



L'ipermodello BIM per gli allestimenti museali: programmazione visuale delle librerie parametriche

Giuseppe Amoruso
Polina Mironenko

Abstract

Lo scopo della ricerca è approfondire l'utilizzo del BIM per gli allestimenti museali proponendo un workflow progettuale finalizzato a realizzare rappresentazioni avanzate, multimediali e interattive, tramite lo sviluppo di un ipermodello. Il processo presenta la simulazione integrata degli interni dove fare esperienza degli allestimenti ed interagire con gli elementi tecnologici e i contenuti multimediali. Il metodo favorisce l'interazione tra progettista, curatore, utente e ambienti espositivi. In relazione ai diversi scenari di progettazione, tra cui la trasformazione degli spazi con componenti digitali, è necessario documentare il patrimonio delle collezioni trasformandolo in librerie e fornire uno strumento progettuale interattivo per gli allestimenti, gestione delle collezioni e verifica dei percorsi museali: l'ipermodello BIM. Attraverso visualizzazioni e rappresentazioni dinamiche, il curatore del museo può utilizzare tale sistema grafico per gestire tutte le informazioni museali. La parte applicativa della ricerca è svolta nell'ambito di un progetto di cooperazione internazionale in collaborazione con il Department of Antiquities del Ministry of Tourism and Antiquities del Hashemite Kingdom of Jordan, finanziato dalla Agenzia Italiana per la Cooperazione allo Sviluppo per la valorizzazione del Museo del Folclore e del Museo delle Tradizioni Popolari presso il Teatro Romano di Amman

Parole chiave

BIM, museo digitale, ipermodello, librerie parametriche, programmazione visuale



Il museo delle Tradizioni Popolari presso il Teatro Romano di Amman. Modello ipertestuale da BIM (Elaborazione grafica degli autori).

Introduzione

Lo studio descrive i criteri per allestire uno spazio museale considerando strategicamente il ruolo delle tecnologie per l'accesso esperienziale ai contenuti culturali e dando priorità ai bisogni degli utenti in relazione ai cambiamenti sociali. La progettazione esperienziale di uno spazio culturale promuove una mediazione tra ambienti, contenuti culturali, patrimonio immateriale (il contributo degli utenti, le loro testimonianze, le pratiche culturali, ma anche i valori del territorio) e la comunità degli utenti, consentendo molteplici forme di interazione e sviluppo [Amoruso, Mironenko 2019].

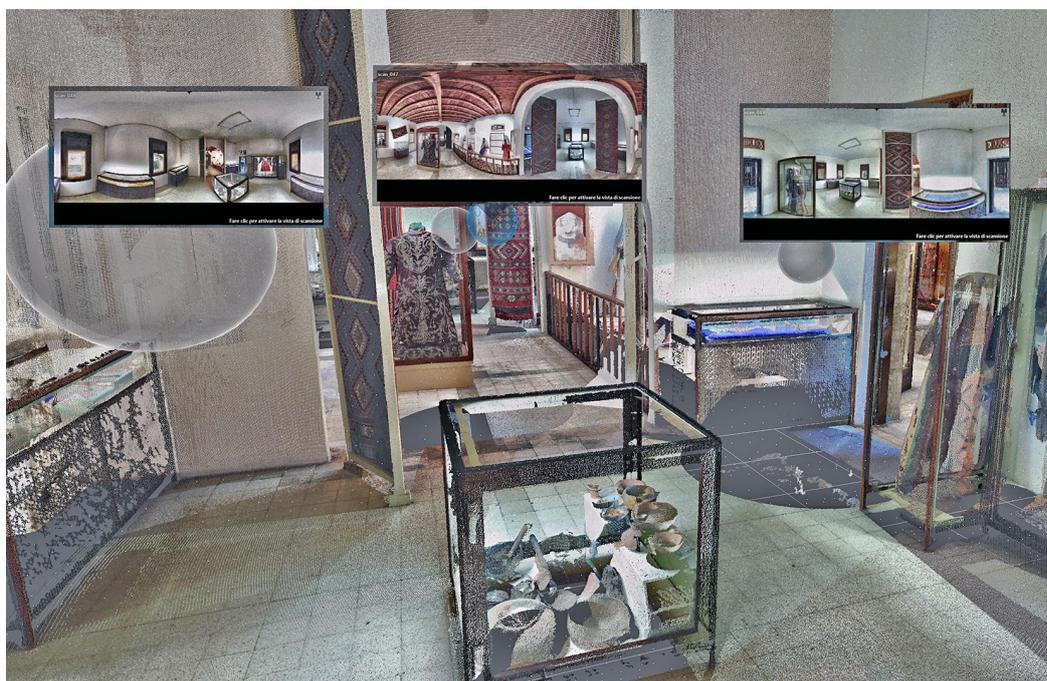


Fig. 01. Modello interattivo in ambiente di visualizzazione della nuvola di punti con link ipertestuale ai panorami fotografici (Elaborazione grafica degli autori).

Come per tutte le altre attività relative alla progettazione, costruzione e gestione degli edifici, anche i sistemi grafici di modellazione delle informazioni tecniche hanno un impatto sul modo in cui lavorano gli *interior designer* (fig. 01). Il BIM offre una serie di vantaggi per la progettazione degli spazi interni; in questo studio si approfondisce il rapporto tra progettista, curatori e media digitali, soprattutto nella potenzialità della visualizzazione interattiva e della verifica di progetti complessi per le diverse attività museali: aggiornamento e digitalizzazione delle collezioni, allestimenti interattivi, miglioramento ambientale, accessibilità per diverse categorie di utenti. Attraverso la simulazione progettuale con il BIM è quindi possibile verificare l'impatto delle modifiche relative alla configurazione degli allestimenti, alle caratteristiche ambientali con set flessibili e tecnologici, alle integrazioni impiantistiche e condividerne gli aggiornamenti. Altro elemento fondamentale è la possibilità di integrare la modellazione architettonica da rilievo tramite acquisizione 3D con le soluzioni temporanee di *interior design*, in particolare per simulare le diverse interazioni richieste dai curatori museali. I recenti strumenti digitali stanno ampliando le possibilità di definire nuovi processi di digitalizzazione, archiviazione e fruizione dei Beni Culturali. Virtual tour, collezioni aperte, mostre in digitale, visite guidate, pillole in streaming, laboratori e giochi a distanza sono le principali risposte che le istituzioni culturali hanno dimostrato di saper proporre, mescolando sapientemente diversi ingredienti in modo rapido, e con esiti anche qualitativamente elevati [Lo Turco, Giovannini, Tomalini 2021]. Come poter verificare l'accessibilità ai contenuti espositivi e la loro funzionalità in termini comunicativi? (fig. 02)

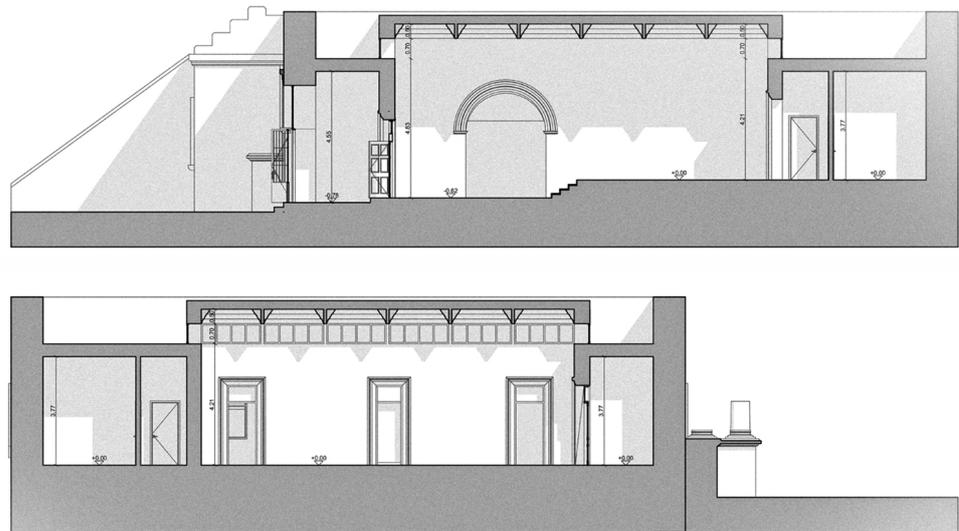


Fig. 02. Visualizzazione in modalità Layout del modello BIM, disegnato sulla base del rilievo laser scanner (Elaborazione grafica degli autori).

Museum of Popular Traditions



Fig. 03. Visualizzazione della moodboard ambientale per il nuovo allestimento del museo (Elaborazione grafica degli autori).



