



# Modellazione semantica HBIM per la rappresentazione digitale dell'intervento sul patrimonio esistente

Fabiana Raco  
Marcello Balzani  
Fabio Planu  
Nicola Tasselli

## *Abstract*

La documentazione digitale dell'intervento sul patrimonio culturale e sul costruito esistente attraverso l'elaborazione di modelli parametrici semanticamente arricchiti è una delle attuali principali sfide nella definizione ed applicazione di protocolli scan to HBIM. Le conseguenti possibilità di interazione, in ambienti digitali integrati, del sistema di relazioni – significato – associato alla rappresentazione geometrica-morfologica ed informativa dei manufatti architettonici – significante – sta ulteriormente modificando, nel contesto di una rivoluzione digitale avviata decenni orsono, il rapporto tra finalità progettuali e rappresentazione dell'architettura a favore, apparentemente, della maggiore discretizzazione delle forme e della standardizzazione semantica. Nell'ambito di un filone di ricerca che indaga il rapporto tra progetto, messaggio-linguaggio e rappresentazione, del quale sono qui riportati parte degli esiti di una ricerca finanziata svolta in partenariato pubblico-privato da quattro enti pubblici di ricerca ed oltre dieci imprese della catena del valore dell'intervento sul patrimonio esistente, è studiato il complesso rapporto tra le possibilità offerte dall'implementazione semantica di piattaforme HBIM open standard ed i requisiti – vincoli – che la visualizzazione di modelli parametrici semanticamente arricchiti attualmente impone.

## *Parole chiave*

HBIM, modellazione semantica, rappresentazione digitale, piattaforme collaborative open standard



FAU USP, Faculdade de  
Arquitetura e Urbanismo  
da Universidade de  
São Paulo, Brasile.  
Visualizzazione del rilievo  
tridimensionale integrato  
da laser scanner terrestre.  
Ingresso. Fonte: Laborato-  
rio DIAPReM/TekneHub,  
UNIFE.

## Introduzione

La problematica di una conoscenza insufficiente ed incompleta intorno alle caratteristiche intrinseche del patrimonio culturale – consistenza, evoluzioni storiche della fabbrica, stati conservativi e manutentivi, prestazioni, compatibilità d'intervento – così come degli edifici esistenti, se paragonata al progetto di nuova costruzione, sembra oggi in parte superata, quantomeno in una prospettiva di medio-lungo termine, dalla possibilità di sviluppare modelli digitali parametrici semanticamente arricchiti. Il processo d'interpretazione prima e di successiva traduzione del manufatto in uno o più modelli digitali, non solo architettonico, strutturale ed impiantistico, ma anche correlati alle finalità dell'intervento, assume esso stesso il valore di ambito d'indagine, studio e sperimentazione.

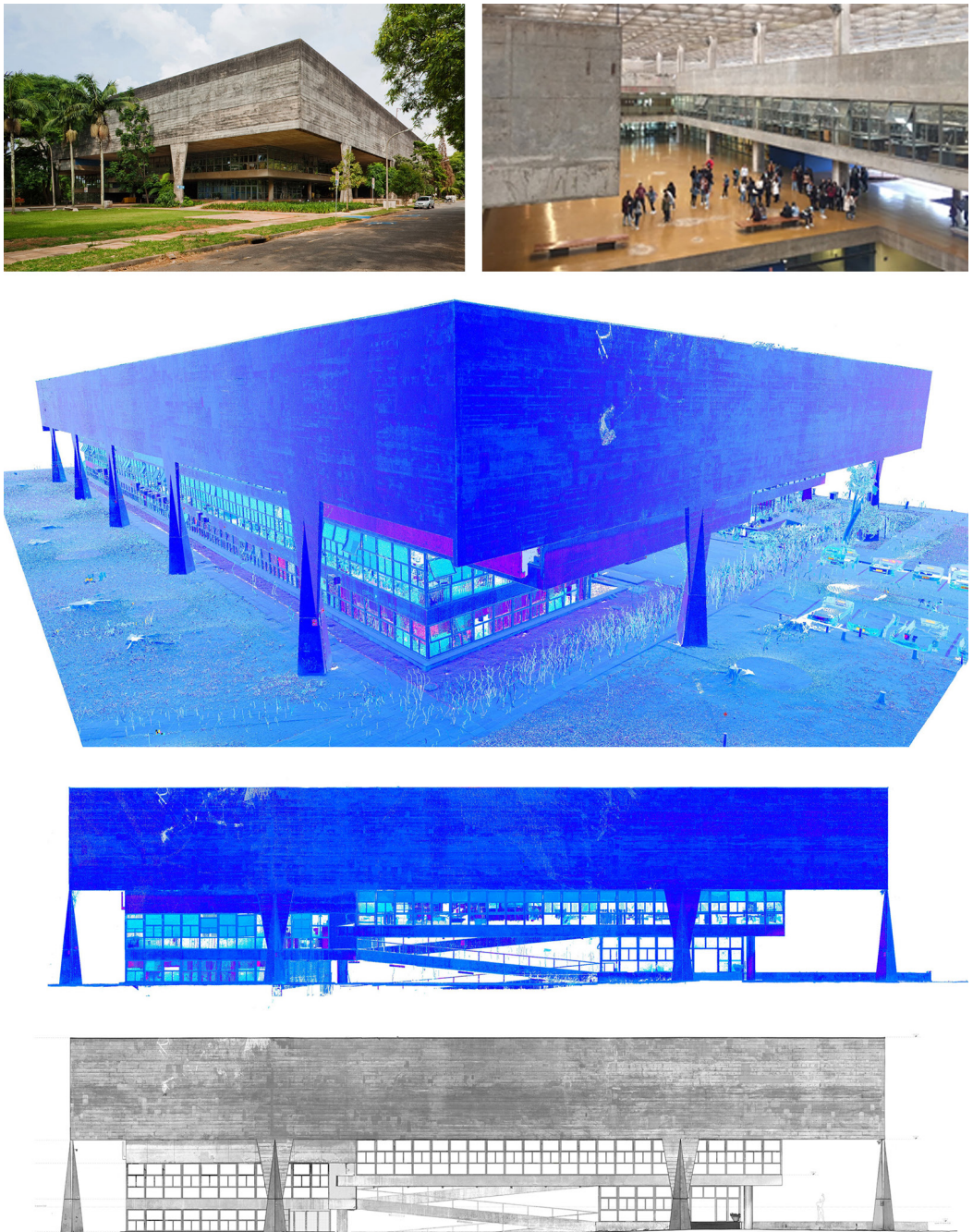


Fig. 01. FAU USP, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Brasile. Visualizzazione del rilievo tridimensionale integrato da laaser scanner terrestre. Prospetto nord. Fonte: Laboratorio DIAPReM/TekneHub, UNIFE.

Il modello HBIM o i modelli sono in quest'ottica l'esito di processi di modellizzazione, [Bianchini 2021], *modeling*, luogo della rappresentazione matematica, fisica e linguistica di fenomeni complessi, resi disponibili a continui aggiornamenti, anche in tempo reale. Dunque, l'identificazione ed elaborazione di oggetti parametrici, correlati alle diverse finalità d'intervento che il progetto sul patrimonio costruito impone, definiscono, secondo un approccio di segmentazione semantica [Grussenmeyer et al. 2008], processi di classificazione delle caratteristiche geometriche ed informative, intesi quali contenuti aggiuntivi, finalizzati a rendere i diversi livelli di conoscenza implementati accessibili. La pluralità di contenuti informativi associati agli oggetti HBIM è conseguentemente resa disponibile alla valorizzazione nell'ambito dall'implementazione di piattaforme digitali collaborative, che pongono in relazione i diversi livelli di conoscenza con gli esiti di una pluralità di metodi, tecniche e supporti della rappresentazione digitale. Ogni elemento, oggetto, è in tal senso aumentato [Bianchini et al. 2021], poiché correlato ai caratteri e al valore materiale e immateriale del manufatto. Sebbene le caratteristiche geometriche del modello HBIM costituiscano già un contenuto semanticamente ricco [Lopez et al. 2018], è infatti possibile, grazie alle piattaforme citate, accedere alla mappa delle ontologie, metadati, dei contenuti informativi aggiuntivi secondo una pluralità di percorsi di ricerca ed interrogazione dell'informazione. Il rapporto tra finalità del progetto e rappresentazione digitale parametrica per l'intervento sul patrimonio costruito, HBIM ed eBIM, anche accessibile e visualizzabile attraverso piattaforme collaborative *open standard*, definisce un percorso di ricerca avviato da oltre cinque anni presso il centro di ricerca DIAPReM ed il laboratorio TekneHub dell'Università di Ferrara e da due anni nell'ambito del progetto di ricerca industriale "eBIM: existing building information modeling per la gestione dell'intervento sul patrimonio esistente".

