI PIETRA A SECCO: LE SEI REGOLE PRATICHE DEL BUON COSTRUIRE

G. BRETTO

### 2.3 IL TETTO STORICO

A. SCOTTON

### 2.4 MURATURE A VISTA, INTONACI, SUPERFICI TINTEGGIATE

M. ZERBINATTI

### 2.5 GESTIONE DEL VERDE ARBOREO DEI GIARDINI AD ALTA FRUIZIONE

A. ASCHIERI

# 3

## NUOVI STRUMENTI PER UNA CONOSCENZA DIFFUSA E CONDIVISA

3 | 1

### 3.1 INTRODUZIONE ALLA DIGITALIZZAZIONE PER IL COSTRUITO

A.M. LINGUA, F. MATRONE, S. FASANA, M. INDOLFI

### 3.2 STRUMENTI INNOVATIVI PER LA RAPPRESENTAZIONE, IL PROGETTO E LA GESTIONE DEL COSTRUITO

M. DEL GIUDICE, M. VOZZOLA, E. COLUCCI, F. MATRONE

### 3.3 SCENARI FUTURI

E. IACONO, G.M. VENTURA, M. CERUTTI

## 3.2.1 STRUMENTI DIGITALI PER IL MONDO DELLE COSTRUZIONI

di Matteo Del Giudice

### COSA SI INTENDE PER DIGITALIZZAZIONE?

Nell'era della connessione, il concetto di digitalizzazione è fondamentale per innovare l'industria delle costruzioni. Questo termine è declinato in tre modi diversi:

- *Digitization*, il passaggio di audio, video, immagini e testo dall'analogico al digitale;
- *Digitalization*, uso dell'informazione digitale nella pratica comune per ottimizzare la gestione di dati e fornire nuovi guadagni e opportunità di produzione di valore;
- *Digital transformation*, un fenomeno che comporta cambiamenti tecnologici, digitali ma anche professionali, aziendali e culturali che si riflettono su tutti gli aspetti della vita sociale.

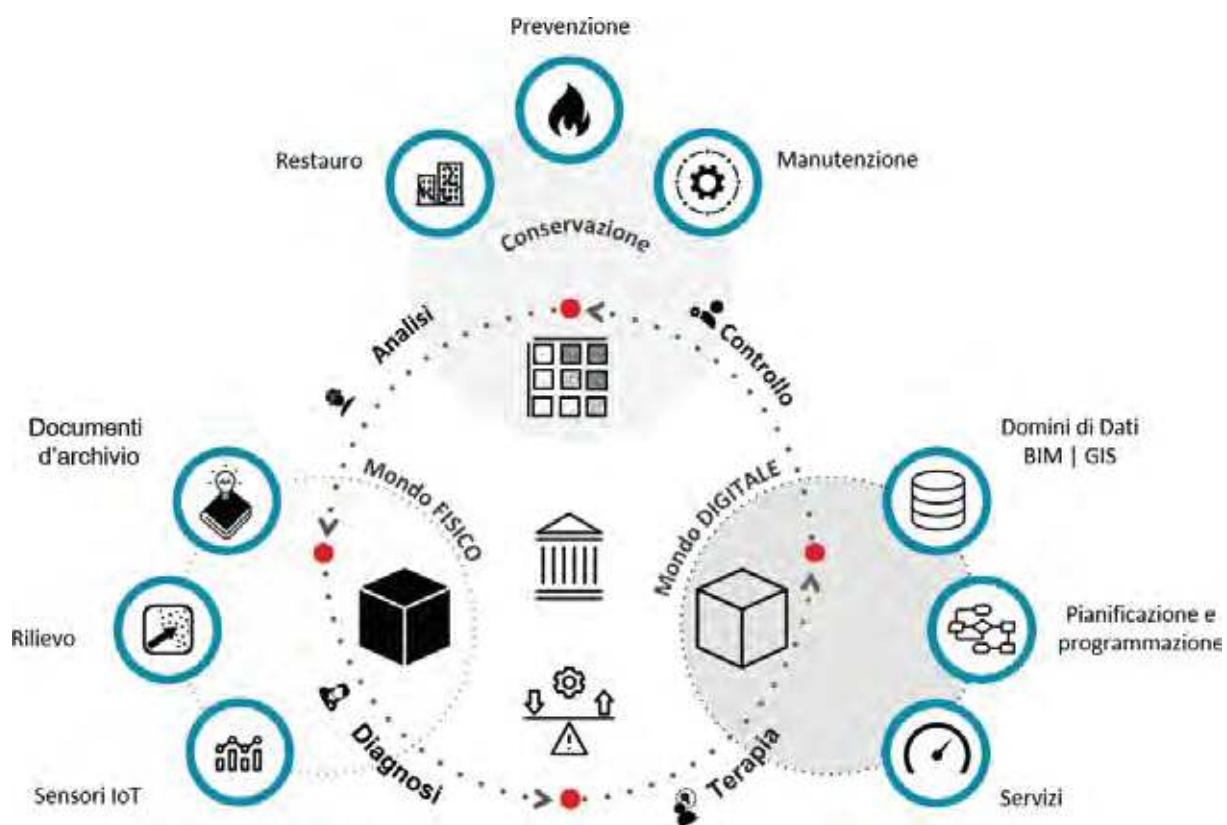
La corretta combinazione di questi concetti offre l'opportunità di raccogliere le sfide di quest'epoca definendo nuovi metodi e strumenti di lavoro per innovare l'industria delle costruzioni.