Pavimento in resina bianca, grigio chiaro
 Muri e finestre tinteggiatura colore bianco, grigio chiaro
 Espositori in vetro extrachiaro o plexi con base in MDF verniciato opaco, colore bianco
 Pannelli informativi sul fondo bianco



Il processo di digitalizzazione del progetto di interni, la rappresentazione condivisa del modello

La versatilità del BIM e la possibilità di raccogliere informazioni su aree espositive e di lavoro, collezioni, microclima, flussi di visitatori e molti altri aspetti significativi potrebbero ottimizzare le attività museali, migliorare sicurezza, protezione, gestione, economia e sostenibilità ambientale. La digitalizzazione degli oggetti museali è un argomento ben noto, soprattutto per la realizzazione di modelli per il web o musei virtuali, visualizzazione digitale, rappresentazioni di collezioni museali associate tutti i tipi di informazioni. Il contenuto digitale è spesso il risultato di un progetto di modellazione ad hoc [Tucci et al. 2019]. La proposta si rivolge alla definizione di un sistema museale per la digitalizzazione delle caratteristiche

fisiche degli ambienti e delle collezioni; in tale modello multi scalare si possono includere anche i cataloghi di oggetti provenienti da procedure di acquisizione 3D. Si introduce una metodologia di rappresentazione del modello che include sia il progetto costruttivo che tutte le informazioni tecniche e tecnologiche associate alle fasi progettuali. Nella configurazione di un sistema spaziale complesso si fa riferimento alle principali scelte di allestimento, declinate per i diversi livelli progettuali e organizzate per librerie parametriche grazie agli strumenti BIM. Dallo spazio architettonico con il suo tono (colori, materiali e textures), ai singoli elementi di arredamento e allestimento tecnologico, la *moodboard* ambientale sintetizza, visualizza e verifica il concept di *interior design*; rappresenta la caratteristica visiva che rispecchia il mood degli interni e quindi è un passaggio cruciale nello sviluppo del progetto (fig. 03). Rispetto al processo convenzionale CAD, il BIM consente di disegnare gli elementi parametrici principali dell'edificio (muri, strutture portanti, finestre, porte, ecc.), rendendo più efficace la sessione operativa poiché si può sfruttare la libreria di supporto presente nel programma (fig. 04). In questa ricerca si propone un metodo per estendere le potenzialità operative progettando le librerie di tutti i componenti dell'allestimento museale, rappresentandoli in modalità interattiva tramite la programmazione visuale. Inoltre, quei contenuti che solitamente appartengono al catalogo del museo e sono censiti tramite inventario possono diventare parte integrante il modello BIM attraverso nuove librerie delle collezioni da cui estrarre selezioni per allestimenti temporanei. Il rapporto tra beni culturali, tecnologie digitali e modelli visivi coinvolge un'area di ricerca sempre più ampia, orientata al rinnovamento degli archivi e dei musei per la conservazione e la promozione della cultura. La crescita di numerose collezioni digitalizzate del patrimonio aumenta la necessità di metodologie adeguate per sviluppare un sistema strutturato in grado di accedere a queste collezioni e alla grande quantità di dati [Giovannini, Lo Turco, Tomalini 2021]. Una ulteriore innovazione è il potenziamento del modello ipertestuale che il software Bim Archicad consente di esportare su applicativi *mobile* o *desktop* per una fruizione allargata. Progettando le visualizzazioni tecniche del modello e collegando le schede tecniche dei singoli prodotti dell'allestimento, il modello diventa esso stesso spazio interattivo museale e transcodifica la dinamica di interazione e di visita aumentandone i livelli informativi e di fruizione. Le informazioni sugli elementi museali, quali finiture, dimensioni e quantità, possono essere visualizzate in maniera ipertestuale così come si può passare dalla visita attraverso le sale alla

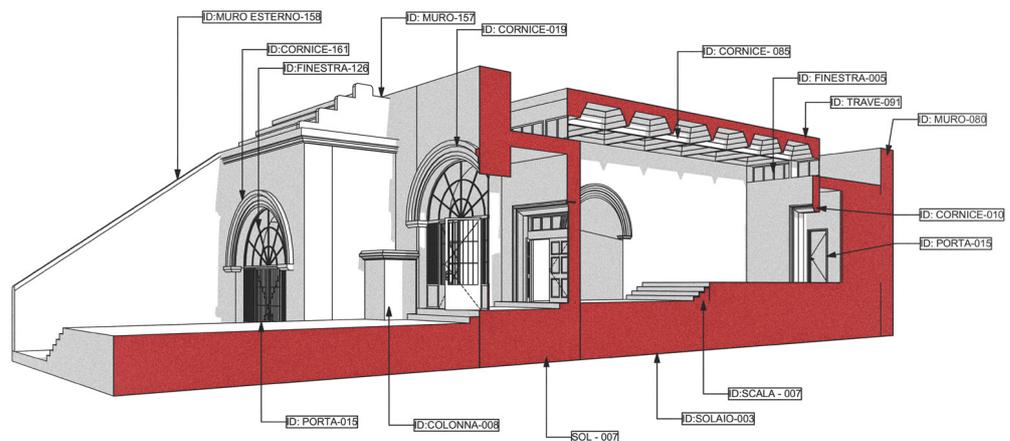


Fig. 04. Modello BIM con gli elementi parametrici principali: muri, strutture portanti, finestre, porte (Elaborazione grafica degli autori).

modalità di visualizzazione dei layout bidimensionali. L'ipermodello permette di navigare in tempo reale nell'allestimento dello spazio espositivo simulando la visita virtuale del modello ed una migliore interazione con gli oggetti parametrici. La rappresentazione grafica ipertestuale del modello BIM ha il vantaggio di collegare le visualizzazioni tecniche con la fruizione interattiva che permette la visualizzazione immediata delle componenti progettuali, velocizzando il processo creativo e migliorando la comprensione delle caratteristiche ambientali. È questo un elemento sostanziale poiché richiede competenze legate alla percezione visiva e alla capacità di comprendere logicamente le forme spaziali che spesso sono difficili da maturare nel breve termine ed in fase di apprendimento scolastico. Inoltre, tutta la documentazione tecnica riferita a prestazioni, materiali, specifiche tecniche, trova finalmente spazio all'interno di un unico modello virtuale, un database grafico condiviso che si indirizza a tutti gli operatori partecipanti al progetto. Chi si occupa di progettazione integrata ha la possibilità anche di creare oggetti e sistemi costruttivi personalizzati, mettendoli poi a disposizione su una piattaforma collaborativa; il processo concentra le risorse sull'aumento delle caratteristiche informative del modello 3D. Il BIM non solo assiste i progettisti nella modellazione del progetto, ma aiuta tutti i partecipanti al progetto a risolvere problemi di comunicazione, offrendo un disegno multi scalare e a più dimensioni. Rispetto al disegno convenzionale CAD, di prassi maggiormente simbolico e astratto, nel caso del BIM si richiede una conoscenza multidisciplinare delle soluzioni tecnologiche per rappresentare correttamente il modello. In questo caso l'impatto del BIM, in quanto metodo progettuale, si confronta con lo standard tecnologico del settore professionale e industriale e con i diversi fabbisogni di utilizzo. In merito a tale condizione, il BIM permette di operare secondo un metodo maggiormente rigoroso e progettualmente funzionale integrando le altre specializzazioni tecniche, come quelle della progettazione grafica, della comunicazione e del rilievo, che fornisce i dati necessari alla costruzione del modello geometrico base.

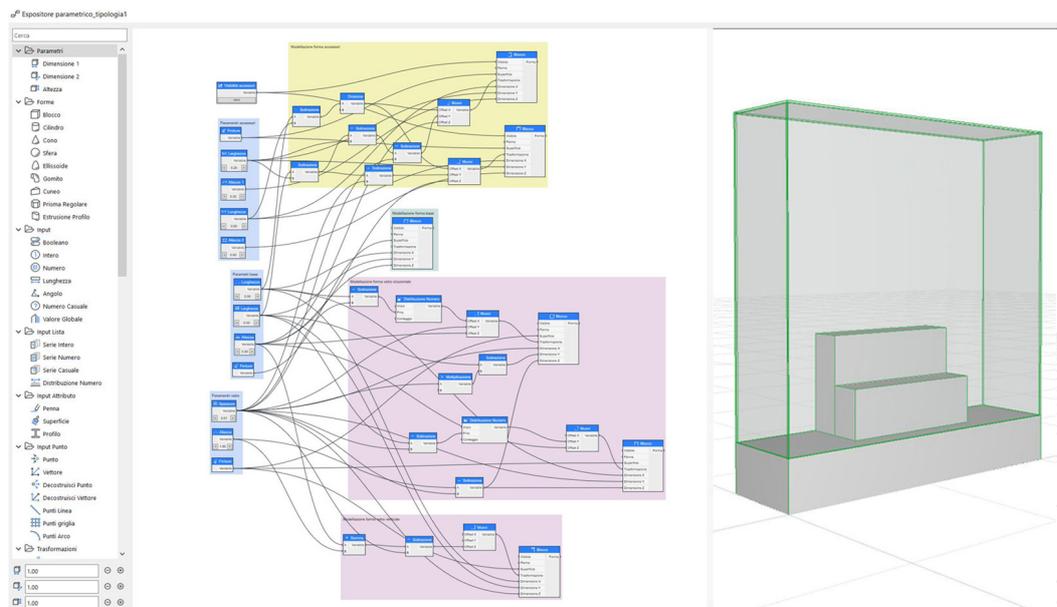


Fig. 05. Algoritmo visuale per un espositore progettato parametricamente attraverso lo strumento PARAM-O di Archicad (Elaborazione grafica degli autori).

Programmazione visuale e librerie parametriche per gli allestimenti museali

Gli oggetti hanno un ruolo determinante nella progettazione BIM, sin dalle prime fasi della progettazione. Li posizioniamo come se fossero volumi della nostra composizione, ma in realtà contengono al loro interno dati e parametri che anticipano la posa in opera e il loro uso nel tempo. Gli oggetti costituiscono l'interfaccia fra la progettazione, intesa come processo mentale e creativo, e il processo costruttivo, fatto di innumerevoli scelte pratiche [Bourg 2021]. Creare una libreria personale per la progettazione museale è una sfida interessante per la ricerca: tale strumento contiene tutti i componenti dell'allestimento multimediale.

