



# Progettazione di un percorso museale in ambiente BIM attraverso applicazioni di *Real-Time Rendering*

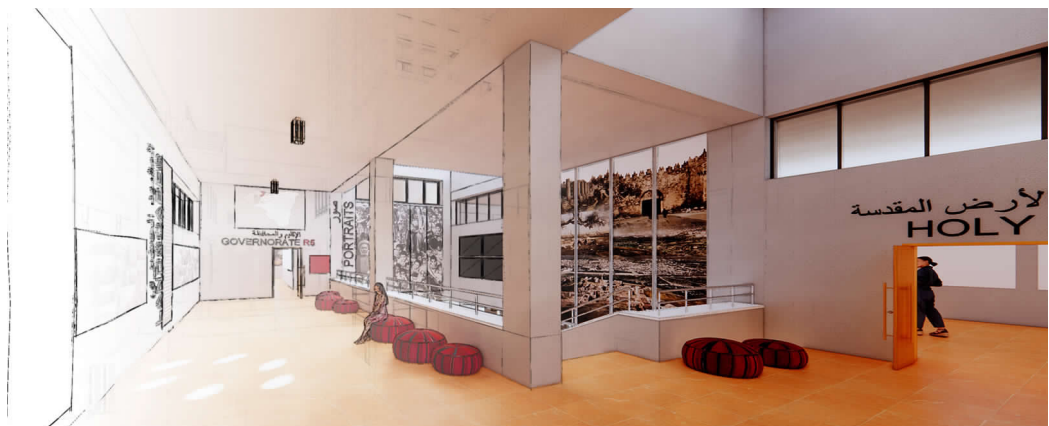
Anna Sanseverino  
Anna Dell'Amico

## Abstract

La ricerca proposta è parte del progetto *SMART BETHLEHEM – Sistema di Monitoraggio Ambientale e Rinnovamento Tecnologico nella città di Betlemme*, cofinanziato da AICS – Agenzia Italiana per la Cooperazione allo Sviluppo, volto a promuovere uno sviluppo urbano e territoriale sostenibile e resiliente nell'area della Municipalità di Betlemme. Il progetto, di cui è capofila la Provincia di Pavia, ha un partenariato composto da enti per il governo del territorio, ONG, Università, fondazioni, aziende e associazioni territoriali. Tra gli obiettivi principali, si prevede una rifunzionalizzazione sostenibile della città su diversi livelli, dalla pianificazione urbana all'analisi delle pratiche costruttive nel territorio, fino alla predisposizione di un piano di *Smart Mobility* nel centro storico. Il contributo presenta una metodologia per la progettazione di un museo cittadino all'interno del *Peace Center*, edificio situato nel cuore del centro storico in prossimità della *Basilica della Natività*. L'obiettivo della proposta è la rivitalizzazione del sistema museale della città attraverso la predisposizione di un nuovo polo culturale dedicato all'esplorazione del territorio e della storia di Betlemme. Una commistione di tecniche di disegno e modello è stata impiegata per la definizione di un linguaggio di narrazione delle diverse fasi del processo progettuale a partire dai dati del rilievo metrico digitale e attraverso procedure di *Scan-to-HBIM* e *Real-time Rendering*.

## Parole chiave

Scan-to-HBIM, physically based rendering, Betlemme, museo, memoria collettiva



Photobashing del processo progettuale del percorso museale. Elaborato grafico delle autrici.

## Introduzione

L'esperienza di progettazione di un percorso Museale all'interno del *Peace Center* – edificio iconico della città di Betlemme (Palestina) – presentata a seguire, rientra tra le azioni previste all'interno del progetto promosso dal Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università di Pavia e cofinanziato dall'Agenzia Italiana per la Cooperazione allo Sviluppo (AICS) *Betlemme SMART City* [1]. Obiettivo principale del progetto è lo sviluppo urbano e territoriale sostenibile dell'area di Betlemme attraverso la programmazione di azioni a diversa scala. In quest'ottica si colloca l'intervento finalizzato alla realizzazione di un museo della città, che si propone di sensibilizzare tanto la comunità locale quanto i turisti sugli aspetti legati alla conoscenza e salvaguardia del territorio.

Il concetto di "Memoria collettiva", nell'accezione di Maurice Halbwachs, si pone in estensione e contemporaneamente in contrapposizione all'idea di "Memoria individuale". La memoria collettiva è sia interna che esterna all'individuo in quanto condivisa, trasmessa e costruita dal gruppo e dalla società tutta. Il processo di costruzione della memoria culturale è in continuo divenire, riorganizzando il passato, ha quindi il potere di ridurre la complessità. Non già contenitori oggettivi, i musei in quanto "luoghi della memoria" – come definiti da Pierre Nora – impongono la propria visione sul patrimonio che custodiscono, divenendo il sito nel quale ricompre il rapporto didattico tra passato e futuro, tra forze motrici e forze conservatrici. Percepiti come luoghi statici, sono in realtà i principali testimoni dei meccanismi che sottendono il cambiamento. Al valore intrinseco del bene materiale si aggiunge quello che deriva dal processo di conservazione all'interno di un sistema che permette lo sviluppo del senso identitario e la percezione di una continuità per la comunità [Christillin, Greco 2021, pp. 6-18].