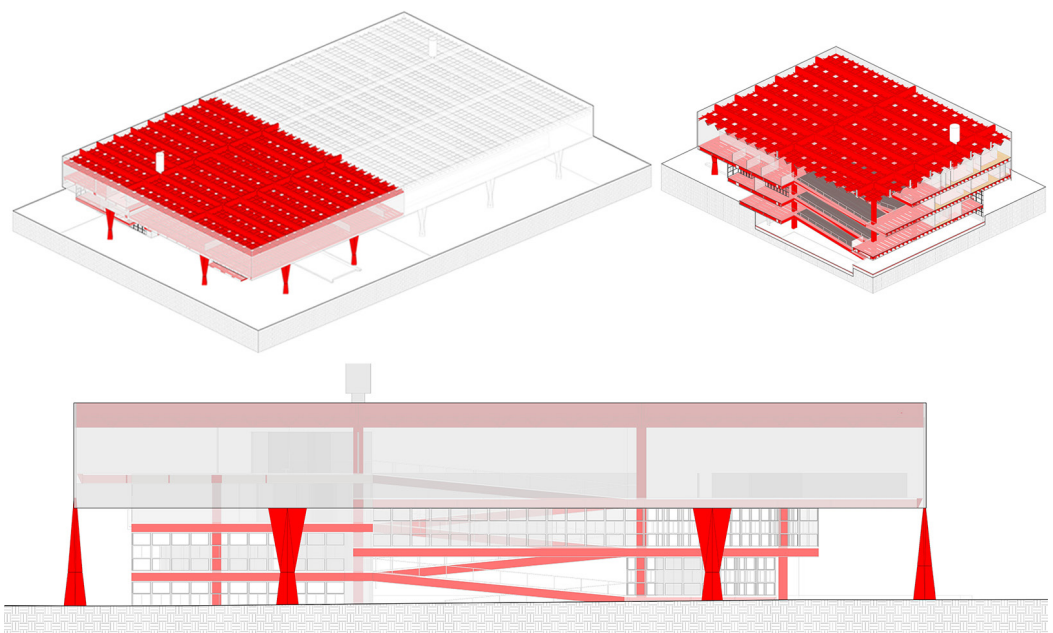


Fig. 02. FAU USP, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Brasile. Immagini del modello HBIM e selezione degli oggetti semanticamente arricchiti per l'interrogazione nella piattaforma web semantica open standard eBIM-INCEPTION. Fonte: Laboratorio DIAPReM/TekneHub, UNIFE.

### Dal rilievo alla modellazione semantica del costruito esistente

La modellazione semantica del patrimonio culturale e costruito è stata finalizzata, nell'ambito del progetto Por Fesr "eBIM: existing building information modeling per la gestione dell'intervento sul patrimonio esistente", per categorie d'intervento specifiche quali il restauro, il recupero, la documentazione, la sicurezza, l'efficienza e la manutenzione, le quali hanno conseguentemente determinato i criteri di implementazione geometrica ed informativa dei modelli.

In rapporto alle specificità del patrimonio costruito, gli attuali standard in ambito di modellazione parametrica BIM consentono d'interpretare in modo adeguato il livello di sviluppo geometrico degli oggetti, sia in termini di granularità dell'informazione sia di segmentazione. Viceversa, per quanto riguarda il livello di sviluppo informativo, il solo standard IFC non risulta adeguato alla complessità e stratificazione informativa che l'intervento sull'esistente richiede [Acierno et al. 2017]. In quanto processo di sintesi cognitiva innanzitutto, prima ancora che operativa [Logothetis, Karachaliou, Stylianidis 2017], e di conoscenza organizzata poi [Brusaporci et al. 2018], lo sviluppo della modellazione in ambiente BIM è pertanto stata guidata nell'ambito del progetto, così come è avvenuto per il rilievo tridimensionale integrato [Balzani et al., 2017], dalle finalità di utilizzo del modello in rapporto alle caratteristiche del patrimonio indagato ed alla qualità, tipologia e completezza del dato informativo, storico, materico, degli stati conservativi, disponibile all'atto dell'indagine. In qualità di partner del progetto, l'unità di ricerca del centro di ricerca DIAPReM e del laboratorio TekneHub ha implementato, tra altri, l'ambito d'indagine della documentazione, rappresentazione digitale e modellazione semantica dell'intervento sul patrimonio modernista arricchendo, nell'ambito dello sviluppo della piattaforma collaborativa *open standard*, le categorie "restauro" e "manutenzione". L'ambito specifico d'indagine è costituito dall'edificio modernista della FAUUSP, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da

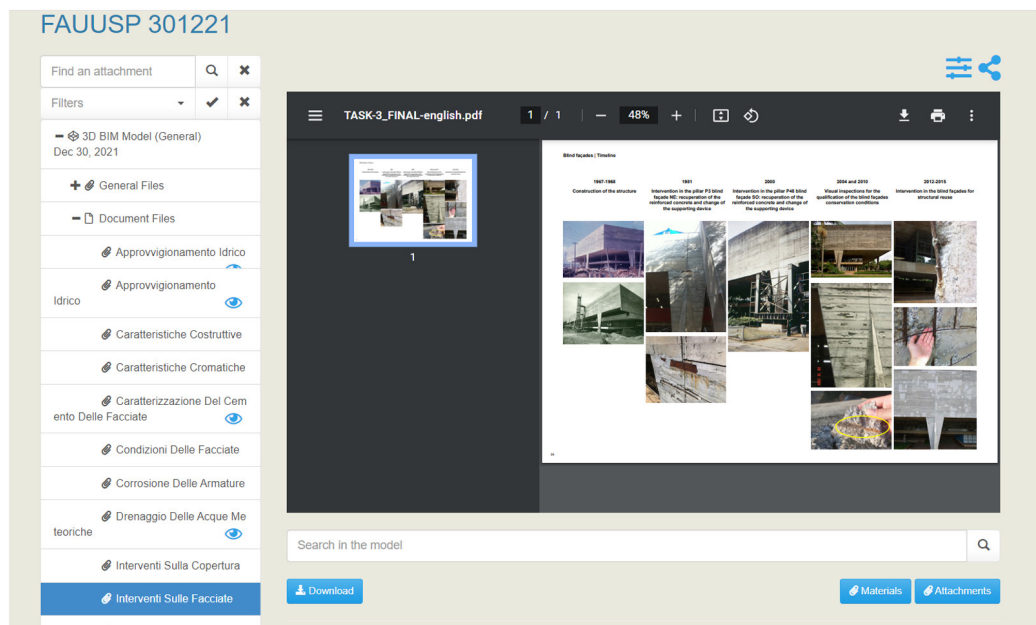
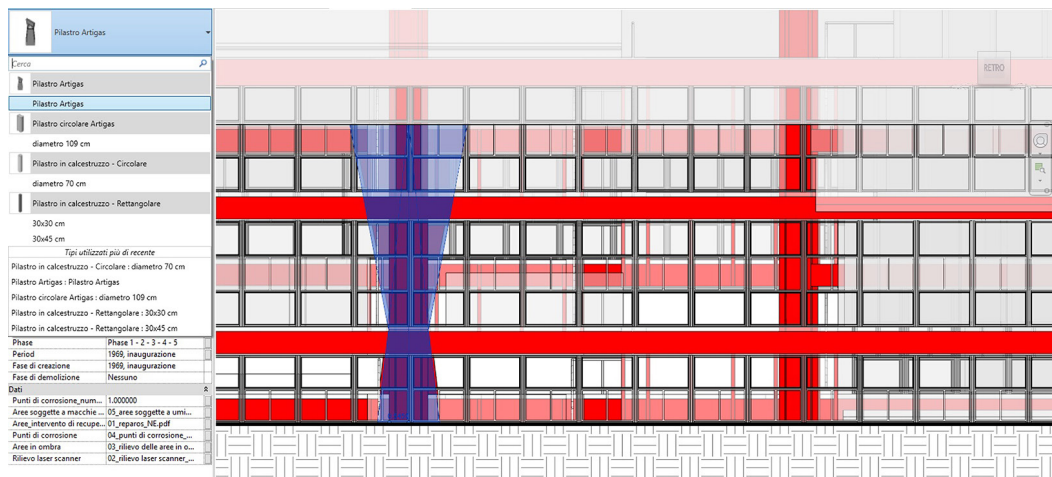