Nel caso di studio del museo delle Tradizioni Popolari di Amman si è sperimentato l'ambiente progettuale di Archicad per sviluppare, in collaborazione con i curatori e il *Department of Antiquities* giordano, una applicazione sperimentale per gli allestimenti museali e il museo digitale [Lo Turco, Calvano 2019].

La *Standard Library* di Archicad integra numerosi elementi parametrici che per esigenze progettuali è possibile arricchire con ulteriori oggetti e textures provenienti da cataloghi online. Su queste piattaforme, prevalentemente gratuite, si trovano gli oggetti parametrici nel formato GSM riconosciuto da Archicad: *BIM Components*, al quale è possibile accedere direttamente dal software, e *BIM Object*, che contiene una vasta scelta di oggetti BIM dai siti dei produttori. Inoltre, si possono creare nuovi oggetti di libreria attraverso la registrazione online di modelli tridimensionali o di simboli e profili 2D (realizzati con l'ausilio degli strumenti *Forma* o *Profilo complesso*) ovvero personalizzando gli elementi già presenti nella *Standard Library* di Archicad. Un elemento di sperimentazione è lo strumento algoritmico PARAM-O, interfaccia di programmazione visuale a nodi visuali che sostituisce l'uso degli script che integra ed estende i comandi di modellazione parametrica: la modifica dei *features* permette di creare elementi parametrici di libreria senza scrivere direttamente il codice GDL (il *Geometric Description Language* è un linguaggio basato su BASIC).

Il risultato è un oggetto di libreria parametrico completamente compatibile con Archicad, un'alternativa più efficiente ad integrazione delle procedure che usano la programmazione algoritmica di Grasshopper [Bourg 2021; Pernatkin 2021].

È stata sviluppata una libreria di oggetti personalizzati e specifici rispettando gli standard di documentazione e progettazione per il museo. Il concetto di oggetto parametrico è importante perché attraverso i parametri disponibili nell'oggetto è possibile usare lo stesso elemento per svariate situazioni, adattandolo modularmente o creando installazioni *site-specific*.

Ad esempio, uno stesso oggetto dell'allestimento, caso tipico gli espositori, può essere modellato e aggiornato più volte, modificandolo nelle dimensioni, negli accessori e nelle finiture (fig. 05). Questo metodo permette di fornire in modo rapido e semplice infinite varianti di progettazione e molte opzioni ai progettisti e ai curatori che possono dialogare attraverso le simulazioni interattive per verificare le nuove soluzioni di allestimento, la scelta definitiva delle collezioni da esporre e, infine, affinare l'allestimento museale in relazione alla *user experience* stabilita. Sono state definite tutte le caratteristiche degli oggetti da installare attraverso un processo di programmazione che fissa i "nodi", cioè i moduli parametrici e le loro connessioni che passo dopo passo porta all'installazione completa di struttura, pannelli, impianti e accessori; i nodi permettono di completare il modello parametrico e algoritmico con le sue forme, qualità, materiali, colori e accessori. Più parametri ha un oggetto, più è flessibile.

Salvando l'oggetto creato in PARAM-O, questo diventa un elemento di libreria Archicad nativo. In alcune situazioni avere una libreria completa in un file LCF (Library Container File) è più utile che avere la libreria nella sua originale struttura gerarchica di cartelle. La creazione della libreria LCF assicura che tutti i file necessari siano disponibili e vengano caricati e gestiti nel loro complesso. Se si dispone di una vasta libreria con molte cartelle ed elementi, questi saranno gestiti più comodamente tramite un singolo file LCF.

Inoltre, se è necessario copiare o inviare la libreria, è ancora più facile gestire un solo file anziché dozzine o centinaia di elementi (figg. 06, 07).

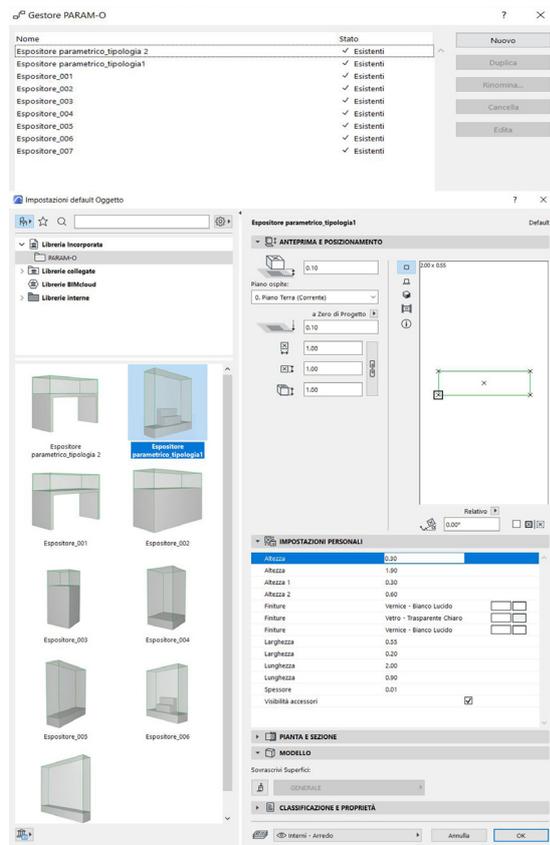
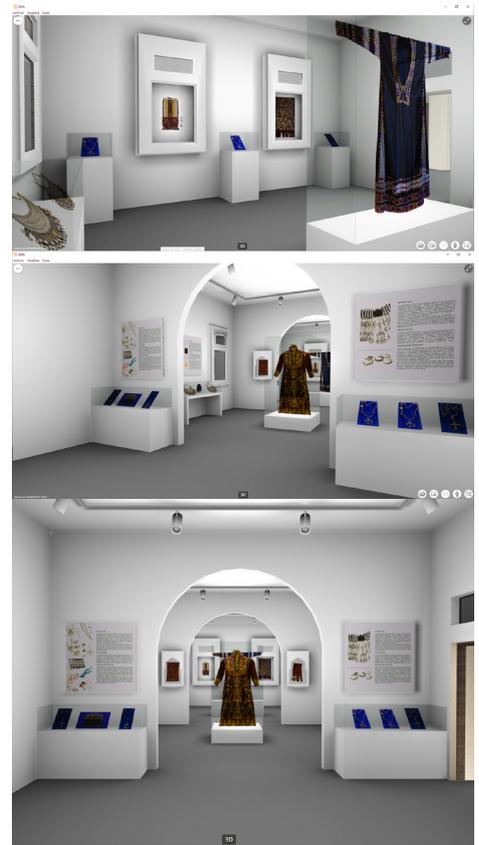


Fig. 06. Gestore PARAM-O degli oggetti creati tramite algoritmo e poi trasformati in oggetti parametrici per la libreria BIM (Elaborazione grafica degli autori).

Fig. 07. Ipermodello BIMx: visualizzazione dell'ambiente museale con tutti gli elementi parametrici, principalmente espositori (Elaborazione grafica degli autori).



Interazione con il modello BIM e rappresentazioni ipertestuali per gli interni

Il modello BIM permette di gestire con grande flessibilità la rappresentazione avanzata e l'interazione con il modello; sono infatti disponibili diverse modalità per condividere, pubblicare e presentare il progetto attraverso esperienza immersiva dinamica: ad esempio, tramite la simulazione in *real time* degli interni, i rendering fotorealistici o con filtri grafici NPR. BIMx è uno strumento di ArchiCAD per presentare il progetto in modalità dinamica e di visita virtuale verificando i percorsi e le interazioni con gli allestimenti progettati. Il processo in fase di sperimentazione consente, per ogni elemento parametrico, di definire la classificazione, le proprietà, le funzioni e le informazioni sugli elementi progettuali che possono essere utilizzate anche per altre applicazioni specialistiche. Il modello, pubblicato tramite l'integrazione guidata di sue visualizzazioni, si rivolge a condivisione ampia permettendo anche a coloro che non hanno partecipato alla progettazione di esplorare il progetto. Quindi l'ipermodello è utile a progettisti e curatori per le verifiche interattive degli allestimenti, ma anche ai visitatori che visitano il museo online. Il risultato principale è stata la sperimentazione del modello ipertestuale verificando la *user experience*, il funzionamento dell'allestimento museale e l'integrazione del modello 3d con la documentazione storica e l'inventario della collezione museale. Sono state simulate e riprodotte la struttura fisica dell'edificio museale attraverso le procedure di modellazione BIM, l'integrazione di informazioni parametriche di dettaglio e le principali caratteristiche delle superfici architettoniche e dei materiali. È un caso di particolare complessità progettuale poiché una parte del museo ingloba strutture originali appartenenti al teatro romano e gli interni sono caratterizzati da una ricca presenza di collezioni museali, oggetti, espositori, installazioni. Grazie all'ipermodello è stato possibile a navigare in tempo reale e fare delle verifiche che possono essere d'aiuto nei processi decisionali e per valutazione dei costi. L'ipermodello può contenere l'intera documentazione del progetto: il modello 3D, layout di prospetti, sezioni 3D, assometria e prospettive, abachi ed il percorso di visita (fig. 08).