Il futuro dei musei è quindi la ricerca, così da restare al passo con i tempi e continuare a rappresentare un momento identitario per le comunità in cui si inseriscono [Luigini, Panciroli 2018, pp. 17-32]. Centrale è il tema dell'accessibilità, in un processo di democratizzazione improntato sulla partecipazione e l'apprendimento attivo da parte del cittadino [Lampis 2018, pp. 1-9; Sandahl 2019, pp. 11-15]. Allo scopo è necessario che questi diventino veri e propri laboratori di innovazione, luoghi ideali nei quali sperimentare nuove tecniche di investigazione attraverso le quali sia possibile 'interrogare' gli oggetti in modi diversi [Galizia et al. 2020, pp. 2224-2241]. La modellazione tridimensionale di tipo informativo si propone quindi come spazio di mediazione, strumento compartecipativo attraverso il quale il curatore e l'artefatto possono instaurare un dialogo, definendo sistemi di catalogazione digitale e pratiche dinamiche di progettazione e validazione dei percorsi espositivi, collegando all'occorrenza il tangibile e l'intangibile, l'oggetto materiale a *database* esterni [Brusaporci, Maiezza 2018, pp. 51-63; Christillin, Greco 2021, pp. 103-127].

Generalmente nei complessi museali integrati in tessuti urbani storicizzati, tanto le esposizioni (i contenuti) quanto gli involucri architettonici (i contenitori) sono entrati a far parte del patrimonio culturale. Allorché se ne intraprenda quindi un processo di 'virtualizzazione' questa relazione esistente tra contenuto e contenitore andrà interpretata e riproposta [Lo Turco, Calvano 2019, pp. 387-398; Barba et al. 2020, pp. 630-640]. Si ricordano le applicazioni 'figitali' [2] sviluppate per il museo egizio di Torino [Lo Turco, Giovannini 2020, pp. 1-7; Galizia et al. 2020, pp. 2224-2241]. Rilevanti sono inoltre le proposte inerenti allo sviluppo di framework integrati, a partire da una modellazione di tipo HBIM, orientate all'analisi strutturale [Tucci et al. 2019, pp. 1089-1096] e alla realizzazione di applicazioni di *Extended Reality* [XR] [Ferretti et al. 2022, pp. 1551-1571; Amoruso, Mironenko 2022, pp. 2016-2035; Casale et al. 2017, pp. 1-10]. L'intervento proposto prevede pertanto un approccio sistemico in cui l'arte e il patrimonio costituiscono non elemento a sé ma sono parte di una complessità e la gestione di un tale processo richiede un approccio progettuale di tipo articolato [Luigini, Panciroli 2018, pp. 17-32]. Da qui la scelta di sperimentare un processo di progettazione integrato con gli aspetti gestionali, ricercando un linguaggio multimodale in grado di comunicare contemporaneamente con una pluralità di portatori di interesse con diverso livello e tipi di specializzazione. La sfida si è concretizzata nella realizzazione di un modello BIM con 'livello di dettaglio' adeguato alla gestione ma che costituisse anche una base ottimizzata per la successiva fase progettuale. Si è deciso quindi di operare fin da subito con

la predisposizione di elementi parametrizzati *ad hoc* che impiegassero texture ottimizzate per la visualizzazione – dove possibile quindi impiegando materiali avanzati di tipo *Physically Based Rendering* (PBR) [Farella et al. 2022, p. 6] – e validare di volta in volta le scelte fatte attraverso un'interfaccia di *real-time Rendering* (Chaos Enscape for Autodesk Revit) [Ferreyra et al. 2021, pp. 109-120].

Il modello tridimensionale digitale del patrimonio costruito è il fulcro del flusso multidirezionale tra *database* digitali e progettisti, momento di comunicazione tra patrimonio tangibile (in potenza) e intangibile, in cui i due termini non sono più in contrapposizione ma un'estensione dell'altro [Brusaporci, Maiezza 2018, pp. 51-63]. La fase stessa d'ideazione del percorso museale diviene patrimonio digitale, testimoniando l'atto di nascita della proposta progettuale, fornendo la possibilità di archiviare la cronologia delle fasi di costruzione del progetto all'interno di un unico modello interrogabile all'occorrenza.

### Strategie di modellazione *Scan-to-HBIM* per la progettazione del percorso museale del *Peace Center*

Localizzato nel 'cuore pulsante' della città – in adiacenza alla *Piazza della Mangiatoia* e in prossimità della *Basilica della Natività* – il *Peace Center* fu realizzato in occasione del nuovo millennio per enfatizzare i concetti di pace, democrazia, tolleranza religiosa e diversità (fig. 1).