Fig. 03. Dal modello HBIM alla piattaforma collaborativa: interrogazione dei contenuti aggiuntivi: dati storici; tecnologie costruttive; analisi degli stati conservativi; piani di manutenzione. Allo stesso modo, e per le finalità derivanti dalle attuali necessità di conservazione e manutenzione in rapporto agli stati conservativi di materiali e tecnologie al tempo sperimentali, l'integrazione con la documentazione esistente di rilievo geometrico di dettaglio di elementi e componenti, nonché di descrizione dei protocolli odierni di gestione e manutenzione, ha consentito di gerarchizzare gli oggetti parametrici, al fine della successiva implementazione informativa. Fonte: Laboratorio DIAPReM/ TekneHub, UNIFE.

Universidade de São Paulo, realizzato tra il 1961 ed il 1968 su progetto dell'architetto João Batista Vilanova Artigas (1915-1985), figura centrale nella storia dell'architettura di San Paolo in quanto fondatore della Scuola Paulista, e l'architetto Carlos Cascali (1918-2010). Espressione di un movimento culturale e dei principi di una riforma dei metodi e degli strumenti d'insegnamento tradizionali dell'architettura, l'edificio in cemento armato rinforzato si caratterizza per la continuità degli spazi in rapporto, anche visivo diretto, con il contesto circostante, rispondendo alla volontà di offrirsi come laboratorio aperto allo studio e alla ricerca. L'intero processo *scan to HBIM* è stato guidato dalle caratteristiche dimensionali notevoli degli elementi e delle tecnologie impiegate, pilastri a sostegno delle travi parete che costituiscono i fronti esterni, sistemi di collegamento verticale ed elementi costruttivi del sistema di copertura che determina, oltre alla diffusione della luce naturale, le caratteristiche dimensionali e spaziali del grande atrio, fulcro dell'intero progetto [Barossi 2016].

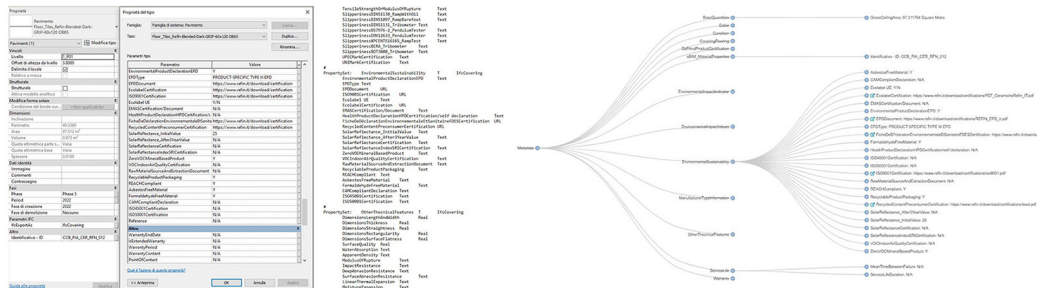
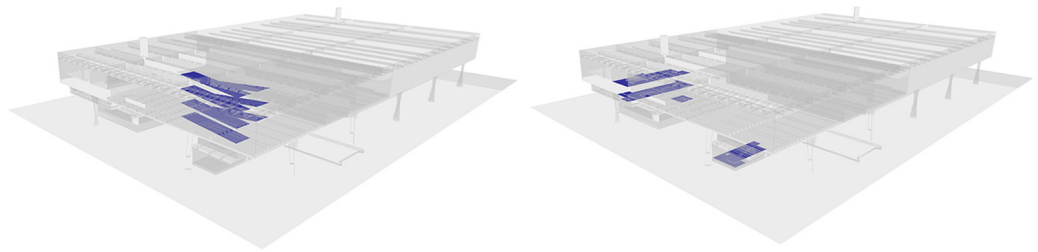


Fig. 04. Visualizzazione e selezione di oggetti nella piattaforma web semantica open standard eBIM-INCEPTION: interrogazione delle caratteristiche dei materiali (*property set*). Fonte: Laboratorio DIAPReM/ TekneHub, UNIFE.

## Implementazione informativa di modelli HBIM

La modellazione di dettaglio HBIM dell'edificio della FAUUSP ha interessato la porzione nord-ovest del fabbricato, che comprende l'ingresso ed il sistema di collegamento verticale caratterizzato dal sistema di rampe. Il modello è stato successivamente completato, con diverso livello di dettaglio, al fine della contestualizzazione della porzione in esame rispetto alle dimensioni complessive del manufatto. Le caratteristiche geometriche proprie delle strutture dell'edificio hanno determinato una modellazione per componenti e famiglie ad hoc. Ogni componente (famiglia) generata è stata resa adattabile attraverso l'impiego di parametri generici e specifici, sia per tipologia di elemento che di istanza per modifiche locali sugli stessi. Per tali parametri non sono stati effettuati test specifici di esportazione in IFC, nel passaggio alla piattaforma semantica *web open standard*, in quanto le informazioni generali di dimensionamento, che sono state ritenute sufficienti, vengono regolarmente lette. Lo sviluppo del modello ha in tal modo consentito una duplice lettura architettonico-strutturale distinguibile, consentendo di tracciare a livello informativo la categoria, la funzione ed il materiale. Più articolato è stato il processo di implementazione informativa connessa agli attributi geometrici di ciascun componente modellato. L'implementazione del dato informativo è avvenuta assegnando gli attributi agli oggetti tridimensionali ed ai materiali, con la duplice finalità della documentazione dello stato di fatto e del progetto d'intervento sul patrimonio esistente.