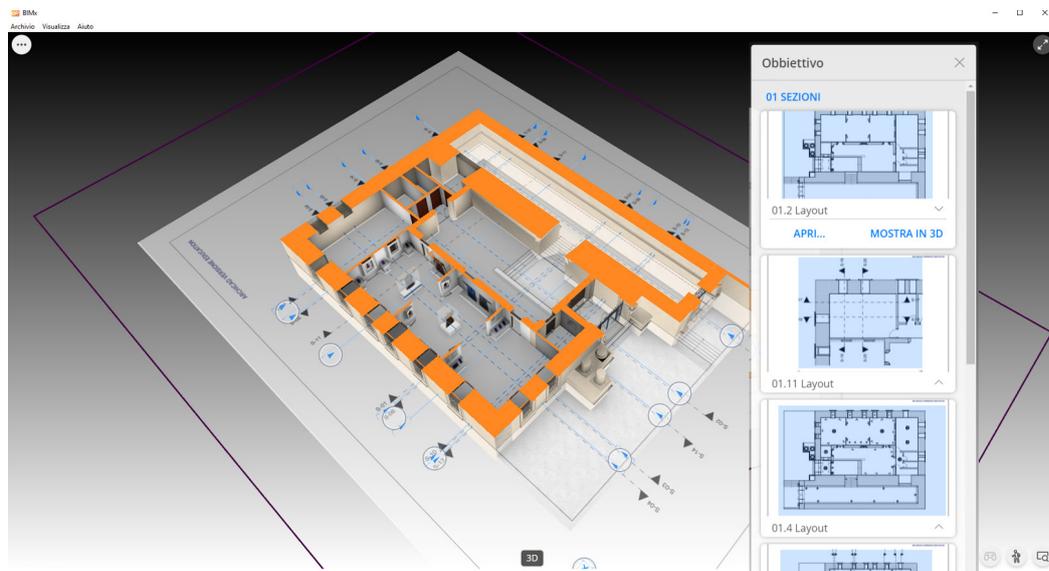


Fig. 08. Ipermodello BIMx: layout di progetto, modello 3d di simulazione dell'allestimento, percorso interattivo tra le collezioni (Elaborazione grafica degli autori).

Conclusioni

La metodologia di ricerca ha combinato, attraverso metodi avanzati di rappresentazione, le diverse esigenze di digitalizzazione della progettazione museale; lo strumento BIM è stato introdotto non solo per gestire efficacemente le fasi progettuali tipicamente tecniche, da quelle preliminari fino al concept definitivo di un allestimento, ma anche per creare un archivio informativo basato su un modello ipertestuale da esportare alla fine del processo. Si propone un protocollo universale svincolato dall'utilizzo dell'applicativo BIM, meramente legato alla progettazione parametrica degli ambienti, proponendo uno strumento accessibile alle diverse figure che operano nel sistema museale. Il procedimento permette ai curatori di collegare le collezioni, solitamente catalogate per schede di inventario, ad un ambiente visuale interattivo, l'ipermodello BIMx, che contiene le soluzioni di allestimento definite per parametri, librerie e algoritmi di programmazione visuale. L'ipermodello può essere personalizzato e orientato ad un uso gestionale, di manutenzione e di verifica dei parametri di sicurezza ambientale, piuttosto che alla performance energetica e illuminotecnica. A partire dalla *mo-odboard* ambientale, il modello BIM include le principali tecnologie costruttive, gli elementi di caratterizzazione ambientale, i materiali, i colori, i dispositivi multimediali e le soluzioni per l'arredamento e l'illuminazione e si estende all'utilizzo da parte dei curatori per gestire la vita delle collezioni anche durante gli allestimenti temporanei.

Attraverso la rappresentazione avanzata in ambiente BIM, è stata eseguita la simulazione preliminare del museo e la verifica geometrica tramite l'acquisizione di una nuvola di punti. La modellazione tridimensionale e il design collaborativo, personalizzando le librerie con gli strumenti BIM più innovativi, consentono di visualizzare interattivamente l'ambiente progettato come prototipo di simulazione delle soluzioni museali (fig. 09). La sperimentazione in corso è finalizzata al riallestimento complessivo del museo a partire dalla digitalizzazione dell'inventario. Il modello ha quindi permesso di verificare, attraverso visualizzazioni e animazioni, la possibile organizzazione di un workflow progettuale finalizzato a realizzare rappresentazioni avanzate, multimediali e interattive per il design di interni in base a diversi scenari di progettazione, tra cui la trasformazione digitale di spazi e collezioni museali in librerie personalizzate. I singoli set di allestimento, così come gli spazi destinati alla conservazione dei costumi, sono pensati secondo moduli personalizzabili in base alle caratteristiche degli abiti, di lunghezza variabile. L'ipermodello museale favorisce una maggiore accessibilità e funzionalità nelle pratiche di museologia ed è uno strumento di notevole potenziale perché può incorporare le librerie delle collezioni museali create attraverso il sistema a nodi visuali GDL (fig. 10). La procedura BIM offre un ambiente di rappresentazione che si sviluppa dal rilievo e aumenta il modello

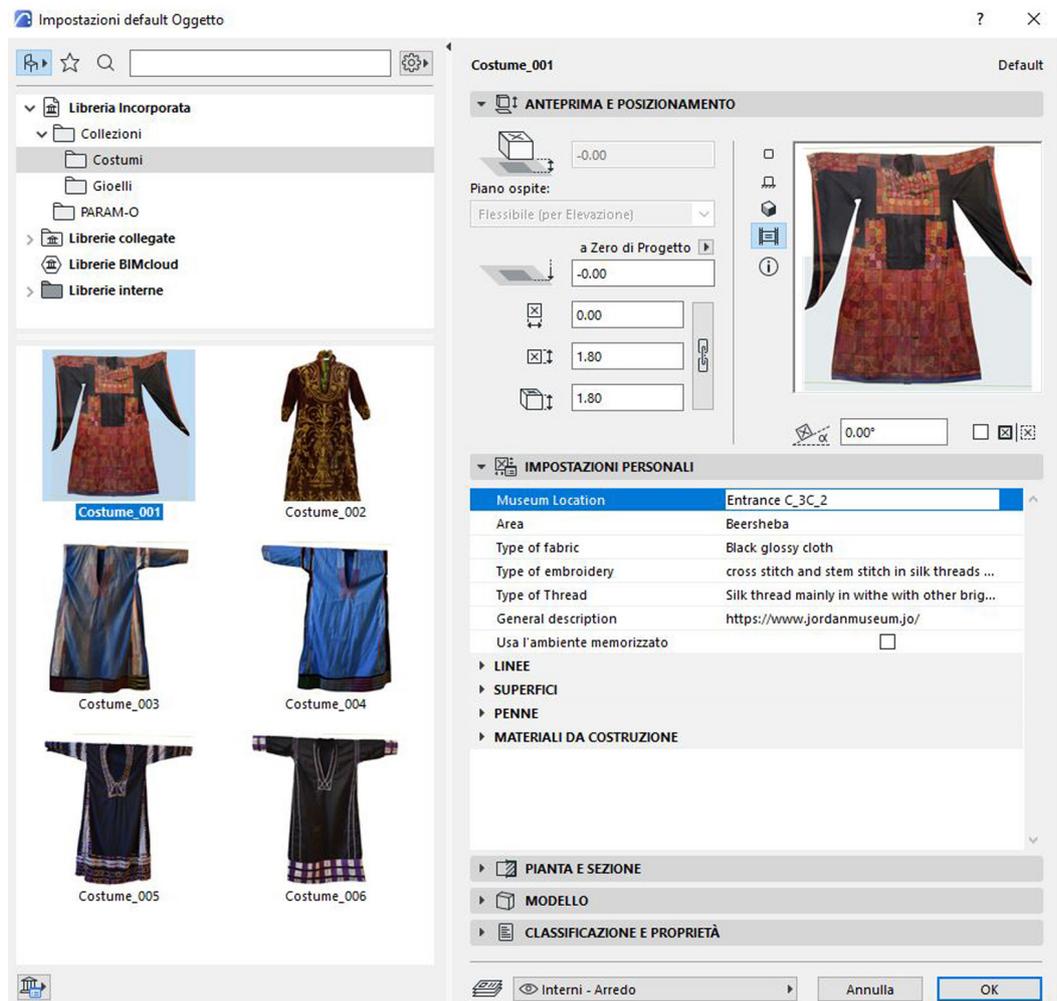
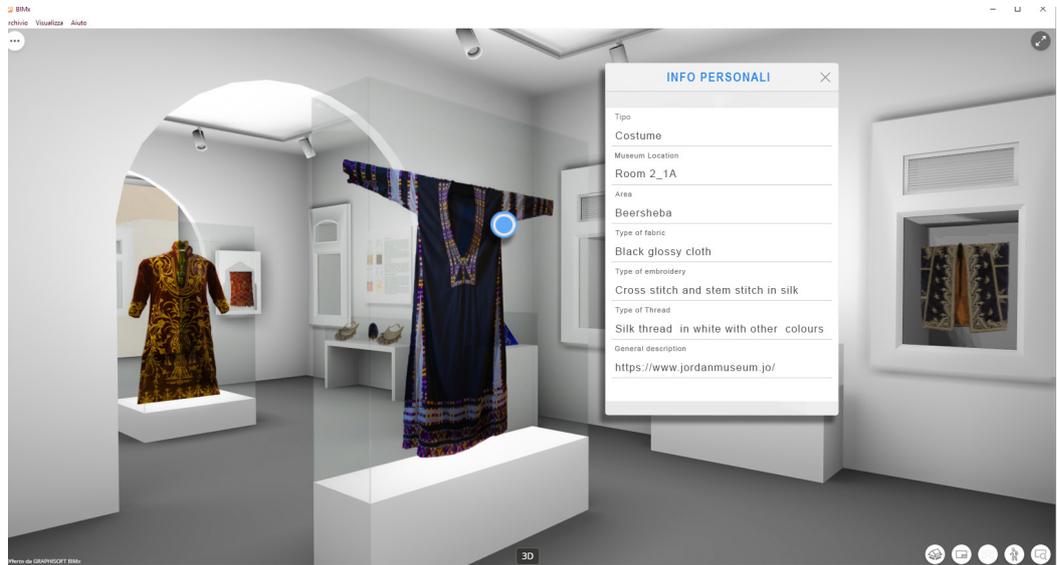