Fig. 1. Il *Peace Center*, edificio in pietra locale, che affaccia sulla piazza principale della città di Betlemme: *Manger Square*. Foto delle autrici.

Durante i lavori di scavo si ritrovarono tracce di una chiesa e di mosaici pavimentali risalenti all'epoca dei crociati, dei mamelucchi e degli ottomani, che fecero optare per la destinazione dei tre livelli interrati rispetto alla piazza, alla realizzazione di un museo archeologico, patrocinato dall'UNESCO, integrato con contenuti digitali purtroppo mai terminato ed attualmente in stasi. Ad oggi, sebbene l'edificio sia parzialmente occupato da attività commerciali, gran parte degli spazi dei piani superiori, versa in condizioni di abbandono, utilizzato come deposito temporaneo, mentre si va lentamente deteriorando a causa di infiltrazioni. Azione propedeutica alla rifunzionalizzazione ed efficientamento energetico è stato quindi il rilievo digitale del complesso in vista del successivo processo di *reverse-modelling* di tipo HBIM.

I dati del rilievo TLS (*Terrestrial Laser Scanning*) dell'intorno già acquisiti nel 2018 [3] sono stati integrati con campagne di acquisizione condotte nel marzo del 2022 con Laser Scanner di tipo Mobile BLK2GO della Leica Geosystems (SLAM). Le nuvole derivanti dai 44 nuovi

'percorsi', alcune ulteriori scansioni TLS realizzate con strumentazione Faro CAM 2 S150, e il *database* del 2018 sono stati registrati all'interno del software Leica Cyclone REGISTER 360 [Parrinello, La Placa 2021, pp. 33-45] per poi essere esportati e convertiti in ambiente Autodesk Recap al fine di predisporre la nuvola integrata in un formato utile alla fase di modellazione *Scan-to-BIM* (fig. 2).

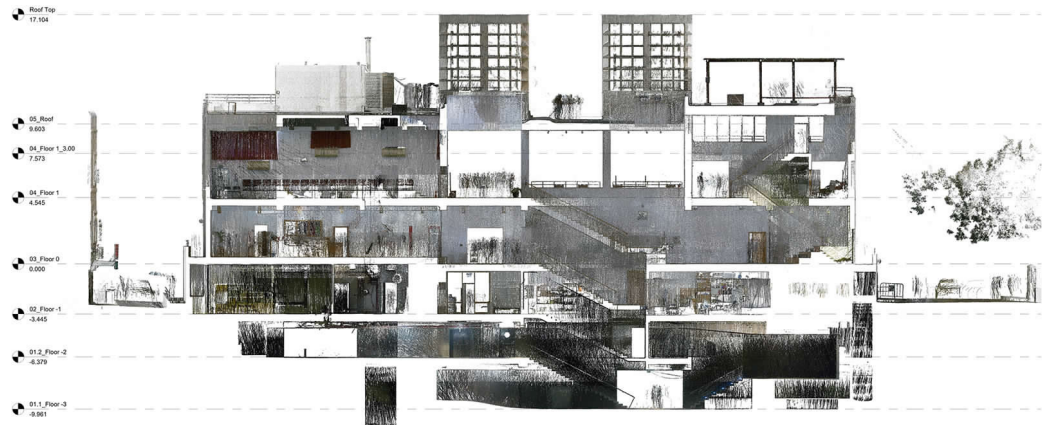


Fig. 2. Sezione della nuvola di punti integrata importata in ambiente Autodesk Revit con identificazione dei livelli principali. Elaborazione grafica delle autrici.

Nella costruzione di un modello di tipo informativo i primi dati da tenere in mente sono gli obiettivi che si intendono perseguire, siano questi la gestione del bene, la progettazione di interventi di recupero e manutenzione o la definizione di un cronoprogramma dei lavori di costruzione e conseguentemente 'Livello di Sviluppo' (*Level of Development - LOD*) che si ritiene opportuno modellare per il raggiungimento degli scopi preposti.

Conseguentemente si implementeranno una serie di scelte relative alla definizione dei singoli elementi intelligenti che compongono il progetto e l'opportunità di realizzare elementi completamente parametrici per un riutilizzo successivo, piuttosto che modelli locali privi di parametri, definendo caso per caso descrittori aggiuntivi in base al livello di dettaglio richiesto [Lo Turco et al. 2022, pp. 1-14].

Tanto per la fase di *Scan-to-BIM* dell'esistente, quanto per la modellazione degli arredi e contenuti della proposta progettuale è stato prefissato un LOD 350 [BIM Forum, 3 febbraio 2023] corrispondente ad un LOD D di 'Oggetto dettagliato' [ACCA SOFTWARE 2020, pp. 56-60] secondo la normativa italiana; per questo motivo si è scelto di impiegare quasi prettamente famiglie parametriche *ad hoc*, data la natura ancora in divenire della proposta progettuale, limitandosi ad una riproduzione non parametrica di tipo *Mesh-to-BIM* dei soli modelli a stampa da realizzare, il cui originale digitale è già esistente.