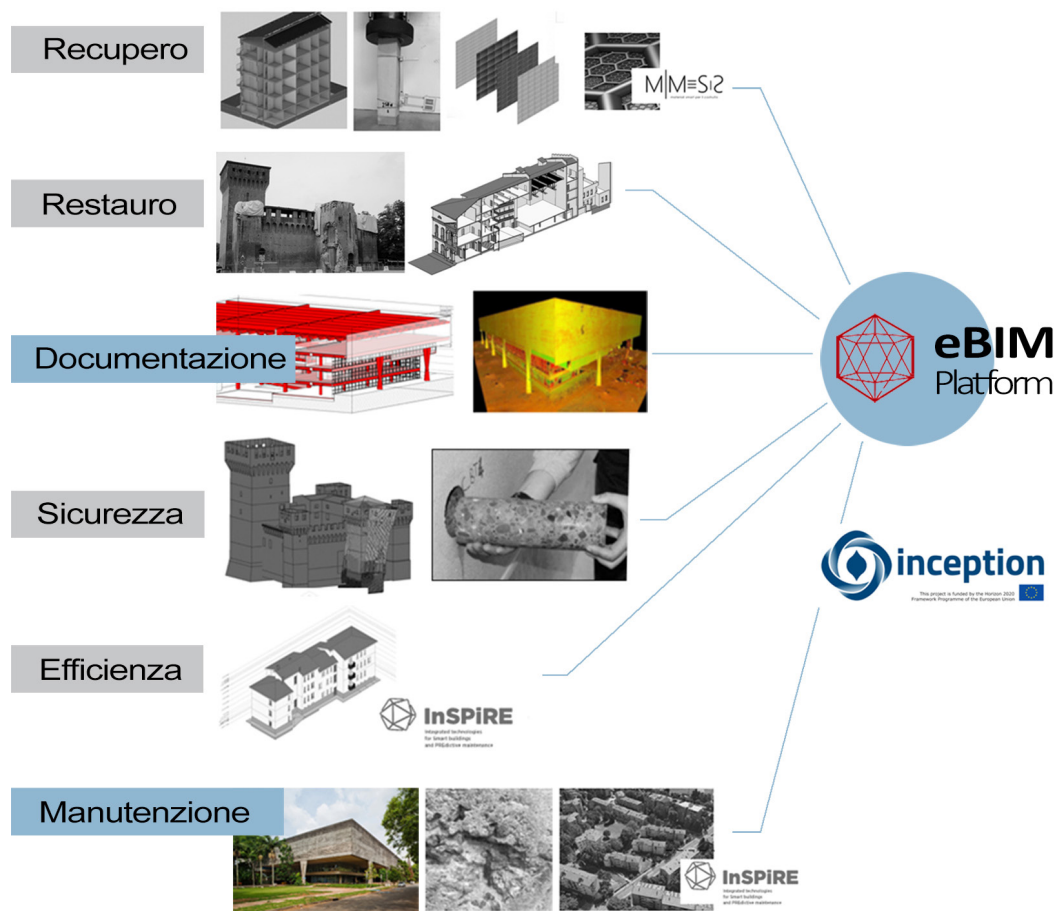


Fig. 05. Implementazione delle categorie semantiche di ricerca nella piattaforma collaborativa eBIM-INCCEPTION: ambito di indagine FAU USP, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Brasile. Fonte: Laboratorio DIAPReM/ TekneHub, UNIFE.

In tal senso, è stata rilevante la collaborazione con i soggetti privati del partenariato pubblico-privato, in quanto ha fornito la base del ragionamento, database di materiali esistenti e materiali da nuova costruzione, per la successiva definizione delle categorie semantiche, con riferimento allo standard IFC2\*3 che la piattaforma supporta [Iadanza et al. 2020]. La gestione del processo di interoperabilità dei dati dai database esterni (Excel) all'ambiente di BIM Authoring è stata innanzitutto gestita con una pluralità di strumenti digitali, tra i quali Dynamo, ai fini dell'automazione del flusso di lavoro. La successiva fase di caricamento dei modelli HBIM nella piattaforma ha seguito un protocollo di esportazione del contenuto geometrico ed informativo dal software di Authoring Revit verso il formato open standard IFC2\*3 finalizzato alla definizione della più adeguata predisposizione dei fogli dati, *property set*, compatibile con il linguaggio basato su triple semantiche sul quale la piattaforma di visualizzazione si basa. La verifica della perdita di informazioni, geometriche e dei dati aggregati, nel passaggio dall'ambiente di authoring alla piattaforma è avvenuta attraverso l'impiego di strumenti digitali, quali Solibri, BIM Vision e FZK viewer.

### Piattaforme collaborative open standard

Un approccio alla modellazione del patrimonio che consiste nell'organizzazione ed integrazioni di informazioni in una struttura grafico-semantiche è di per sé un processo articolato, reso ancor più complesso dalla finalità di visualizzazione ed interrogazione dei contenuti così "aumentati" attraverso piattaforme web semantiche [Quattrini et al. 2017]. Nell'ambito del progetto "eBIM" è stato possibile evidenziare come tale problematica non sia superabile

unicamente grazie alle implementate possibilità di automazione dei sistemi, di interoperabilità degli standard informatici o delle aumentate possibilità di calcolo degli ambienti di authoring, bensì attenga ad un più complesso protocollo di modellazione, geometrica ed informativa, che considera il singolo oggetto parametrico una risorsa digitale disponibile. Ne deriva che la definizione di ontologie specifiche, per le geometrie, i materiali, le proprietà, ma anche gli allegati (pdf, fotografie e fotografie 360, video, ecc.) risulta indispensabile alla descrizione e traduzione informatica del rapporto tra i diversi oggetti ed il sistema di relazioni che l'intervento sull'esistente definisce tra di essi. La struttura delle ontologie citate, intesa come risultato di soggetto, verbo e predicato, diviene un prerequisito essenziale, vincolo della modellazione geometrica ed informativa, analogamente alle caratteristiche costruttive, geometrico-morfologiche e conservative del manufatto in esame. La piattaforma eBIM-INCEPTION è il risultato di un processo di progressiva maturità tecnologica che dagli esiti del progetto europeo "INCEPTION" ha portato all'implementazione, nell'ambito del progetto "eBIM", del background tecnologico costituito da una piattaforma concepita per il patrimonio culturale ad un ambiente collaborativo per l'intervento sul patrimonio esistente. Nell'ambito della piattaforma, la modellazione semantica del caso della FAUUSP contribuisce alla definizione di un'ontologia specifica [Parisi et al. 2019] per: la documentazione storica; l'analisi dell'evoluzione temporale del manufatto (*time-machine*); i nuovi materiali per l'intervento, con particolare riferimento ai materiali ceramici.

## Conclusioni

La visualizzazione ed interrogazione di modelli di *Heritage Building Information Modeling* del patrimonio esistente attraverso piattaforme semantiche *web open standard* è un processo complesso, dal quale dipendono condizioni di vincolo che coinvolgono la definizione stessa dei protocolli *scan to BIM* adottati.

L'articolato ed eterogeneo *corpus* di sorgenti informative connesso alla conoscenza ed alla documentazione del patrimonio e delle diverse tipologie d'intervento ad esso correlate [Santagati et al. 2021] rappresenta, nell'ottica della modellazione semantica, un potenziale insieme di risorse digitali disponibili. Secondo l'approccio descritto, anche le sorgenti di dato 1D (testi) e 2D (immagini, disegni, ecc.) possono essere tradotte in informazioni digitali, secondo un approccio semantico alla modellazione che definisce ed implementa ontologie in rapporto alle diverse finalità di utilizzo dei modelli parametrici.

Affinché tuttavia si realizzi l'effettivo passaggio ad ambienti collaborativi efficaci e destinati ad una pluralità di attori, dunque a molteplici usi e scopi, risulta necessaria la condivisione di *standard* per l'implementazione informativa di modelli HBIM del patrimonio culturale e del patrimonio esistente, analogamente a quanto già definito e sempre più largamente in uso con riferimento alla modellazione ed implementazione degli attributi geometrici.