### SU QUALI TEMATICHE SI CONCENTRA LA DIGITALIZZAZIONE PER IL MONDO DELLE COSTRUZIONI?

La digitalizzazione nel settore delle costruzioni sta offrendo opportunità significative per l'intera filiera delle costruzioni, migliorando le pratiche esistenti, integrando tecnologie e strumenti dirompenti che possono portare a nuovi processi, modelli di business, materiali e soluzioni, con significative potenzialità anche per la gestione del patrimonio architettonico e per le sfide rappresentate dagli obiettivi di riqualificazione del patrimonio esistente.

La digitalizzazione del settore delle costruzioni si concentra su una serie di tematiche legate a tre categorie principali:

- tecnologie di acquisizione dei dati (e.g. sensori);



- processi di automazione (e.g. robotica);
- informazioni e analisi digitali (e.g. *Building Information Modelling* - BIM) per la rappresentazione grafica.

Figura 1  
Componenti principali di un *Digital Twin* del patrimonio costruito.

### IN COSA CONSISTE IL BIM?

È possibile trovare varie definizioni dell'acronimo BIM, tra cui *Building Information Modelling*, *Model*, *Management*. Senza dubbio è possibile definire il BIM come una metodologia di lavoro basata sulla condivisione delle informazioni tra i vari attori del processo edilizio. Per questo motivo, questa innovazione prevede l'elaborazione di un'unica banca dati grafica 3D parametrica, che deve essere condivisa tra tutti gli utenti. Sebbene questa metodologia sia di solito associata ai nuovi edifici, diversi ricercatori hanno integrato la definizione di BIM orientandola verso vari argomenti tra cui la conservazione, il restauro e la manutenzione (*Conservation, Prevention, Maintenance* - CPM) del patrimonio immobiliare storico architettonico e il *Facility Management* (FM) attraverso sistemi *Computerized Maintenance Management System* (CMMS).

## IN COSA DIFFERISCE UN MODELLO HBIM DA UN MODELLO BIM?

Nel momento in cui si associa il BIM agli edifici storici, come per esempio il complesso dei Sacri Monti, è necessario comprendere la complessità tridimensionale degli elementi che si andranno a sviluppare sulla base del quadro esigenziale definito dalla committenza. Per questo motivo è stato coniato l'acronimo HBIM che tiene conto di questa complessità.



Figura 2  
Definizione degli obiettivi e degli usi del modello HBIM.

A questo acronimo sono associate varie definizioni a livello internazionale che possono essere sintetizzate da quelle elencate di seguito:

- *Historic Building Information Modelling (HBIM)*, si concentra sull'elaborazione di librerie di oggetti dettagliati che mappano i componenti di un manufatto a partire da nuvole di punti, ricreando forme complesse presenti negli edifici storici<sup>1</sup>;
- *Built Heritage Information Modelling and Management (BHIMM)*, si focalizza su numerose questioni tra cui la documentazione "As-built", la gestione delle strutture, la valutazione e il monitoraggio, la gestione dell'energia e degli spazi<sup>2</sup>.

Non esiste ancora un metodo consolidato che metta insieme i diversi aspetti sollevati in precedenza per lo sviluppo di un database interoperabile e dinamico del patrimonio storico sfruttabile dai professionisti, dai tecnici e dagli utenti finali interessati a un certo manufatto.