## Le scelte progettuali

Ci ricorda il Don Quijote di Cervantes che "la storia è madre della verità, emula del tempo, depositaria delle azioni, testimone del passato, esempio e annuncio del presente, avvertimento per il futuro" [4].

Ad oggi il turista medio del governatorato di Betlemme viene condotto passivamente in un tour consolidato attraverso i 'luoghi della Natività', senza la possibilità di approfondire la complessa storia millenaria del territorio circostante. Da qui la necessità di creare un 'luogo della memoria'. In un rapporto dialettico con il museo archeologico predisposto per i livelli interrati del *Peace Center* e allo stato in stasi, si è scelto di giocare sugli opposti, proponendo, per i piani superiori la rappresentazione di un patrimonio diverso da quello tradizionalmente inteso [Lampis 2018, pp. 11-15]. Invece di una esposizione di collezioni di maggiore o minore rilevanza, la proposta progettuale propone di rappresentare il patrimonio estensivo di una terra che, nonostante una storia estremamente complessa, riesce a conservare 'gemme' di indiscusso valore [Parrinello 2021, pp. 060002.1-060002.11]. Il percorso espositivo diviene

pertanto occasione di osservare da un punto di vista privilegiato il sistema di relazioni che legano il governatorato di Betlemme, attraverso continui rimandi alla storia e ai suoi luoghi [Dell'Amico 2022, pp. 32-53]. In un approccio ecosistemico, in cui discipline, oggetti, attori e utenti si interfacciano di continuo all'interno di un ambiente condiviso [Luigini, Panciroli 2018, pp. 17-32] i due 'Musei' mantengono la propria individualità tanto fisica quanto culturale, non escludendo però una futura ricongiunzione nel mezzo, attraverso cioè l'ingresso principale a livello stradale sul lato di *Manger Square*. Se da un lato la proposta progettuale mira ad informare l'utente che viene dall'esterno, con possibili applicazioni online, dall'altro ha come obiettivo la restituzione dell'edificio alla collettività, creando un luogo di riscoperta con spazi flessibili adatti a funzioni didattiche e ad una frequentazione quotidiana. Il visitatore è il nocciolo centrale, il fulcro attorno al quale ruota la nuova esperienza museale. Tenendo come punto cardine il criterio del minimo intervento un *fil rouge* guida l'osservatore dal generale al particolare realizzando un sistema narrativo continuo [Picchio, Galasso 2022, pp. 324-331]. Il racconto assume ancora maggiore rilevanza, grazie alla stretta connessione tra il contesto immediatamente circostante il monumento architettonico e la storia che si intende raccontare (fig. 3). La narrazione è organizzata per macro-temi: dapprima vengono presentate le premesse storico-culturali, seguite da contenuti di carattere tecnico-scientifico predisposti, attraverso una serie di pannelli espositivi disposti lungo le pareti delle stanze tematiche, al centro delle quali, vengono disposti, in maniera differente per ogni area, elementi interattivi e/o elementi di arredo realizzati da manifatture locali per i momenti di sosta e la riflessione [Picchio 2021, pp. 136-150].



Fig. 3. Sezione prospettica longitudinale del Peace Center con indicazione delle principali scelte progettuali. Elaborazione grafica delle autrici.

Al piano terra (fig. 4), che dà accesso ai servizi (3-5), si trovano sedute diffuse (4) e le esposizioni temporanee (2) quale elemento attrattore, mentre dallo spazio a doppia altezza della scala (6) si intravede il primo riferimento alla storia, una linea temporale essenziale.

Al piano superiore (fig. 5) si sviluppa poi il percorso espositivo permanente, secondo una logica narrativa che ripercorre i luoghi e la storia di Betlemme: dalla stanza dedicata al mito della Terra Santa (7), ai Luoghi della natività (8), ai Monumenti che rappresentano il patrimonio culturale di Betlemme (9), al paesaggio (10) e infine al grande ambiente dedicato alle altre province del Governatorato (11) e all'area interattiva dedicata alla consapevolezza del territorio (12).

Il linguaggio prescelto per la realizzazione dei prototipi dei contenuti grafici e testuali proposti nelle aree d'accoglienza e nei grandi spazi di circolazione del museo è essenziale, rappresentato da elementi a caratterizzazione prettamente lineare, grandi strisce orizzontali o verticali fatte di immagini e poche linee essenziali di testo per guidare il visitatore.