Fig. 09. Libreria delle collezioni museali create attraverso il sistema GDL; il Geometric Description Language è un linguaggio di programmazione funzionale basato su BASIC disponibile nell'ambiente BIM (Elaborazione grafica degli autori).

nei diversi livelli informativi richiesti dagli allestimenti museali, configurando un ambiente di condivisione ipertestuale e interattivo, tramite la modellazione parametrica. L'innovazione, qui sperimentata, propone un metodo progressivo di personalizzazione delle librerie parametriche superando il limite della simulazione esclusiva dello spazio architettonico. Curatori e progettisti possono così interagire nello stesso ambiente sviluppando per il progetto in corso in Giordania sessioni di progettazione collaborativa, in un quadro di cooperazione più inclusiva per comprendere, comunicare e rappresentare la ricchezza di una nazione e del suo patrimonio culturale, oltre la mera questione tecnica e tecnologica.

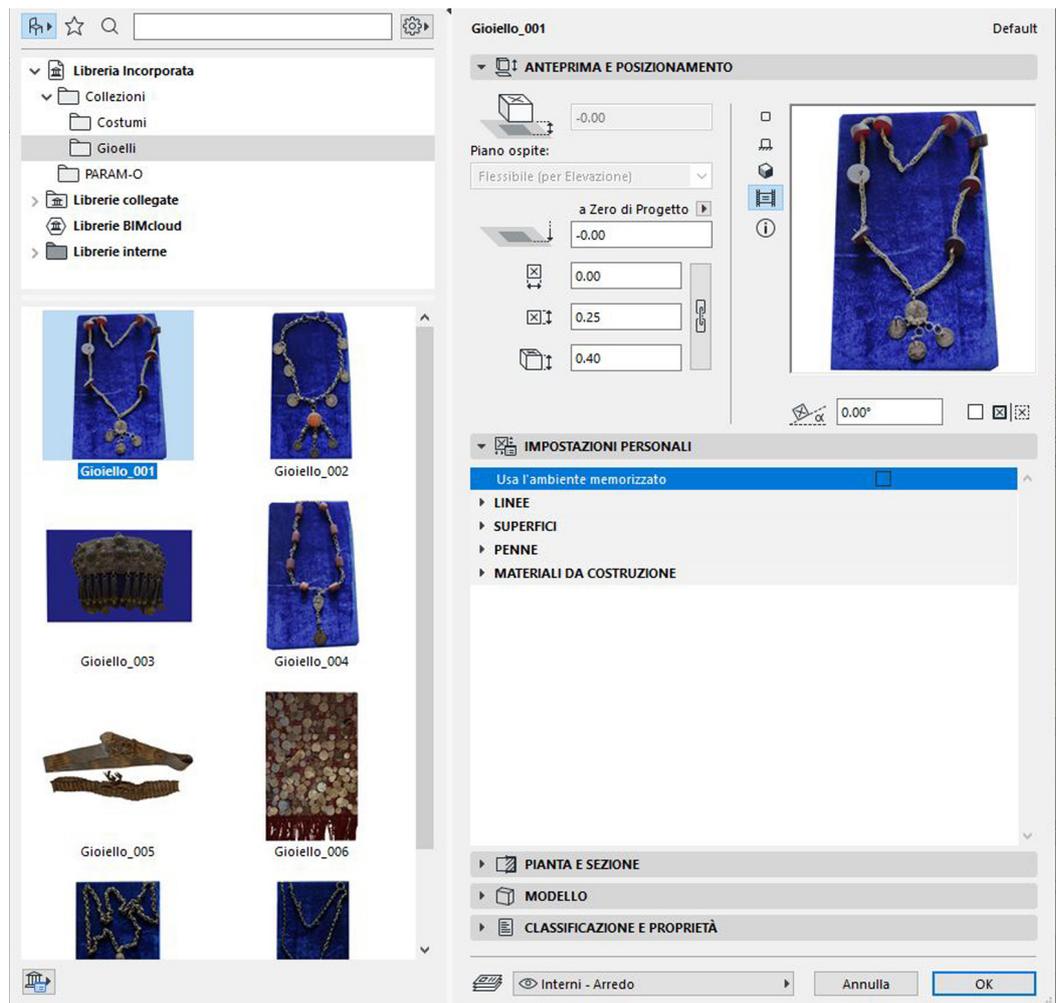


Fig.10. Libreria delle collezioni museali con le impostazioni personalizzate nell'ambiente BIM, per costumi e gioielli (Elaborazione grafica degli autori).

Ringraziamenti

Giuseppe Amoruso è autore dell'introduzione, delle conclusioni e del primo paragrafo, ha inoltre curato la revisione scientifica di tutti i testi e delle illustrazioni. Polina Mironenko è autrice del secondo e terzo paragrafo e ha curato la redazione delle illustrazioni.

Riferimenti Bibliografici

Amoruso, G., Mironenko, P. (2019). Representation and new technologies for the contemporary library, innovating the cultural experience design. In *DisegnareCon. Experiential Design for Heritage and Environmental Representation*, 12, 23, 2019 <<http://disegnarecon.univaq.it/ojs/index.php/disegnarecon/issue/view/26> > (consultato il 12 marzo 2022).

Bourg, H. (2021). PARAM-O e altri Strumenti per lavorare con gli Oggetti in Archicad. <<https://blog.archicad.it/bim/param-o-e-altri-strumenti-per-lavorare-con-gli-oggetti-in-archicad> >(consultato il 12 marzo 2022).

Lo Turco, M., Calvano, M. (2019). Digital Museums, Digitized Museums. In Luigini, A. (a cura di), *Proceedings of the 1st International and Interdisciplinary Conference on Digital Environments for Education, Arts and Heritage. EARTH 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing*, Vol 919. Cham: Springer.

Lo Turco, et al. (2021). Physical, digital, virtual, intangible. Research experiences in Museums. AGATHÓN. In *International Journal of Architecture, Art and Design*, 10, 140-149.

Pernatkin, K. (2021). Parametric Conflicts: GDL vs GRASSHOPPER. <<https://2optik.livejournal.com/84085.html> >(consultato il 12 marzo 2022).

Tucci, G., et al. (2019). M-BIM: A new tool for the Galleria dell'Accademia di Firenze. In *Virtual Archaeology Review*, 10(21): 40-55, 2019.

Autori

Giuseppe Amoruso, Dipartimento di Design, Politecnico di Milano, giuseppe.amoruso@polimi.it
Polina Mironenko, Dipartimento di Design, Politecnico di Milano, polina.mironenko@polimi.it

Per citare questo capitolo: Amoruso Giuseppe, Mironenko Polina (2022). L'ipermodello BIM per gli allestimenti museali: programmazione visuale delle librerie parametriche/The BIM hyper model for museum exhibits: visual programming of parametric libraries. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visibilità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visibility. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2016-2035.



The BIM hyper model for museum exhibits: visual programming of parametric libraries

Giuseppe Amoruso
Polina Mironenko

Abstract

The research aims to deepen the use of BIM for museum installations by proposing a design workflow aimed at creating advanced, multimedia, and interactive representations, through the development of a hyper model. The process presents the integrated simulation of the interiors where experience the installations and interact with the technological elements and multimedia content. The method promotes interaction between designer, curator, user, and exhibition environments. In relation to the different design scenarios, including the transformation of spaces with digital components, it is necessary to document the heritage of the collections transforming them into libraries and providing an interactive design tool for the fittings, management of collections, and verification of museum routes: the hyper model BIM. Through dynamic visualizations and representations, the museum curator can use the graphic system to manage all museum information. The research application is part of an international cooperation project in collaboration with the Department of Antiquities of the Ministry of Tourism and Antiquities of the Hashemite Kingdom of Jordan, funded by the Italian Agency for Development Cooperation for the enhancement of the Folklore Museum and the Museum of Popular Traditions at the Roman Theatre in Amman.

Keywords

BIM, digital museum, hyper model, parametric libraries, visual programming

Topic

Experimenting



The Museum of Popular Traditions at the Roman Theater of Amman. Hypertext model from BIM (author's elaboration).

Introduction

The study describes the criteria for setting up a museum space by strategically considering the role of technologies for experiential access to cultural content and giving priority to the needs of users in relation to social changes. The experiential design of a cultural space promotes a mediation between environments, cultural content, intangible heritage (contribution of users, their testimonies, cultural practices but also the values of the territory), and the user community allowing multiple forms of interaction and development [Amoruso, Mironenko 2019].