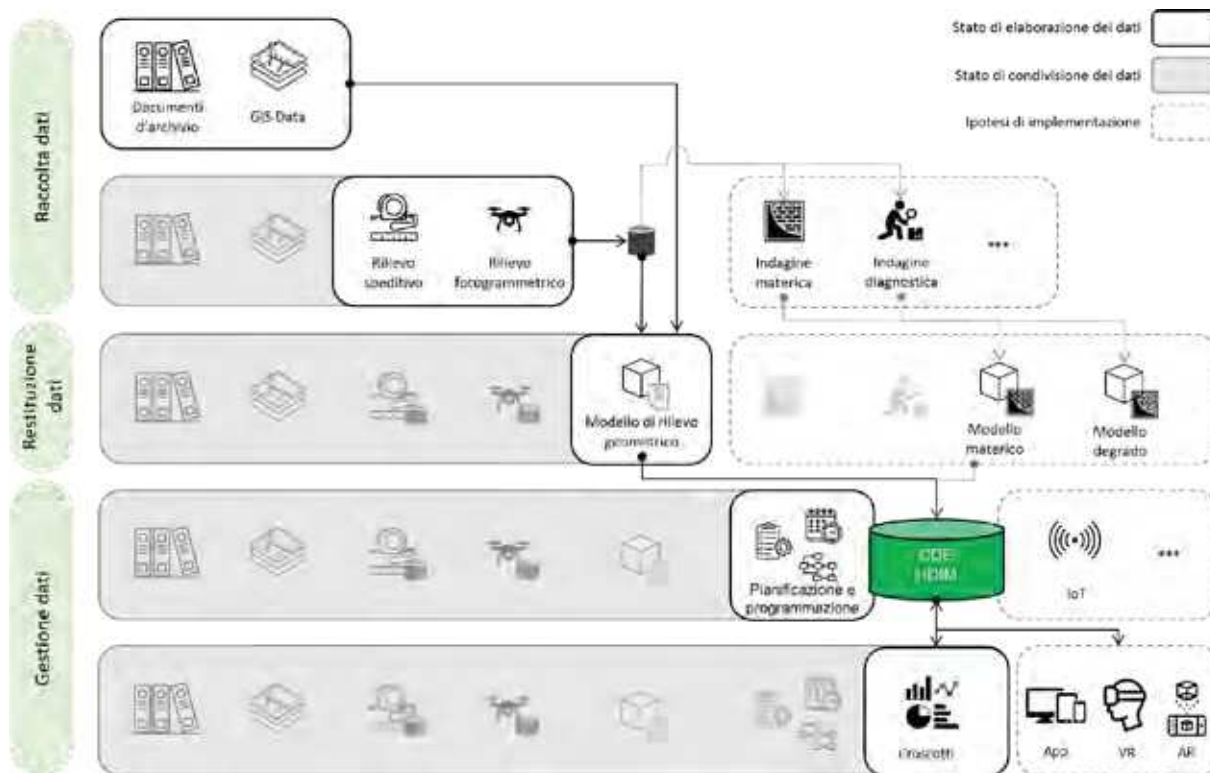
1. Murphy, McGovern, & Pavia, 2013.

2. Ciribini, Mastrolembo Ventura, & Paneroni, 2015.

**LA DIGITALIZZAZIONE PER IL MONDO DELLE COSTRUZIONI  
INTERESSA SOLO LE NUOVE COSTRUZIONI?**

No, anche perché la maggior parte del patrimonio immobiliare è costituito da edifici esistenti.

Il patrimonio costruito offre molteplici opportunità da raccogliere per vincere le sfide legate al cambiamento climatico, per esempio. In particolare, la gestione del costruito è una grande tematica che fa riferimento agli edifici esistenti, ma anche al patrimonio storico architettonico che deve essere tutelato, recuperato e valorizzato attraverso azioni di gestione virtuose.



Questo contributo analizza il valore della modellazione informativa HBIM per il patrimonio culturale esistente, nell’ambito del progetto *MAIN10ANCE* che rilegge il patrimonio culturale con nuovi occhi per trarre insegnamenti da luoghi simbolo del territorio e della nostra storia, coniugando soluzioni tecniche tradizionali e innovative per elaborare buone pratiche di gestione, conservazione e manutenzione<sup>3</sup>.