Il colore viene usato per evidenziare e attrarre l'attenzione su concetti essenziali: immagini in scala di grigio o desaturate contrastate da un rosso freddo adottato per alcuni elementi di dettaglio (fig. 6). Solo nelle stanze tematiche i contenuti proposti si articolano, instaurando un dialogo tra tradizione e innovazione, fatto elementi di artigianato locale (fig. 7), contenuti bidimensionali (fig. 8) e modelli tridimensionali destinati ad un'accessibilità ampliata (figg. 9, 10), dove la comunicazione unidirezionale tipica dei pannelli espositivi, si mescola a elementi

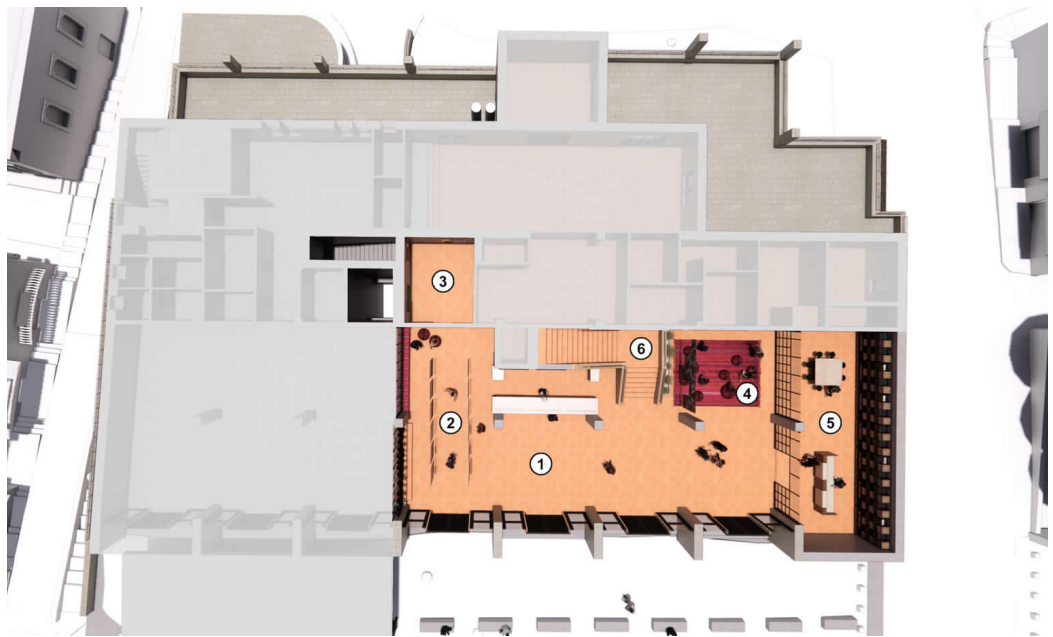


Fig. 4. Vista prospettica del piano terra con aree di intervento: (1) Atrio; (2) Esposizioni Temporanee; (3) Accesso ai servizi; (4) Area Multimediale; (5) Libreria e bookshop; (6) Accesso alle esposizioni permanenti al piano superiore. Elaborazione grafica delle autrici.