## Riferimenti Bibliografici

- Acierno, M., et al. (2017). Architectural heritage knowledge modelling: An ontology-based framework for conservation process. In *Journal of Cultural Heritage*, 24, 124–133.
- Balzani, M., Maietti, F., Mugayar Kühl, B. (2017) Point cloud analysis for conservation and enhancement of modernist architecture. In *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-2/W3, 71–77, < <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W3-71-2017> > (consultato il 13 gennaio 2022).
- Barossi, A. C. (a cura di), (2016). *O edificio da FAU-USP de Vilanova Artigas*. São Paulo: Editora da Cidade.
- Bianchini, C., Attenni, M., Potestà, G., (2021) Regenerative Design Tools for the Existing City: HBIM Potentials. In *Rethinking Sustainability Towards a Regenerative Economy*, 2021, pp. 23-43, < [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-71819-0\\_2](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-71819-0_2) > (consultato il 14 gennaio 2022).
- Bzraporci, S., Maiezza, P., Tata, A. (2018). A framework for architectural heritage HBIM semantization and development. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-2, 179–184. < <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-179-2018> > (consultato il 14 gennaio 2022).
- Fallavolita, F., et al (2015). Semantic description of the three-dimensional models of Bologna porches. In *SCIRES.IT Scientific REsearch and Information Technology Ricerca Scientifica e Tecnologie dell'Informazione*, 5(1), 31–40.
- Grussenmeyer, P., et al. (2008). Comparison methods of terrestrial laser scanning, photogrammetry and tacheometry data for recording of cultural heritage buildings. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XXXVII, B5, Beijing, 213–218.
- Iadanza, E. et al (2021), Bridging the Gap between 3D Navigation and Semantic Search. The INCEPTION platform. In *HERITECH 2020, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 949 (2020) 012079, pp. 1-9, <doi:10.1088/1757-899X/949/1/012079> (consultato il 16 gennaio 2022).
- Inzerillo, L., et al. (2016). BIM e Beni architettonici: Verso una metodologia operativa per la conoscenza e la gestione del patrimonio culturale/BIM and architectural heritage: Towards an operational methodology for the knowledge and the management of cultural heritage. In *Disegnarecon*, 9, 16.1–16.9.
- Logothetis, S., Karachaliou, E., Stylianidis, E. (2017). From OSS CAD to BIM for cultural heritage digital representation. The international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences. In *3d virtual reconstruction and visualization of complex architectures* (Vol. 1–3, pp. 439–445).
- López, F. J., et al. (2018). A Review of Heritage Building Information Modeling (H-BIM). In *Multimodal Technologies and Interaction*, 2(2), 21.
- Parisi, P., Lo Turco, M., Giovannini, E.C. (2019). The value of knowledge through H-BIM models: historic documentation with a semantic approach. In *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-2/W9, 581–588.
- Quattrini, R., et al. (2017). Conservation-oriented HBIM. The BIMEXPLORER web tool. In *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-5/W1, 275–281.
- Santagati, C., et al. (2021), HBIM approach for the knowledge and documentation of the St. John the Theologian cathedral in Nicosia (Cyprus). In *Journal of Archaeological Science: Reports*, <doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.102804> (consultato il 14 gennaio 2022).

## Autori

Fabiana Raco, Dipartimento di architettura, Università degli studi di Ferrara, rcafbn@unife.it  
Marcello Balzani, Dipartimento di architettura, Università degli studi di Ferrara, bzm@unife.it  
Fabio Planu, Dipartimento di architettura, Università degli studi di Ferrara, fabio.planu@unife.it  
Nicola Tasselli, Dipartimento di architettura, Università degli studi di Ferrara, tssncl@unife.it

Per citare questo capitolo: Raco Fabiana, Balzani Marcello, Planu Fabio, Tasselli Nicola (2022). Modellazione semantica HBIM per la rappresentazione digitale dell'intervento sul patrimonio esistente/HBIM semantic modelling for the digital imaging of interventions on existing heritage. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2789–2804.





# HBIM semantic modelling for the digital imaging of interventions on existing heritage

Fabiana Raco  
Marcello Balzani  
Fabio Planu  
Nicola Tasselli

## *Abstract*

The digital documentation of interventions on cultural heritage and existing buildings through the development of semantically enriched parametric models is currently one of the most significant challenges in defining and applying scan to HBIM protocols. The resulting possibilities for interaction, in integrated digital environments, of the system of relationships (the signified) associated with the geometric, morphological and informational representation of architectural artefacts (the signifier), is further modifying – in the context of a digital revolution that began decades ago – the relationship between project goals and the representation of architecture in favour of apparently increased discretisation of forms and semantic standardisation. In the context of a line of research that investigates the relationship between project, message/language and representation, we present here some of the results of a financed study carried out through a public-private partnership between four public research bodies and over ten companies from the value chain for interventions on existing heritage. The project studied the complex relationship between the possibilities offered by the semantic implementation of open standard HBIM platforms, and the requirements and constraints that the visualisation of semantically enriched parametric models currently imposes.

## *Keywords*

HBIM, semantic modelling, digital imaging, open standard collaborative platforms



FAU USP, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Brazil. View of an integrated three-dimensional survey from a terrestrial laser scanner. Main entrance. Credits: DIAPReM/TekneHub Laboratory, UNIFE.

## Introduction

The problem of insufficient, incomplete knowledge of the intrinsic characteristics of cultural heritage – its solidity, the historical evolution of the building, its state of preservation and maintenance, its features, its compatibility with interventions – as well as existing buildings, when compared with new build projects, seems today to have been partly overcome, at least in the medium-to-long term, thanks to the possibility of developing semantically enriched parametric digital models. The initial process of interpretation, and the later translation of the artefact into one or more digital models, which are not only architectural, structural and engineering-based, but also in line with the goals of the intervention, take on the value of this area of investigation, study and experimentation.

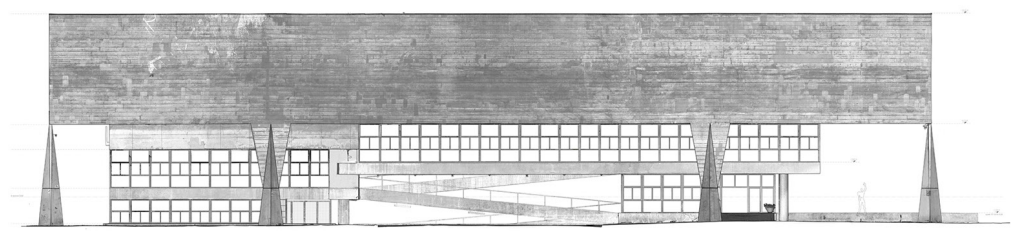
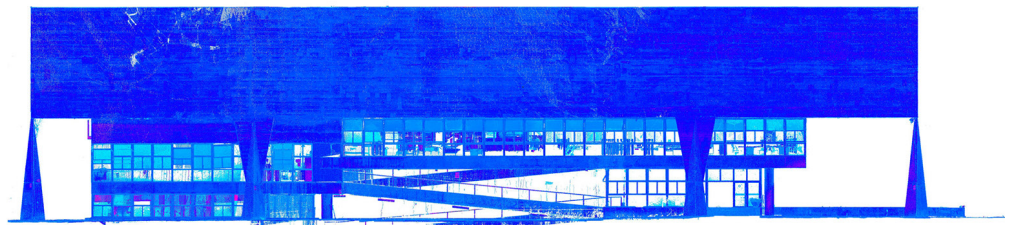
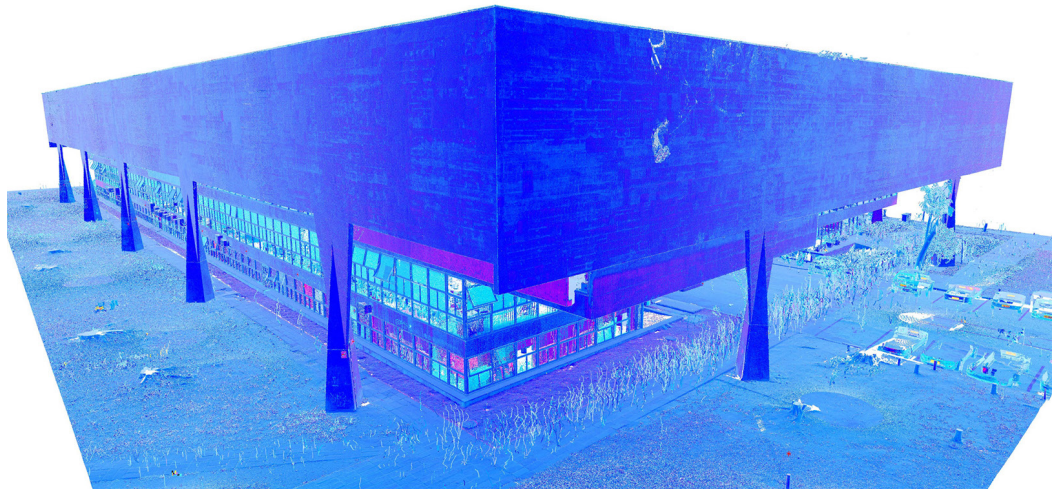


Fig. 01. FAU USP, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Brazil. View of an integrated three-dimensional survey from a terrestrial laser scanner: North facade. Credits: DIAPReM/ TekneHub Laboratory, UNIFE.

In this sense, the HBIM model or models are the result of modelling processes [Bianchini 2021], locations of mathematical, physical and linguistic imaging of complex phenomena, which can be continuously updated, even in real time.