Figura 3  
Processo di sviluppo di un modello di rilievo per l’ambiente di condivisione CDE-HBIM.

3. <https://main10ance.eu/>.

**COSA È UN MODELLO AS-IS?**

La creazione di un modello digitale è tipicamente associata al concetto di progetto *As-Built*, che contiene quindi tutti gli elaborati che descrivono l'opera come è stata effettivamente costruita. Tuttavia, a seguito di modifiche progettuali in corso d'opera o di difformità fra progetto e realizzazione, si rileva una difformità tra lo stato di fatto legato alla realizzazione delle opere e gli elaborati grafici legati al progetto. Per questo, nell'ambito di edifici esistenti, specialmente quelli legati al patrimonio storico architettonico, si parla di modelli *As-is*, in cui si pone attenzione al vero stato di fatto del manufatto, rilevando le sue caratteristiche geometriche per confrontarle con gli elaborati di progetto. In questo modo, si sviluppa un modello informativo che dovrà essere valutato in termini di affidabilità (*Level of Reliability* - LOR), considerando il livello di qualità (LOQ) e di accuratezza (LOA).

È possibile affermare quindi che il modello *As-is* fa riferimento all'elaborazione di un modello legato allo stato di fatto di un progetto. Può essere considerato un modello di rilievo che nasce e si sviluppa sulla base di un'analisi regressiva delle informazioni che si possono estrarre dalle fonti eterogenee di riferimento del manufatto (documenti d'archivio, disegni cartacei, ecc.).

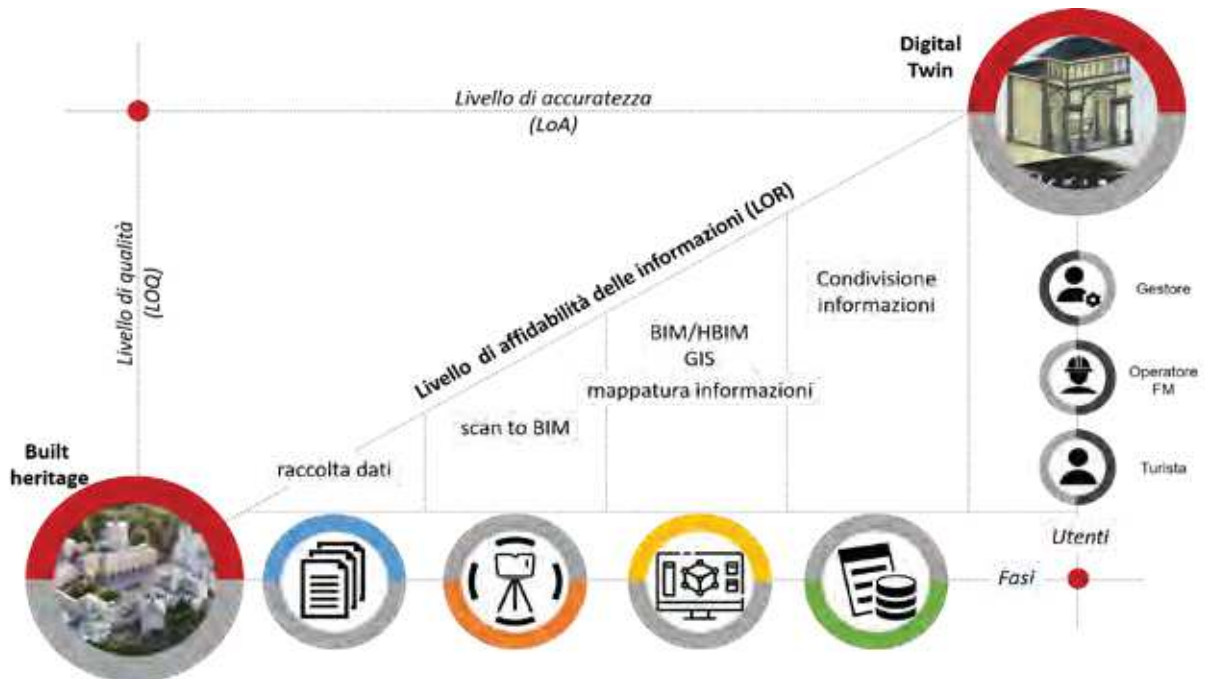


Figura 4  
Relazione tra le fasi di elaborazione del modello informativo e del livello di affidabilità.