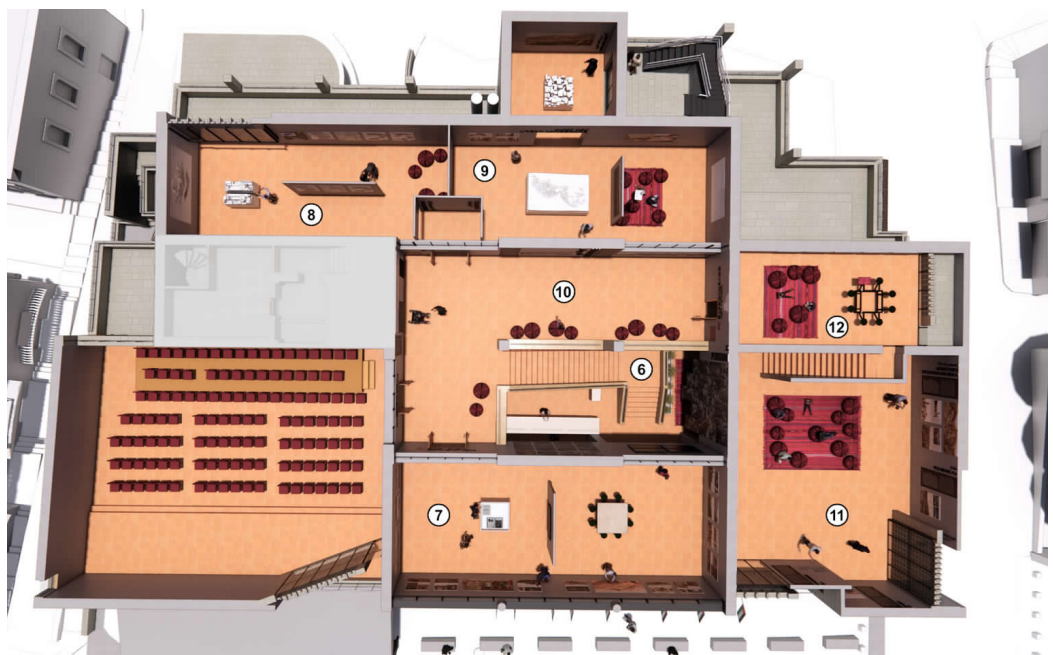


Fig. 5. Vista prospettica del primo piano con aree di intervento: (7) Il mito della Terra Santa; (8) I luoghi della Natività; (9) Il patrimonio culturale di Betlemme; (10) Il paesaggio; (11) Il Governatorato di Betlemme; (12) Area interattiva per la consapevolezza del territorio. Elaborazione grafica delle autrici.

interattivi, luoghi di riflessione e aree didattiche. In particolare, verrà predisposto un modello a stampa 3D della Basilica della Natività [5] nell'area dedicata ai luoghi della Natività (8) e due modelli a diverso ingrandimento del centro urbano [6] nella sala dedicata al patrimonio culturale (9).

Qui la distinzione tra originale e copia si confonde, la linea che separa un bene tangibile dalla sua riproduzione digitale, attribuendo al primo un valore intrinseco inestimabile e al secondo un mero valore strumentale si sfuma. Anche in questo caso, come avviene per la proposta progettuale realizzata direttamente con strumenti BIM e *Real-time Rendering*, i modelli *Reality-Based*, futuro oggetto di prototipazione costituiscono un vero e proprio documento originale, una testimonianza già mediata dall'intervento di modellatori esperti di un complesso architettonico (la basilica) o di un sistema urbano (la città), che, opportunamente discretizzati, mantengono comunque un ottimo grado di accuratezza [7].



Fig. 6. Vista renderizzata della proposta progettuale al piano terra (in basso) e al primo piano (in alto). Elaborazione grafica delle autrici.

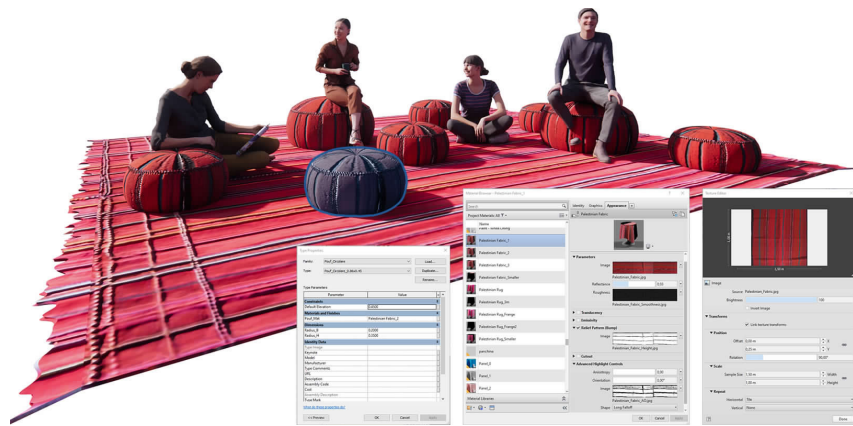


Fig. 7. Dettagli degli elementi di arredo da realizzare in loco con tessuti artigianali, modellati come famiglie parametriche. Elaborazione grafica delle autrici.

## Conclusioni

L'intervento proposto ha come obiettivo principale una rifunzionalizzazione sostenibile per l'edificio del *Peace Center* restituendone gli spazi alla comunità e rendendolo polo attrattore per utenti vicini e lontani per una quotidiana riscoperta della memoria (fig. 11); il futuro dei musei sta nella loro capacità di acquisire nuove tecniche di comunicazione [Christillin, Greco 2021, pp. 116-127; Ferretti et al. 2022, pp. 1551-1571].

Seppur oculate le scelte progettuali intraprese, non sono da considerarsi definitive, ma mirano ad aprire un dialogo con le autorità locali e la comunità nella definizione dei propri valori rappresentativi e nella riappropriazione della struttura in sé.

In questa prima fase la progettazione interattiva ha permesso di verificare in maniera speditiva le soluzioni proposte. Se è stato possibile fin da subito disporre le tematiche dello