Therefore, the identification and development of parametric objects, in line with the various goals of the intervention that the project on the built heritage has set, define - based on a semantic segmentation approach [Grussenmeyer et al. 2008] - processes that classify geometric and informational characteristics, understood as additional content, with the aim of making the different levels of knowledge that are implemented accessible.

The plural nature of informational content associated with HBIM objects is therefore made available to help develop the field, thanks to the implementation of collaborative digital platforms that combine the different levels of knowledge with the results of a range of methods, techniques and supports from digital imaging. In this sense, every element, or object, is enhanced [Bianchini et al. 2021], as it is associated with the features and the material and immaterial value of the artefact.

Although the geometric characteristics of the HBIM model already provide semantically rich content [Lopez et al. 2018], it is also possible, thanks to the aforementioned platforms, to access a map of ontologies, metadata and additional informational content based on a wide variety of lines of research and interrogation of such information. The relationship between the project goals and the parametric digital imaging for interventions on built heritage – HBIM and eBIM – which is also accessible and viewable through open standard platforms, defines a line of research that has been active for over five years at the DIAPReM research centre and TekneHub laboratory at the University of Ferrara, and for two years in the context of the industrial research project “eBIM: existing building information modeling for the management of interventions on existing heritage”.

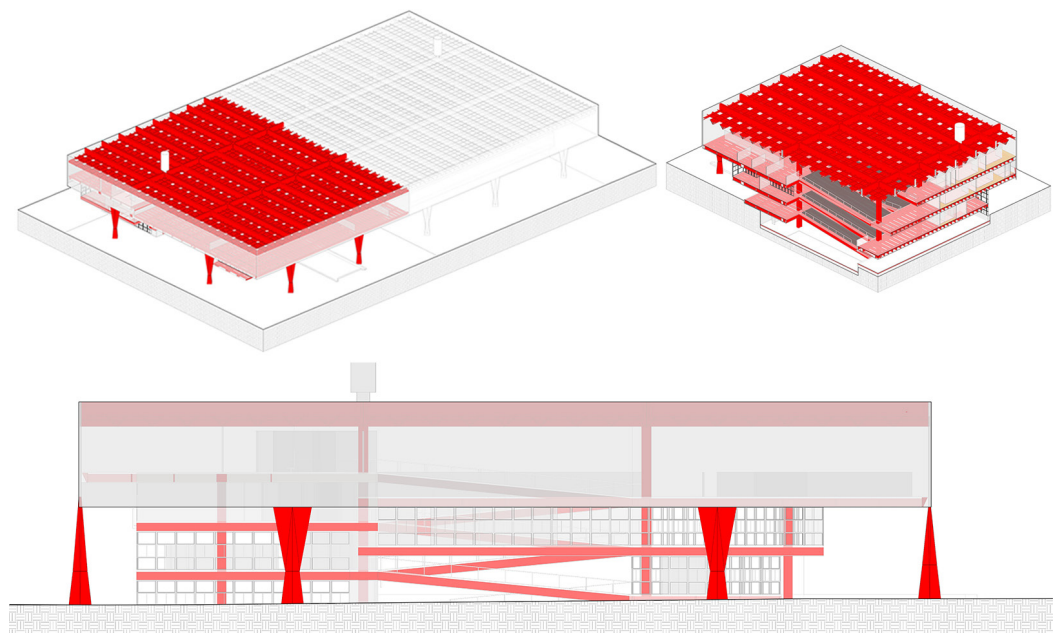


Fig. 02. FAU USP, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Brazil. Images of the HBIM model and selection of semantically enriched objects for interrogation on the open standard semantic web platform, eBIM-INCEPTION. Credits: DIAPReM/TekneHub Laboratory, UNIFE.

### From surveying to semantic modelling of the existing building

In the context of the Por Fesr project “eBIM: existing building modelling for the management of interventions on existing heritage”, the semantic modeling of the cultural and built heritage has been designed for specific categories of intervention such as restoration, recovery, documentation, safety, efficiency and maintenance, which have therefore determined the criteria for the geometric and informational implementation of the models.

In relation to the specific features of the built heritage, the current standards in the field of BIM parametric modelling allow us to adequately interpret the level of geometric development of the objects involved, in terms of both the granularity of the data and its segmentation. On the contrary, in terms of the level of information development, the IFC standard alone is not adequate for the level of complexity and stratification of information that the interventions on existing buildings require [Acierno et al. 2017]. As a process that is first of all based on cognitive synthesis, even more importantly than being operational [Logothetis, Karachaliou, Stylianidis 2017], and then finally relating to organised knowledge [Brusaporci et al. 2018], the development of BIM environmental modelling has therefore been guided, within the framework of the project – as also happened for integrated three-dimensional surveying [Balzani et al. 2017] – by the model's goals for use in relation to the characteristics of the heritage being examined and the quality, type and completeness of the informational, historical, material and conservational data available during the investigation.

As a project partner, the research unit formed by the DIAPReM research centre and the TekneHub laboratory has implemented, among other things, a line of investigation involving documentation, digital imaging and semantic modelling of interventions on modernist heritage, enriching the categories of “restoration” and “maintenance” through the development of the open standard collaborative platform.

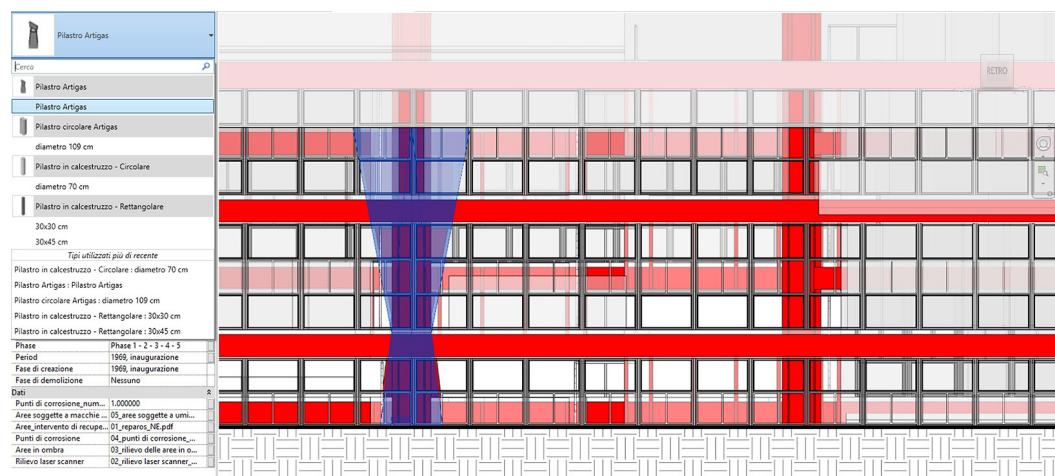
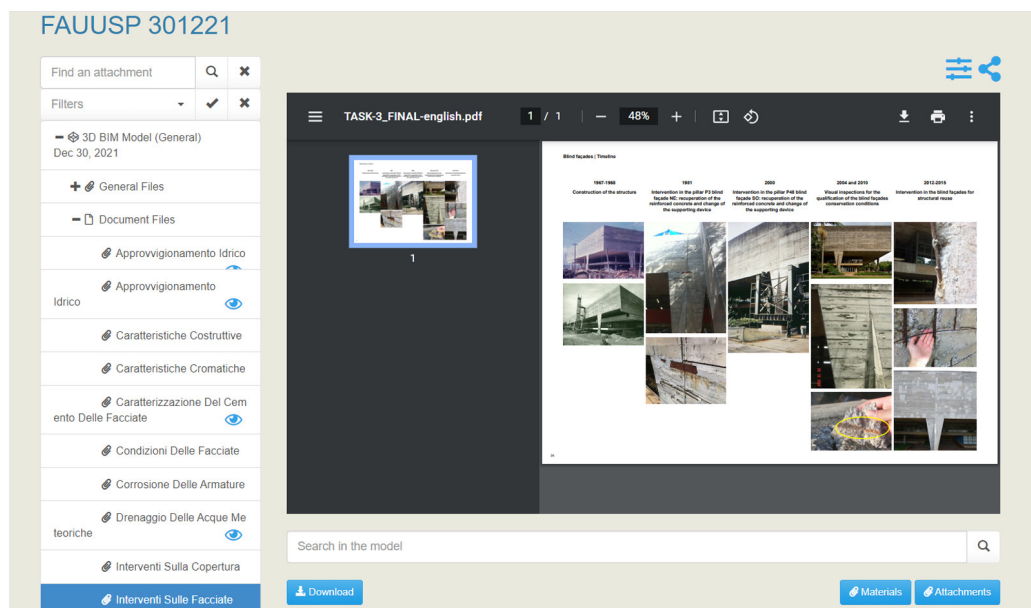