### QUALI SONO LE FASI FONDAMENTALI PER L'ADOZIONE DEL BIM IN UN PROGETTO?

È possibile definire le fasi preliminari per implementare il BIM in un progetto:

- definire gli obiettivi, usi del modello e gli elaborati da consegnare al termine del progetto;
- identificare i contenuti grafici e alfanumerici in base all'uso e all'analisi da svolgere;
- scegliere gli strumenti *hardware* e *software* per l'elaborazione del modello;
- definire i flussi di interscambio, sfruttando l'interoperabilità tra i *software*;
- definire le strategie di condivisione delle informazioni e collaborazione tra gli utenti.

Il BIM, come altri metodi e strumenti innovativi, necessita di un cambiamento nel metodo di lavoro, a partire dal concetto di unicità del dato e della sua condivisione. È necessario quindi prevedere che i membri del team debbano condividere la strategia BIM messa in atto per aumentare il valore finale del progetto, riducendo le incognite e il rischio complessivo nel processo di implementazione.

### COME SI ORGANIZZA/QUALI SONO LE FASI FONDAMENTALI DI COSTRUZIONE DI UN MODELLO BIM?

L'elaborazione di un modello BIM parte da:

- raccogliere i dati grafici e alfanumerici di partenza;

Figura 5  
Schema concettuale per la definizione delle necessità degli utenti in relazione con la piattaforma.



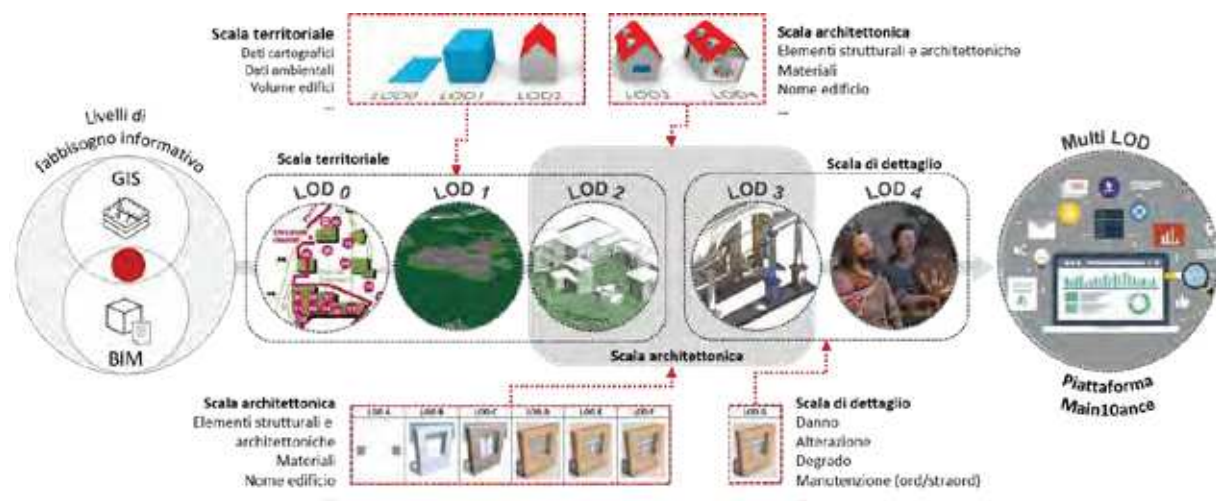
- impostare un *template* di riferimento da condividere con tutti gli attori coinvolti in cui definire le impostazioni di visualizzazione, l'organizzazione delle viste, la nomenclatura dei file e cartelle;
- definire i parametri e la loro modalità di compilazione per caratterizzare il modello BIM;
- definire le impostazioni da seguire si cui basare gli oggetti BIM (Livelli, Griglie, ecc.);
- creazione degli oggetti BIM;
- produzione degli elaborati per la consegna (tavole, tabelle, modelli BIM, modelli OpenBIM, ecc.).

Attraverso queste azioni è possibile sistematizzare le normali operazioni per lo sviluppo di un modello informativo, definendo uno *standard* di lavoro che potrà essere sfruttato per diversi progetti.