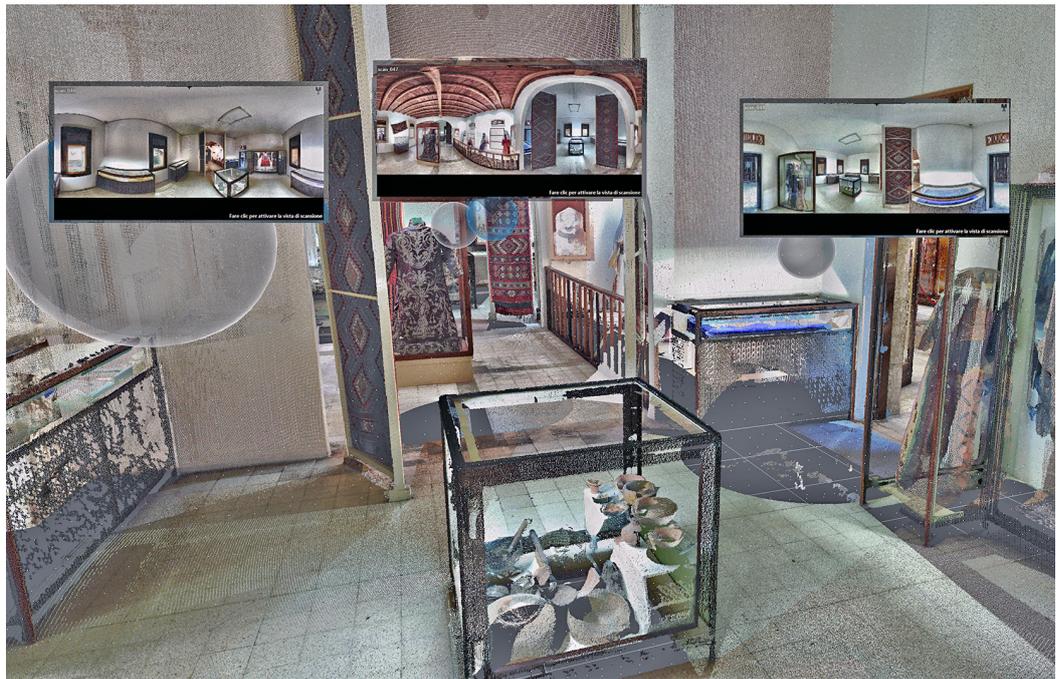


Fig. 01. Interactive point cloud model with hyper-text link to photographic panoramas (author's elaboration).

As with all other activities related to the design, construction, and management of buildings, graphic modelling systems of technical information also have an impact on the way interior designers work (fig. 01). BIM offers many advantages for the design of interior spaces; in this study the relationship between designer, curators, and digital media especially in the potential of interactive visualization and verification of complex projects for different museum activities: updating and digitization of collections, interactive displays, environmental improvement, accessibility for different categories of users. Through the design simulation with BIM, it is, therefore, possible to verify the impact of changes related to the configuration of installations, environmental characteristics with flexible and technological sets, facility integrations, and share updates. Another fundamental element is the possibility of integrating architectural modelling from survey through 3D acquisition with temporary interior design solutions to simulate the different interactions required by museum curators. Recent digital tools are widening the possibilities to define new processes of digitalization, storage, and use of cultural heritage. Virtual tours, open collections, digital exhibitions, guided tours, streaming pills, workshops, and distance games are the main responses that cultural institutions have proven to be able to propose, skillfully mixing different ingredients quickly, and with high-quality results [Lo Turco, Giovannini, Tomalini 2021]. How verify the accessibility of the exhibition contents and their functionality in communicative terms? (fig. 02).

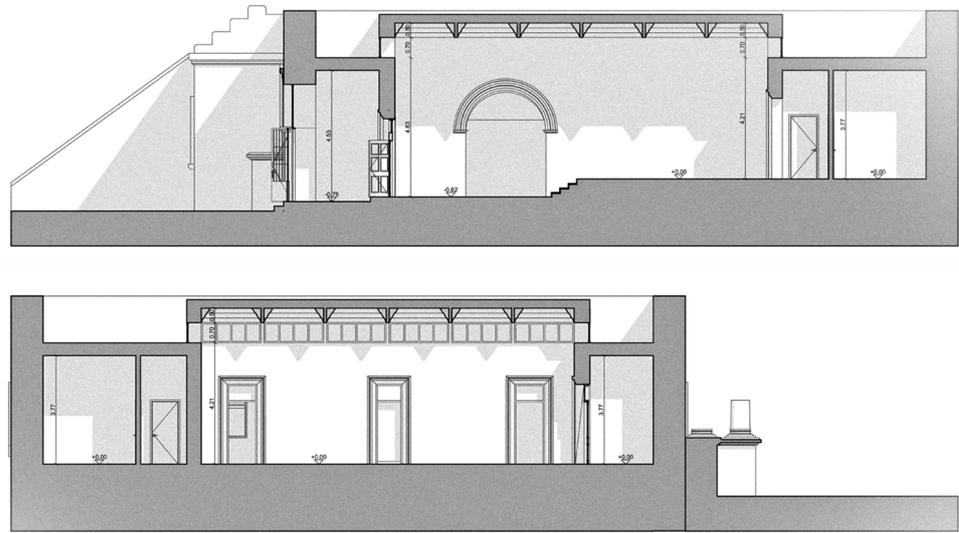


Fig. 02. Layout mode view of the BIM model, representation from the laser scanner survey (author's elaboration).

Museum of Popular Traditions



Pavimento in resina bianca, grigio chiaro
 Muri e finestre tinteggiatura colore bianco, grigio chiaro
 Espositori in vetro extrachiaro o plexi con base in MDF verniciato opaco, colore bianco
 Pannelli informativi sul sfondo bianco



Fig. 03. Visualization of the environmental mood board for the new layout of the museum (author's elaboration).

The process of digitizing the interior design, the shared representation of the model

The versatility of BIM and the ability to collect information on exhibition and work areas, collections, microclimates, visitor flows, and many other significant aspects could optimize museum activities, and improve security, protection, management, economic and environmental sustainability. The digitization of museum objects is a well-known topic, especially for the realization of models for the web or virtual museums, digital visualization representations of museum collections associated with all kinds of information. Digital content is often the result of an ad hoc modeling project [Tucci e alias 2019]. The proposal is aimed at defining a museum system for the digitization of the physical characteristics of environments and collections; this multi-scale model can also include catalogues of objects from 3D acquisition procedures. It introduces a model representation methodology that includes both the construction project and all the technical and technological information associated with the design phases.

In the configuration of a complex spatial system, reference is made to the main set-up choices, declined for the different design levels, and organized for parametric libraries thanks to BIM tools. From the architectural space with its tone (colors, materials, and textures), to the individual elements of furniture and technological setting, the environmental mood board synthesizes, visualizes and verifies the concept of interior design; represents the visual characteristic that reflects the mood of the interior and therefore is a crucial step in the development of the project (fig. 03).

Compared to the conventional CAD process, BIM allows to draw the main parametric elements of the building (walls, load-bearing structures, windows, doors, etc.), making the operating session more effective since it is possible to get advantage of the library present in the program (fig. 04). The research proposes a method to extend the operational potentialities by designing the libraries of all the components of the museum setting representing them in interactive mode through the visual programming. In addition, those contents that usually belong to the museum catalogue and are recorded by inventory can become an integral part of the BIM model through new collections libraries from which to extract selections for temporary installations. The relationship between cultural heritage, digital technologies, and visual models involves an increasingly wide research area, oriented to the renewal of archives and museums for the preservation and promotion of culture. The growth of numerous digitized collections of heritage increases the need for adequate methodologies to develop a structured system capable of accessing these collections and the vast amount of data [Giovannini, Lo Turco, Tomalini 2021]. A further innovation is the enhancement of the hypertext model that the Bim Archicad software allows to export to mobile or desktop applications for wider use.

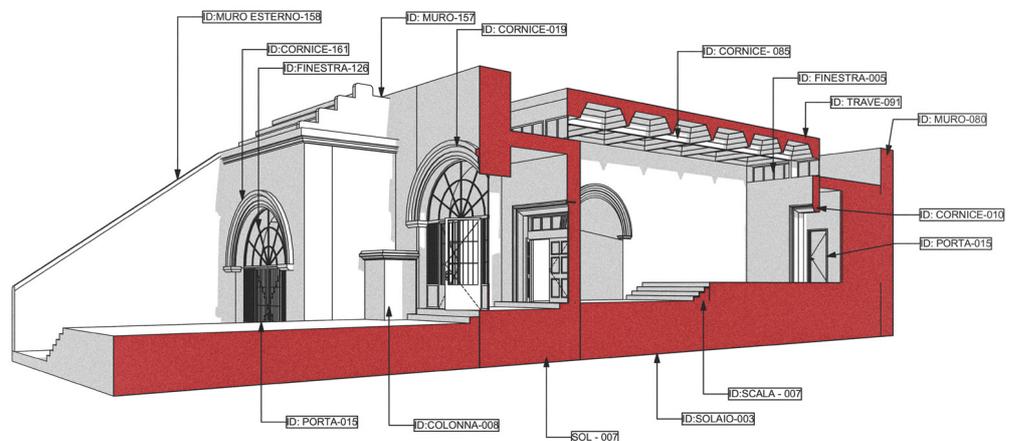


Fig. 04. BIM model with the main parametric elements: walls, load-bearing structures, windows, doors (author's elaboration).