Fig. 03. From the HBIM model to the collaborative platform: interrogation of additional content - historical data; construction technologies; analysis of the state of preservation; maintenance plans. In the same way, for the purposes of the current need for conservation and maintenance in relation to the state of preservation of materials and technologies that were experimental at the time, integration with existing documentation from detailed geometric surveys of elements and components, and the description of current protocols for management and maintenance, it has allowed us to create a hierarchy of parametric objects, with the goal of later implementing the information. Credits: DIAPReM/TekneHub Laboratory, UNIFE.



The specific context of the investigation was focused on the modernist building of the FAUUSP (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo), built between 1961 and 1968 and designed by architect João Batista Vilanova Artigas (1915-1985) – a central figure in the architectural history of Sao Paulo, as he founded the Paulista School – and architect Carlos Cascaldi (1918-2010). An expression of a cultural movement, and the principles of reform to the traditional teaching methods and tools in architecture, the reinforced concrete building is characterised by the continuity of its spaces, in relation – also directly visually – to the surrounding context, responding to the desire to provide an open laboratory for study and research. The entire scan to HBIM process was guided by the significant size of the elements and technologies used - pillars supporting the wall beams that form the external facades, connection systems between floors, and construction elements of the roofing system that determines the dimensional and spatial characteristics of the great atrium, the focus of the entire project, as well as the diffusion of natural light [Barossi 2016].

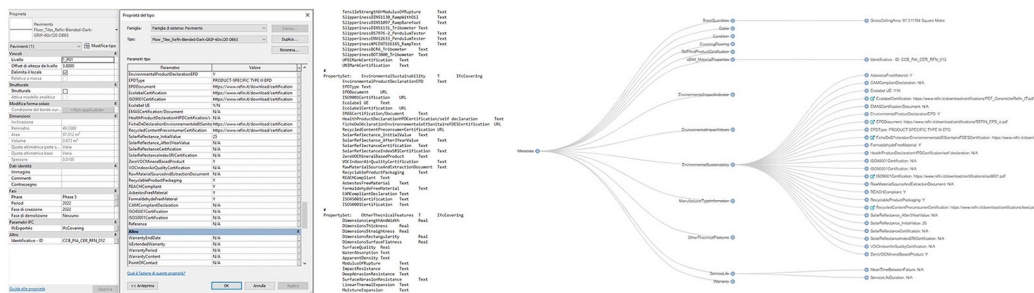
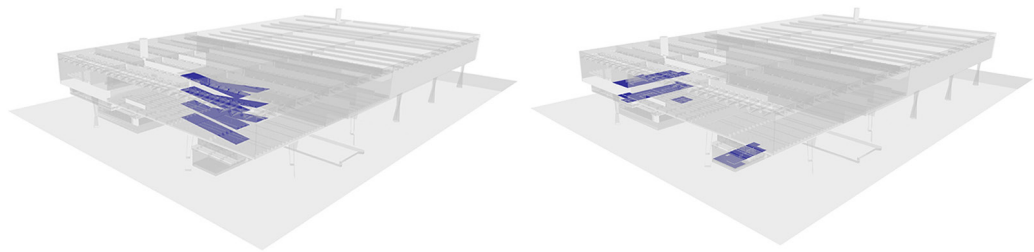


Fig. 04. Visualisation and selection of objects on the eBIM-INCEPTION open standard semantic web platform: interrogation of the characteristics of the materials (property set). Credits: DIAPReM/TekneHub Laboratory, UNIFE.

### Informational implementation of HBIM models

The detailed HBIM modelling of the FAUUSP building involved the north-west part of the construction, which includes the entrance and the connection system between floors, characterised by a system of ramps. The model was later completed, with a different level of detail, with the purpose of contextualising the part under examination in comparison with the overall dimensions of the building. The geometric characteristics of the building's structures themselves established the modelling used for components and families, ad hoc. Each component (family) generated was made adaptable through the use of generic and specific parameters, for both the type of element and its requirements for local modifications. Specific tests for export to IFC have not been carried out for these parameters in the transition to the open standard semantic web platform, as the general sizing information, which was considered to be sufficient, can be read correctly. This way, the development of the model has allowed for a discernible double interpretation - architectural and structural - allowing us to trace the category, the function and the material at an informational level. The process of informational implementation connected to the geometric attributes of each component modelled was more highly articulated. The implementation of the informational data was carried out by assigning attributes to the three-dimensional objects and materials, with the

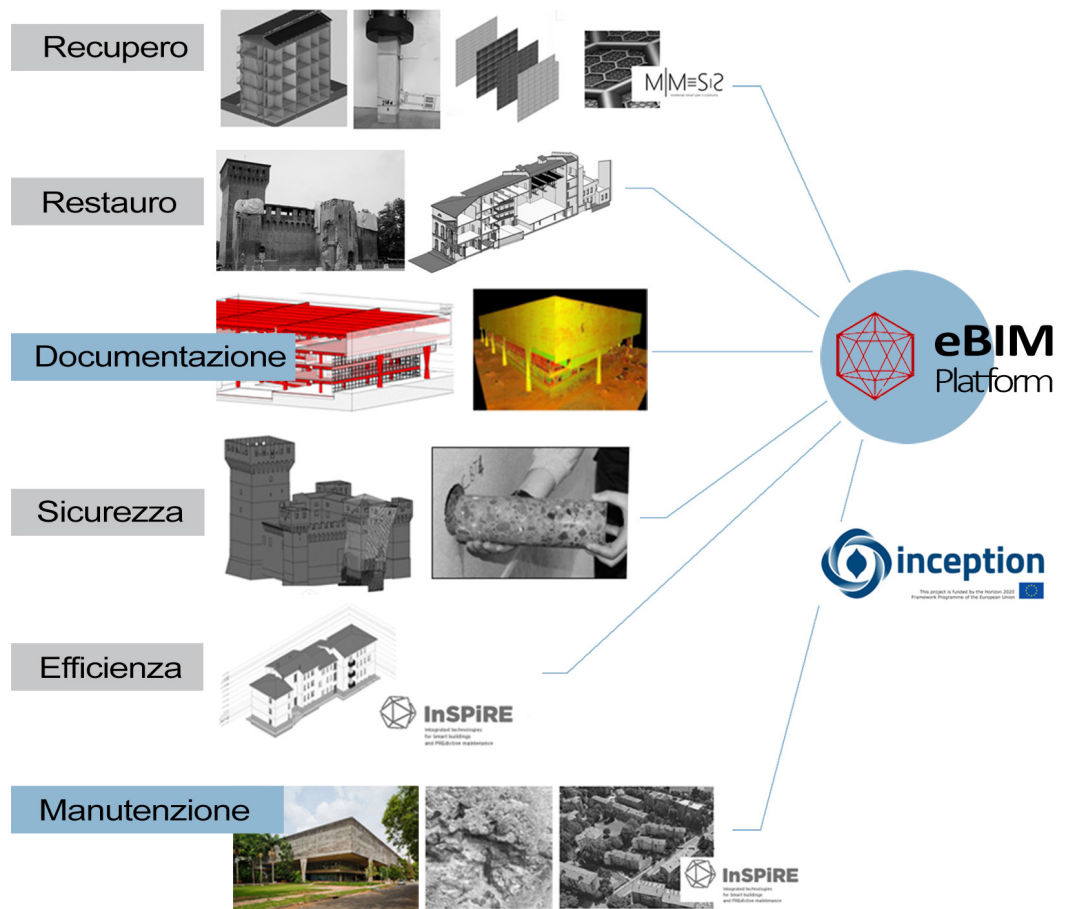


Fig. 05. Implementation of semantic research categories on the eBIM-INCEPTION collaborative platform: field of investigation - FAU USP (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Brazil). Credits: DIAPReM/TekneHub Laboratory, UNIFE.