### COME SI DEFINISCE IL LIVELLO DI FABBISOGNO INFORMATIVO RAGGIUNTO DA UN MODELLO BIM?

La definizione di contenuti grafici e alfanumerici di un modello BIM è uno dei momenti più caratterizzanti della modellazione informativa. Questa attività è stata associata nel tempo alla selezione di una specifica scala di livelli di dettaglio (LODs). La norma italiana UNI 11337-4 propone una scala alfabetica da A (oggetto simbolico) a G (oggetto aggiornato), per la possibile applicazione al patrimonio architettonico esistente.

Figura 6  
Schema concettuale per la definizione dei Livelli di fabbisogno informativo.



L'applicazione di una scala LODs ben definita per gli edifici esistenti mostra alcune discrepanze con l'applicazione pratica in cui sia sufficiente un LOD geometrico basso e un LOD alfanumerico più elevato legato alla fase informativa. Le norme UNI EN ISO 19650 e la UNI EN 17412-1 hanno integrato il concetto di LODs a quello di Livello di fabbisogno informativo per:

- migliorare la qualità delle informazioni;
- supportare l'ambito contrattuale-giuridico;
- migliorare la flessibilità ed efficacia dei processi, definendo e producendo solo informazioni necessarie alla finalità del progetto evitando sprechi.

Per la descrizione degli edifici storici (es: Sacri Monti) a scala territoriale è presente una scala LODs proposta dall'*Open Geospatial Consortium* (OGC) che ha sviluppato per il dominio GIS lo standard *Geography Markup Language* (CityGML) per lo scambio informativo di modelli virtuali 3D di città.

Con la piattaforma *MAIN10ANCE* si utilizza un sistema ibrido per la gestione e manutenzione degli edifici a scala urbana del *District Information Model* (DIM), esaltandone la componente geometrica e alfanumerica del HDIM senza dimenticarne i contenuti non grafici.

#### **È POSSIBILE DEFINIRE UNA GERARCHIA DEGLI OGGETTI BIM DA INSERIRE IN UN MODELLO INFORMATIVO?**

Ogni piattaforma di *BIM authoring* scelta per la modellazione informativa, offre una propria struttura concettuale gerarchica dei componenti che possono essere virtualizzati. Attraverso l'impiego di *Autodesk Revit*, ogni oggetto che può essere creato

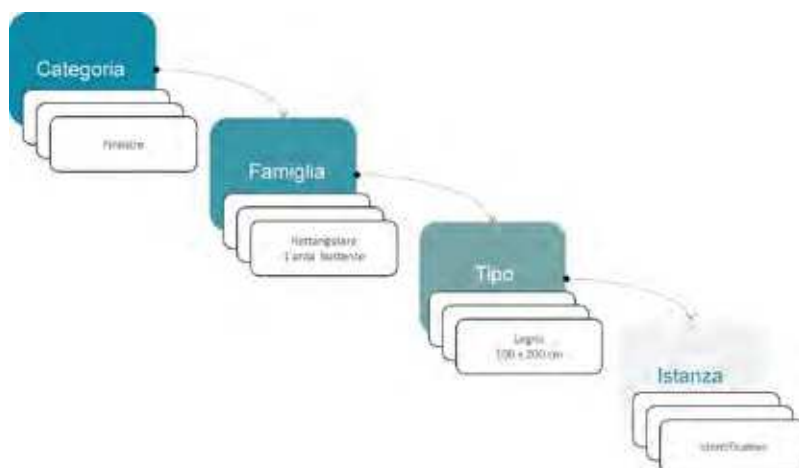


Figura 7  
Gerarchia degli oggetti BIM per la definizione di un modello informativo.

all'interno di un modello BIM è classificato in una specifica *Categoria*, ossia un gruppo di elementi (Muri, Finestre, Porte, ecc.) utilizzati per modellare o documentare il progetto di un edificio. Ogni *Categoria* è composta da *Famiglie*, classi di elementi con un insieme di proprietà comuni denominate *Parametri* e una rappresentazione grafica associata. Ciascuna *Famiglia* è a sua volta organizzata in *Tipi* a seconda delle caratteristiche specificate dalla compilazione di parametri. Alla base di questa gerarchia si trovano le *Istanze* che rappresentano gli oggetti effettivamente presenti nell'ambiente di modellazione. È possibile identificare due istanze dello stesso tipo in funzione della posizione nell'ambiente di modellazione.