By designing the technical visualizations of the model and connecting the datasheets of the individual products of the exhibition, the model itself becomes an interactive museum space and transcends the dynamics of interaction and visit increasing the levels of information and fruition. Information about the museum elements, such as finishes, dimensions, and quantities can be displayed in a hypertextual way as well as from the visit through the rooms to the display mode of the two-dimensional layouts. The hyper model allows to navigate in real time in the exhibition space setting up simulating the virtual visit of the model and better interaction with parametric objects.

The hypertext graphic representation of the BIM model has the advantage of connecting the technical visualizations with the interactive fruition that allows the immediate visualization of the design components, speeding up the creative process and improving the understanding of environmental characteristics. This is a substantial element because it requires skills related

to visual perception and the ability to logically understand spatial forms that are often difficult to mature in the short term and during school learning. In addition, all the technical documentation related to performance, materials, technical specifications, finally finds space within a single virtual model, a shared graphic database that is addressed to all operators participating in the project.

Those involved in integrated design also have the possibility to create objects and custom construction systems by making them available on a collaborative platform; the process focuses resources on increasing the information characteristics of the 3D model. BIM not only assists designers in project modeling but helps all project participants solve communication problems by offering multi-scale, multi-dimensional design. Compared to conventional CAD design, of more symbolic and abstract practice, in the case of BIM requires a multidisciplinary knowledge of technological solutions to represent the model correctly. In this case the impact of BIM, as a design method, is compared with the technological standard of the professional and industrial sector and with the different needs of use. About this condition, BIM allows to operate according to a more rigorous and functional design method integrating other technical specializations, such as graphic design, communication, and survey, which provides the data necessary for the construction of the basic geometric model.

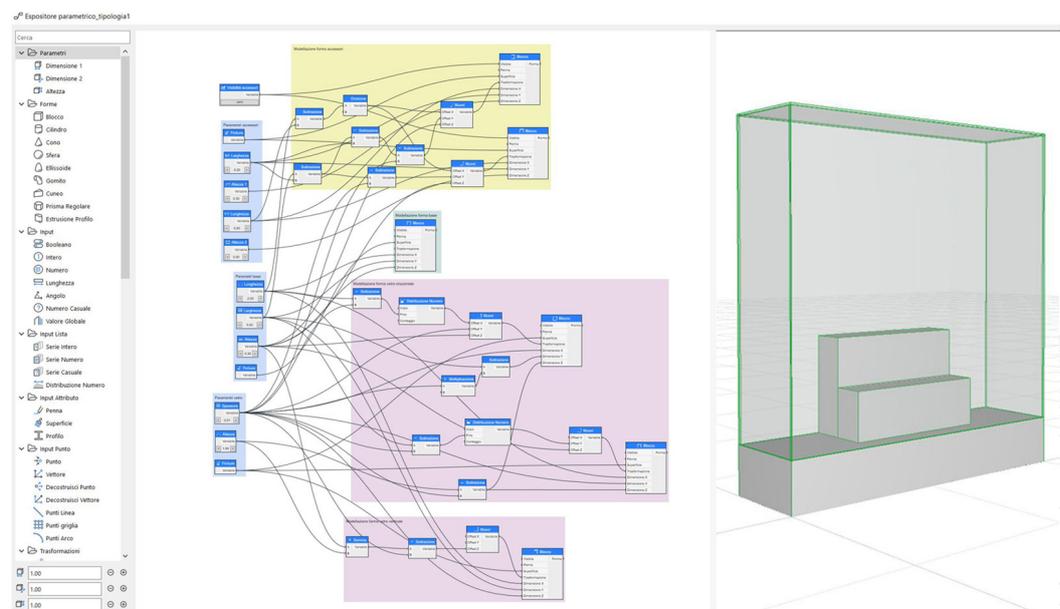


Fig. 05. Visual algorithm for a parametric showcase, designed with the PARAM-O ArchiCAD tool (author's elaboration)

Visual programming and parametric libraries for museum installations

Objects play a decisive role in the BIM process, from the earliest stages of architectural design. They are settled as if they were volumes of the environment layout, but objects contain data and parameters that anticipate the installation and their use over time. Objects form the interface between design, understood as a mental and creative process, and the constructive process, made of countless practical choices [Bourg 2021]. Creating a personal library for museum design is an interesting challenge for research: this tool contains all the components of the multimedia exhibition. In the case study of the Museum of Popular Traditions in Amman, ArchiCAD's design environment was experimented with to develop, in collaboration with the curators and the Department of Jordanian Antiquities, an experimental application for museum installations and the digital museum [Lo Turco, Calvano 2021].

The ArchiCAD *Standard Library* integrates many parametric elements that can be enriched with additional objects and textures available from online catalogues. On these platforms, commonly free of charge, there are parametric objects in the GSM format recognized by

ArchiCAD: *BIM Components*, which can be accessed directly from the software, and *BIM Object*, which contains a wide selection of BIM objects from manufacturers' sites. In addition, it is possible to create new library objects through online registration of three-dimensional models or symbols and 2D profiles (made with the help of the tools *Form* or *Complex Profile*) or customizing the elements already present in the *ArchiCAD Standard Library*. An element of experimentation is the algorithmic tool *PARAM-O*, a visual node programming interface that replaces the use of scripts that integrates and extends the parametric modeling commands: the modification of the *features* allows to create parametric elements of the library without directly writing the code *GDL* (the *Geometric Description Language* is a language based on *BASIC*). A library of customized and specific objects has been developed respecting the standards of documentation and design for the museum. The concept of a parametric object is important because through the parameters available in the object it is possible to use the same element for various situations, adapting it modularly or creating *site-specific* installations. For example, the same display object, a typical display case, can be modeled and updated several times, changing its dimensions, accessories, and finishes (fig. 05).

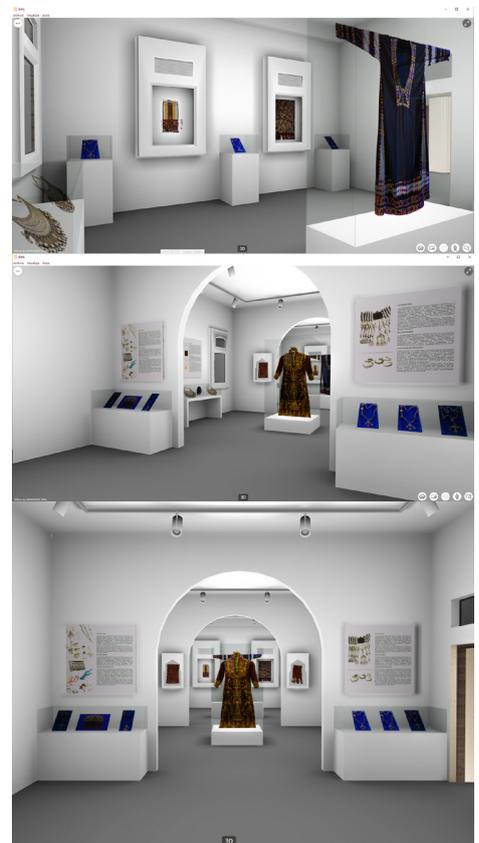
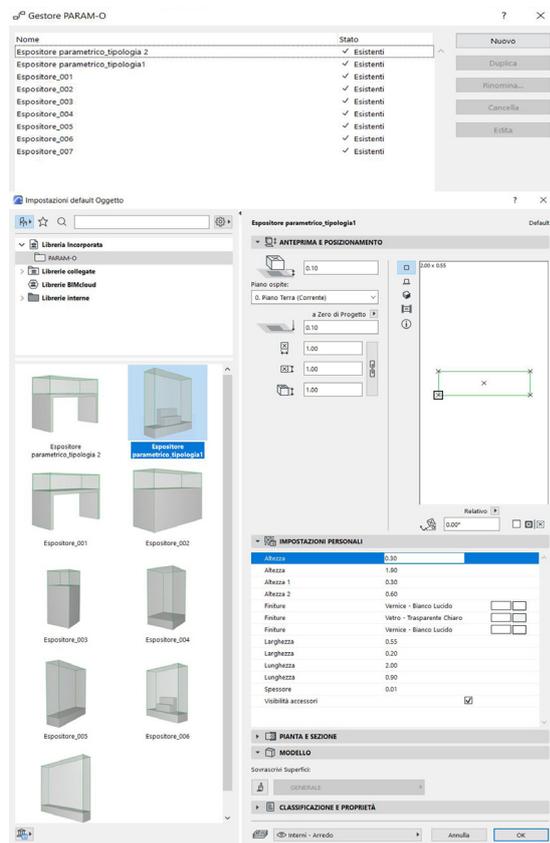


Fig. 06. PARAM-O algorithmic object manager; then transformed into parametric objects for the BIM library (author's elaboration).

Fig. 07. BIMx hyper model: visualization of the museum environment with all the parametric elements, primarily showcases (author's elaboration).

The methodology allows to provide infinite design variations and many options to designers and curators who can dialogue through interactive simulations to test new outfitting solutions, the final choice of the collections to be exhibited, and, finally, to refine the museum layout in relation to the established *user experience*.