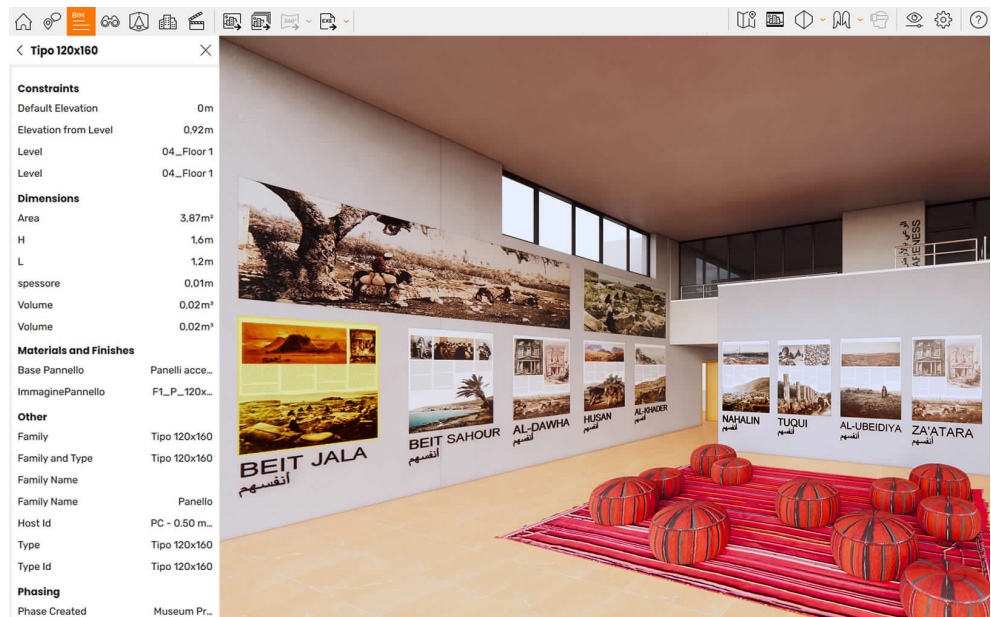


Fig. 8. Dettaglio dei pannelli espositivi della sala dedicata al Governatorato di Betlemme, i cui contenuti esemplificativi sono stati collegati alle famiglie parametriche attraverso materiali texturizzati *ad hoc*. Elaborazione grafica delle autrici.

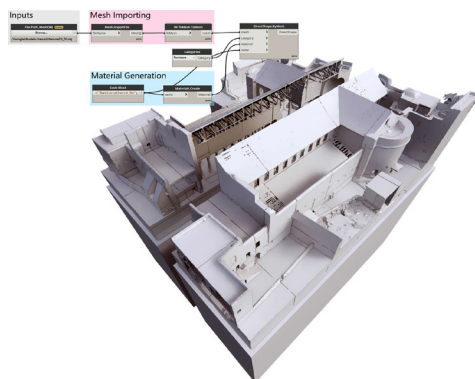


Fig. 9. Modello a stampa della Basilica della Natività previsto per la sala espositiva dedicata ai 'luoghi della Natività' (8) riprodotto come 'DirectShape' in ambiente BIM attraverso Script di Visual Programming Language (VPL) [7]. Elaborazione grafica delle autrici.



Fig. 10. Vista renderizzata del modello a stampa del Centro Urbano della Città di Betlemme previsto per la sala espositiva dedicata al patrimonio culturale. Elaborazione grafica delle autrici.

*story-telling* utilizzando come riferimento una semplice vista in pianta, la scelta del linguaggio e l'equilibrio tra segni grafici e testuali adottati si è potuta validare solo grazie alla predisposizione di corrispondenti elementi tridimensionali in ambiente BIM osservando i cambiamenti in tempo reale attraverso l'interfaccia del *plug-in* Enscape for Revit. I peculiari elementi di progetto – come, ad esempio, gli elementi di artigianato locale per le sedute, il sistema di teli con disposizione modulabile lungo la traccia di due binari predisposti nell'atrio d'ingresso per le mostre temporanee e i pannelli di dimensioni variabili – sono realizzati *ex novo* come famiglie parametriche di 'Arredi'; mentre per simulare gli elementi in rilievo delle grandi mappe geografiche e della linea temporale sono stati predisposti materiali avanzati di tipo PBR [Ferreira et al. 2021, pp. 109-120] che adoperano una combinazione di diversi tipi di immagini per simulare una resa fotorealistica [8].

Attraverso quindi lo stesso applicativo è stato possibile simulare, attraverso un breve video, il percorso museale proposto come vissuto da un possibile utente. Di immediata comprensione, questo strumento ha quindi permesso di comunicare in maniera diretta le scelte progettuali intraprese agli altri partner di progetto in occasione della prima missione istituzionale tenutasi nel dicembre 2022.

Il modello BIM ottimizzato per la visualizzazione non è solo un sistema di archiviazione virtuale, né solo una piattaforma di gestione, ma è pronto per essere aperto ad accesso da remoto, definendo opportuni vincoli, e raggiungere così utenti a distanza assolvendo ad una più ampliata fruizione didattica; la dicotomia tra il contenitore e il contenuto raggiunge qui un punto di incontro nell'ottica di un'inclusività avanzata [Lecci, Vezi 2022, pp. 1628-1643; Lo Turco, Calvano 2019, pp. 387-398].