### È POSSIBILE CREARE OGGETTI COMPLESSI CON IL BIM?

Per elementi complessi si intendono quegli elementi che caratterizzano gli edifici storici per i quali la restituzione tridimensionale o parametrica può risultare difficoltosa<sup>4</sup>. Per esempio per la modellazione delle varie tipologie di volta è necessario sviluppare una *Famiglia* che si possa adattare all'andamento della curvatura, seguendo le diverse caratteristiche che le contraddistinguono (monta, corda, freccia, ecc.).

La modellazione parametrica può essere sviluppata attraverso due diverse famiglie del programma *Autodesk Revit*:

4. Ruffino, 2016.

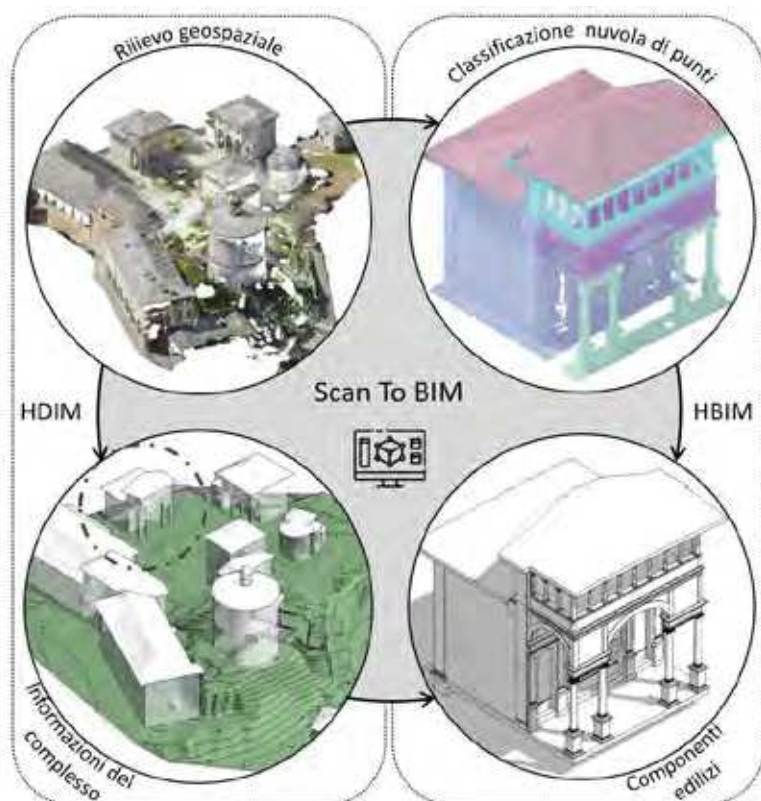


Figura 8  
Schema esemplificativo della procedura *Scan To Bim*.

- modello generico metrico;
- modello generico metrico adattivo.

Attraverso i componenti adattivi si approssimano meglio le superfici complesse, sfruttando l'ambiente di modellazione concettuale di una *Famiglia* caricabile utilizzando i punti di riferimento e trasformandoli in *Punti adattivi*.

I *Punti adattivi* possono essere utilizzati per il posizionamento dei componenti o possono fungere da punti di manipolazione. Se utilizzati per il posizionamento, i *Punti adattivi* vengono numerati in base all'ordine in cui vengono inseriti quando il componente viene caricato. Quando un punto di riferimento viene reso adattivo, esso diventa un punto di posizionamento per *default*. La geometria disegnata mediante lo *snap* ai *Punti adattivi* produce un componente adattivo<sup>5</sup>.

### CHE COS'È UN GEMELLO DIGITALE?

Il gemello digitale, o *Digital Twin* (DT), è una replica virtuale di un oggetto fisico o di un certo manufatto reale composto da<sup>6</sup>:

5. Autodesk, 2022.  
6. Grieves, 2014.

- mondo fisico;
- mondo virtuale;
- dati che mettono in relazione i due mondi.

Quando parliamo quindi di DT, facciamo riferimento a sistemi complessi che possono essere utilizzati per la gestione degli edifici di nuova costruzione o edifici esistenti.

### È UTILE UN DT PER GLI EDIFICI ESISTENTI?

Certamente. Inoltre, lo sviluppo di DT per il patrimonio costruito è strettamente legato ai modelli HBIM per la conservazione, il restauro e la manutenzione per rallentare gli effetti dell'azione del degrado. Per questo motivo il DT-HBIM mira a riprendere le quattro fasi principali del processo di conservazione identificate

Figura 9  
Modello generico metrico adattivo per la modellazione di una volta a crociera.