All the characteristics of the objects to be installed have been defined through a programming process that fixes the "nodes", that is the parametric modules, and their connections that step by step leads to the complete installation of the structure, panels, plants, and accessories; The nodes allow to complete the parametric and algorithmic model with its shapes, qualities, materials, colors, and accessories. The more parameters an object has, the more flexible it is.

By saving the created object in PARAM-O, it becomes a native Archicad library element. In some applications, having a complete library in a Library Container File (LCF) file is more useful than having the library in its original hierarchical folder structure. Creating the LCF library ensures that all necessary files are available and are loaded and managed as a whole. If the BIM model has a large library with many folders and items, these will be managed more conveniently via a single LCF file. Moreover, if the target is to copy or share the library, it is even easier to manage one file instead of dozens or hundreds of items (figs. 06, 07).

Interaction with the BIM model and hypertext representations for interiors

The BIM model allows to manage with great flexibility the advanced representation and the interaction with the model; there are in fact different ways to share, publish and present the project through dynamic immersive experience: for example, through *real-time* simulation of interiors, photorealistic renderings or with NPR graphic filters. BIMx is an ArchiCAD tool to present the project in a dynamic and virtual visit mode by verifying the paths and interactions with the planned installations. The experimentation process allows, for each parametric element, to define the classification, properties, functions, and information on the design elements that can also be used for other specialized applications. The model, published through the wizard integration of its views, is aimed at wide sharing allowing even those who did not participate in the design to explore the project. Therefore, the hyper model is useful to designers and curators for the interactive verification of the installations, but also to visitors who visit the museum online. The main result was the experimentation of the hypertext model by verifying the *user experience*, the functioning of the museum setting, and the integration of the 3d model with the historical documentation and the inventory of the museum collection. The physical structure of the museum building was simulated and reproduced through BIM modelling procedures, the integration of parametric detail information and the main characteristics of architectural surfaces and materials. Environments are complex because part of the museum incorporates original structures belonging to the Roman theater and the interiors are characterized by a rich presence of museum collections, objects, exhibitors, and installations. Thanks to the hyper model it has been possible to navigate in real time and make checks that can help in the decision-making processes and for cost evaluation. The hyper model can contain the entire documentation of the project: the 3D model, layout of elevations, 3D sections, axonometry and perspectives, datasheets, and the visit path (fig. 08).



Fig. 08. BIMx hyper model: project layout, 3D simulation model of the installation, visit itinerary with interactive touchpoints to browse collections (author's elaboration).

Conclusions

The research methodology has combined, through advanced methods of representation, the different needs of digitization of museum design; the BIM tool has been introduced not only to effectively manage the typically technical design phases, from the preliminary ones to the final concept of a set-up but also to create an information archive based on a hypertext model to be exported at the end of the process. It proposes a universal protocol-free from the use of the BIM application, merely linked to the parametric design of the environments, proposing a tool accessible to the different figures operating in the museum system. The process allows the curators to link the collections, usually catalogued by inventory cards, to an interactive visual environment, the BIMx hyper model, which contains the set-up solutions defined by parameters, libraries, and visual programming algorithms. The hyper model can be customized and oriented towards management, maintenance, and verification of environmental safety parameters rather than energy and lighting performance. Starting from the environmental *mood board*, the BIM model includes the main construction technologies, environmental characterization elements, materials, colors, multimedia devices, and solutions for furniture and lighting and extends to the use by curators to manage the life of the collections even during temporary installations. Through the advanced representation in BIM environment, the preliminary simulation of the museum and the geometric verification through the acquisition of a cloud of points were performed. 3D modeling and collaborative design, customizing libraries with the most innovative BIM tools, allow interactive visualization of the environment designed as a prototype simulation of museum solutions (fig. 09).

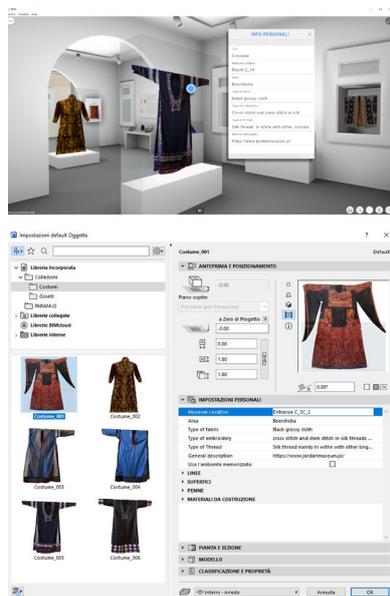
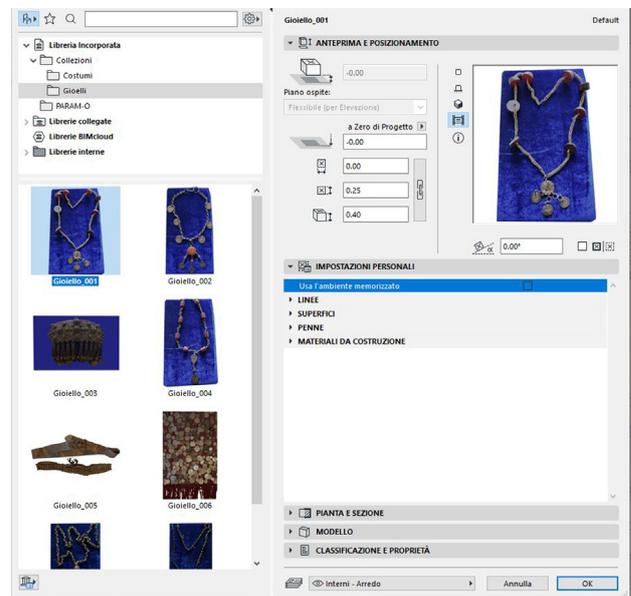


Fig. 09. Library of museum collections created through the GDL system; the Geometric Description Language is a BASIC-based functional programming language available in the BIM environment (author's elaboration).

Fig. 10. Library of museum collections with costumes and jewelry customized settings in the BIM environment (author's elaboration).



The ongoing experimentation is aimed at the total reorganization of the museum starting from the digitization of the inventory. The model has therefore allowed to verify, through visualizations and animations, the possible organization of a project workflow aimed at creating advanced representations, multimedia, and interactive interior design based on different design scenarios, including the digital transformation of museum spaces and collections into custom libraries. The individual outfitting sets, as well as the spaces intended for the storage of costumes, of varying lengths. The museum hyper model promotes greater accessibility and functionality in museum practices and is a tool of considerable potential because it can incorporate the libraries of museum collections created through the GDL visual node system (fig. 10).

The BIM procedure offers a representation environment that develops from the relief and increases the model in the different levels of information required by the museum installations by configuring a hypertextual and interactive sharing environment, through parametric modeling. The innovation here experimented, proposes a progressive method of customization of parametric libraries exceeding the limit of the exclusive simulation of the architectural space. Curators and designers can thus interact in the same environment by developing for the ongoing project in Jordan collaborative design sessions, in a framework of more inclusive cooperation to understand, communicate and represent the richness of a nation and its cultural heritage, beyond the mere technical and technological question.

Acknowledgments

Giuseppe Amoruso is the author of the introduction, the conclusions and the first paragraph, the author also edited the scientific revision of all the texts and illustrations. Polina Mironenko is the author of the second and third paragraphs and edited the illustrations.

References

- Amoruso, G., Mironenko, P. (2019). Representation and new technologies for the contemporary library; innovating the cultural experience design. In *DisegnareCon. Experiential Design for Heritage and Environmental Representation*, 12, 23, 2019 <<http://disegnarecon.univaq.it/ojs/index.php/disegnarecon/issue/view/26> > (consultato il 12 marzo 2022).
- Bourg, H. (2021). PARAM-O e altri Strumenti per lavorare con gli Oggetti in Archicad. <<https://blog.archicad.it/bim/param-o-e-altri-strumenti-per-lavorare-con-gli-oggetti-in-archicad> > (consultato il 12 marzo 2022).
- Lo Turco, M., Calvano, M. (2019). Digital Museums, Digitized Museums. In Luigini, A. (a cura di), *Proceedings of the 1st International and Interdisciplinary Conference on Digital Environments for Education, Arts and Heritage. EARTH 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing*, Vol 919. Cham: Springer.
- Lo Turco, et al. (2021). Physical, digital, virtual, intangible. Research experiences in Museums. AGATHÓN. In *International Journal of Architecture, Art and Design*, 10, 140-149.
- Pernatkin, K. (2021). Parametric Conflicts: GDL vs GRASSHOPPER. <<https://2optik.livejournal.com/84085.html> > (consultato il 12 marzo 2022).
- Tucci, G., et al. (2019). M-BIM: A new tool for the Galleria dell'Accademia di Firenze. In *Virtual Archaeology Review*, 10(21): 40-55, 2019.

Authors

Giuseppe Amoruso, Department of Design, Politecnico di Milano, giuseppe.amoruso@polimi.it
Polina Mironenko, Department of Design, Politecnico di Milano, polina.mironenko@polimi.it

To cite this chapter: Amoruso Giuseppe, Mironenko Polina (2022). L'ipermodello BIM per gli allestimenti museali: programmazione visuale delle librerie parametriche/The BIM hyper model for museum exhibits: visual programming of parametric libraries. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visibilità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visibility. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2016-2035.