double purpose of documenting the state of affairs and contributing to the intervention project for the existing heritage. In this sense, our collaboration with private parties through the public-private partnership was significant, as it provided the basis for the discourse, a database of existing materials and materials for new builds, for the later definition of semantic categories, with reference to the IFC2\*3 standard that the platform supports [ladanza et al. 2020]. The management of the process for the interoperability of the data from the external databases (Excel) with the BIM Authoring environment was primarily handled with a range of digital tools - among which was Dynamo - with the purpose of automating the workflow. The following stage of uploading the HBIM models to the platform followed a protocol for exporting the geometric and informational content from the Authoring Revit software to the open standard IFC2\*3 format, with the aim of defining a more suitable organisation for the data sheets - *property sets* - that would be compatible with the semantic triple based language the viewing platform is based on. The tests for loss of information, geometric data and aggregate data in the transfer from the authoring environment to the platform were carried out through the use of digital tools such as Solibri, BIM Vision and FZK viewer.

### Open standard collaborative platforms

An approach to heritage modelling that involves the organisation and integration of information in a graphic-semantic structure is an inherently highly-articulated process, made yet more complex by the goal of viewing and interrogating such “augmented” content through semantic web platforms [Quattrini et al. 2017].

In the context of the “eBIM” project, it has been possible to highlight how this problem cannot be overcome simply through the implemented possibilities for system automation, interoperability of IT standards or enhanced possibilities for the calculation of authoring environments, but rather that it requires a more complex modelling protocol – both geometric and informational – which considers the individual parametric object as an available digital resource. It follows from this that the definition of specific ontologies – for geometric data, materials, properties, and also attachments (pdfs, photographs and 360-degree photographs, videos, etc.) – is indispensable for the computer description and translation of the relationship between the different objects and the system of relationships that the intervention on the existing building defines between them. The structure of the aforementioned ontologies, understood as the result of the subject, verb and predicate, becomes an essential prerequisite – a constraint – of the geometric and informational modelling, similar to the characteristics of the construction, geometry and morphology, and preservation of the artefact under examination. The eBIM-INCEPTION platform is the result of a process of developing technological maturity, which, thanks to the results of the European project “INCEPTION”, has led to the implementation, through the “eBIM” project, of a technological background consisting of a platform designed for cultural heritage, and a collaborative environment for interventions on existing buildings. In the context of the platform, the semantic modelling of the FAUUSP case contributes to the definition of a specific ontology [Parisi et al. 2019] for: historical documentation; analysis of the temporal evolution of the artefact (*time-machine*); and the new materials for the intervention, with particular reference to ceramic materials.

## Conclusions

The viewing and interrogation of Heritage Building Information Modeling models of existing heritage through open standard semantic web platforms is a complex process, which depends on constraining conditions that involve the very definition of the *scan to BIM* protocols adopted. The highly-articulated and heterogeneous *corpus* of information sources connected to the knowledge and documentation of the heritage, and the different types of intervention related to it [Santagati et al., 2021], represents a potential set of available digital resources with a view to semantic modelling. According to the approach described, even 1D (text) and 2D data sources (images, drawings etc.) can be translated into digital information, using a semantic approach to modelling that defines and implements ontologies in relation to the various goals for the use of the parametric models.

However, in order to carry out a full transition to effective collaborative environments that are open to a range of actors – and therefore multiple uses and purposes – it is necessary to share *standards* for the informational implementation of HBIM models of cultural heritage and existing buildings, similar to what has already been defined and is ever more widely used for the modelling and implementation of geometric attributes.

## References

- Acierno, M., et al. (2017). Architectural heritage knowledge modelling: An ontology-based framework for conservation process. In *Journal of Cultural Heritage*, 24, 124–133.
- Balzani, M., Maietti, F., Mugayar Kühl, B. (2017) Point cloud analysis for conservation and enhancement of modernist architecture. In *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-2/W3, 71–77, < <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W3-71-2017> > (consultato il 13 gennaio 2022).
- Barossi, A. C. (a cura di), (2016). *O edificio da FAU-USP de Vilanova Artigas*. São Paulo: Editora da Cidade.
- Bianchini, C., Attenni, M., Potestà, G., (2021) Regenerative Design Tools for the Existing City: HBIM Potentials. In *Rethinking Sustainability Towards a Regenerative Economy*, 2021, pp. 23-43, <[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-71819-0\\_2](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-71819-0_2)> (consultato il 14 gennaio 2022).
- Brusaporci, S., Maiezza, P., Tata, A. (2018). A framework for architectural heritage HBIM semantization and development. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-2, 179–184. < <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-179-2018> > (consultato il 14 gennaio 2022).
- Fallavolita, F., et al (2015). Semantic description of the three-dimensional models of Bologna porches. In *SCIRES.IT Scientific REsearch and Information Technology Ricerca Scientifica e Tecnologie dell'Informazione*, 5(1), 31–40.
- Grussenmeyer, P., et al. (2008). Comparison methods of terrestrial laser scanning, photogrammetry and tacheometry data for recording of cultural heritage buildings. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XXXVII, B5, Beijing, 213–218.
- Iadanza, E. et al (2021), Bridging the Gap between 3D Navigation and Semantic Search. The INCEPTION platform. In *HERITECH 2020, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 949 (2020) 012079, pp. 1-9, <doi:10.1088/1757-899X/949/1/012079> (consultato il 16 gennaio 2022).
- Inzerillo, L., et al. (2016). BIM e Beni architettonici: Verso una metodologia operativa per la conoscenza e la gestione del patrimonio culturale/BIM and architectural heritage: Towards an operational methodology for the knowledge and the management of cultural heritage. In *Disegnarecon*, 9, 16.1–16.9.
- Logothetis, S., Karachaliou, E., Stylianidis, E. (2017). From OSS CAD to BIM for cultural heritage digital representation. The international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences. In *3d virtual reconstruction and visualization of complex architectures* (Vol. 1–3, pp. 439–445).
- López, F. J., et al. (2018). A Review of Heritage Building Information Modeling (H-BIM). In *Multimodal Technologies and Interaction*, 2(2), 21.
- Parisi, P., Lo Turco, M., Giovannini, E.C. (2019). The value of knowledge through H-BIM models: historic documentation with a semantic approach. In *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-2/W9, 581–588.
- Quattrini, R., et al. (2017). Conservation-oriented HBIM. The BIMEXPLORER web tool. In *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-5/W1, 275–281.
- Santagati, C., et al. (2021), HBIM approach for the knowledge and documentation of the St. John the Theologian cathedral in Nicosia (Cyprus). In *Journal of Archaeological Science: Reports*, <[doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.102804](https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.102804)> (consultato il 14 gennaio 2022).

## Authors

Fabiana Raco, Dipartimento di architettura, Università degli studi di Ferrara, [rcafbn@unife.it](mailto:rcafbn@unife.it)  
Marcello Balzani, Dipartimento di architettura, Università degli studi di Ferrara, [bzm@unife.it](mailto:bzm@unife.it)  
Fabio Planu, Dipartimento di architettura, Università degli studi di Ferrara, [fabio.planu@unife.it](mailto:fabio.planu@unife.it)  
Nicola Tasselli, Dipartimento di architettura, Università degli studi di Ferrara, [tssncl@unife.it](mailto:tssncl@unife.it)

To cite this chapter: Raco Fabiana, Balzani Marcello, Planu Fabio, Tasselli Nicola (2022). Modellazione semantica HBIM per la rappresentazione digitale dell'intervento sul patrimonio esistente/HBIM semantic modelling for the digital imaging of interventions on existing heritage. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2789–2804.