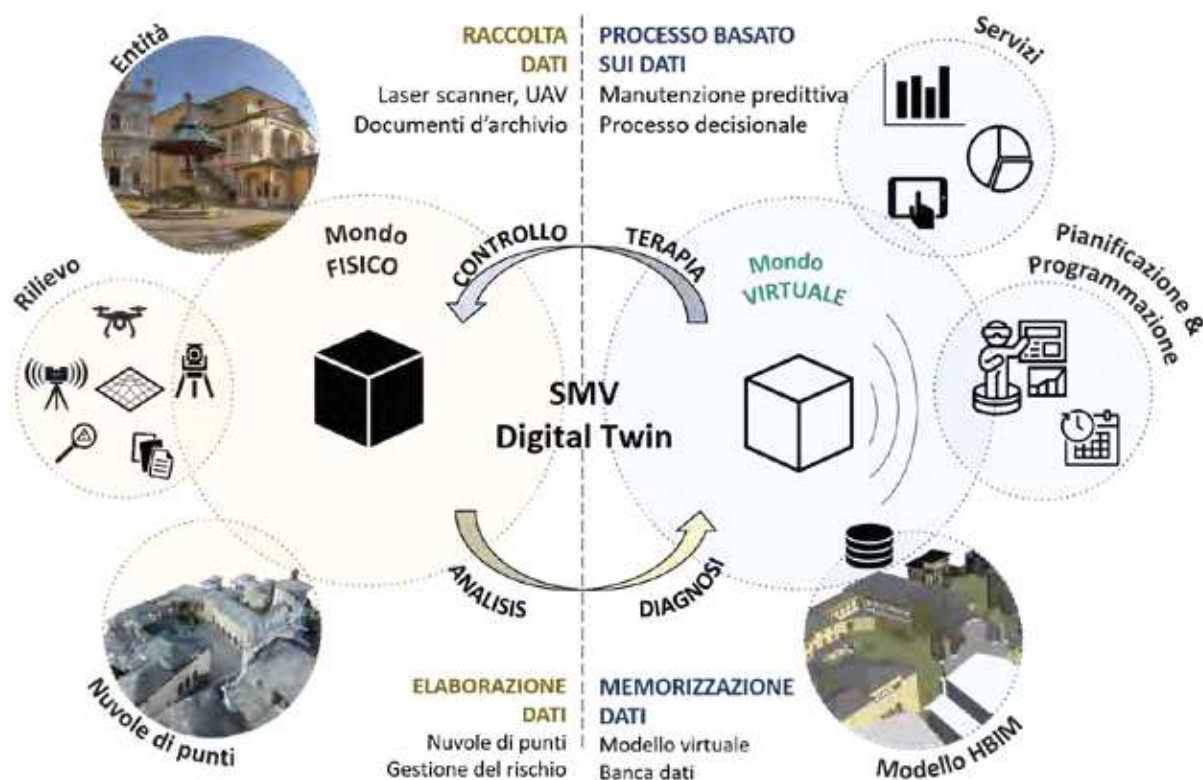
nella carta dell'*International Council on Monuments and Sites* (ICOMOS) del 2003:

- **Analisi:** fornisce una chiara comprensione del sito, del suo contesto e una buona definizione dello scopo del piano di gestione.
- **Diagnosi:** fornisce informazioni pertinenti e accurate legate alle problematiche e alle cause di tutte le criticità osservate, fornendo la base necessaria agli esperti per proporre i rimedi più appropriati.
- **Terapia:** le ragioni per la gestione e la conservazione del sito devono essere chiaramente definite per definire una pianificazione e programmazione delle attività di manutenzione.
- **Controllo:** si attuano le attività di conservazione previste nel piano di gestione e il monitoraggio dell'efficacia delle soluzioni adottate<sup>7</sup>.

7. Jouan, Hallot, 2020.

Figura 10  
Schema esemplificativo del *Digital Twin* del complesso dei Sacri Monti.

Attraverso questa impostazione metodologica emerge chiaramente come lo sviluppo di un gemello digitale sia fondamentale per supportare tali attività, a partire dalla raccolta dei dati per la conoscenza del manufatto per arrivare al controllo del bene e alla verifica dell'efficacia delle soluzioni adottate.



ISBN 978-88-85745-82-7



vers. 01 - 06/22