Fig. 11. Raccolta di alcune viste renderizzate delle sale espositive: (a) Atrio del pianoterra; (b) Sala dedicata al 'Mito della Terra Santa'; (c) Sala dedicata ai 'luoghi della Natività'; (d) Sala dedicata al 'Governatorato di Betlemme'. Elaborazione grafica delle autrici.

A seguito di azioni mirate di *Capacity Building*, previste tra gli obiettivi principali del progetto *SMART Bethlehem* la piattaforma BIM è inoltre pronta per diventare strumento nelle mani dei futuri gestori del *Peace Center* facilitandone le operazioni di intervento tanto sul percorso espositivo quanto sull'intero complesso architettonico [Lo Turco et al. 2021, pp. 140-149].

#### Note

[1] Il progetto *Betlemme SMART City – Sistema di Monitoraggio Ambientale e Rinnovamento Tecnologico nella città di Betlemme* (SMART Bethlehem), nasce a valle dell'esperienza positiva di cooperazione e sviluppo di due progetti cofinanziati da AICS (Agenzia Italiana per la Cooperazione allo Sviluppo) e dai comuni di Pavia e Torino (3D Bethlehem – AID 011321 – e NUR: New Urban Resources – AID 011319). Cofinanziato da AICS, SMART Bethlehem è coordinato dalla Provincia di Pavia, con una partnership composta da Comune di Betlemme, la Città Metropolitana di Torino, i comuni di Pavia, Parma e Padula, il comune di Bruino (in qualità di capofila del Co.Co.Pa – Coordinamento Comuni per la Pace, Torino), ANCI Lombardia, il Parco Nazionale del Cilento-Vallo di Diano-Alburni, il Joint Services Council for Tourism Development in Bethlehem Governorate, il VIS – Servizio Volontario Internazionale per lo Sviluppo ONG, il Sistema territoriale SISTERR di Pavia per la cooperazione internazionale, l'Università degli Studi di Pavia (coordinamento scientifico), il politecnico di Torino, l'Università di Betlemme, la Fondazione LINKS, Ai Engineering S.r.l. – Ai Eng. e la Piacenti S.p.A. Il progetto è scientificamente coordinato dal laboratorio DAda-LAB del DICAr – Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università di Pavia e il suo obiettivo principale è la promozione di uno sviluppo urbano e territoriale sostenibile e resiliente nell'area del governatorato di Betlemme (Palestina) attraverso la riduzione dei consumi energetici della città, il *capacity building* e realizzando infrastrutture tecnologiche innovative che favoriscano il turismo e rendano Betlemme un modello virtuoso per le altre municipalità della Palestina.

[2] *Digitale* o meglio *Phygital* è un neologismo che assume diversi significati; se in campo umanistico rappresenta la generazione per la quale mondo reale e digitale si sovrappongono, in un contesto tecnico sottolinea la connessione tra fisico e digitale pensati come due aspetti di uno stesso oggetto il cui valore informativo complessivo diviene superiore alla somma delle singole parti [Lo Turco, Giovannini 2020, pp. 1-7].

[3] Il rilievo del centro urbano della città di Betlemme con tecnologia LiDAR e UAS (*Unmanned Aerial System*) rientrava tra le azioni previste dal progetto *3D Bethlehem* (2018- 2022) per la realizzazione di un sistema di gestione di tipo GIS 3D. Il progetto *3D Bethlehem – Management and control of urban growth for the development of heritage and improvement of life in the city of Bethlehem*, cofinanziato da AICS, è stato coordinato dal Comune di Pavia, con una partnership composta dal Comune di Betlemme, l'Università degli Studi di Pavia (coordinamento scientifico), l'Università di Betlemme, la Provincia di Pavia, l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pavia, il Sistema territoriale SI-STERR di Pavia per la cooperazione internazionale APS, ANCI Lombardia, VIS – Servizio Volontario Internazionale per lo Sviluppo ONG e l'Associazione Ingegneri Palestinesi – Centro di Gerusalemme. Il progetto è stato coordinato scientificamente dal laboratorio DAda-LAB del DICAr – Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università di Pavia [Parrinello 2020, pp. 1-256].

[4] Cfr. "historiadores puntuales, verdaderos y no nada apasionados, y que ni el interés ni el miedo, el rencor ni la afición, no les hagan torcer del camino de la verdad, cuya madre es la historia, émula del tiempo, depósito de las acciones, testigo de lo pasado, ejemplo y aviso de lo presente, advertencia de lo por venir" [Miguel de Cervantes 1998, p.121].

[5] Commissionato dalla Azienda Piacenti S.p.A. che si è occupata dei restauri della Basilica, un primo prototipo tridimensionale è già stato realizzato dal DAda-Lab dell'Università degli Studi di Pavia. Il *database* 3D a partire dal quale è stato possibile generare prima il modello *mesh* e poi il prototipo fisico è il risultato di numerose campagne di rilievo effettuate tra il 2014 e il 2018 dai ricercatori del DAda-Lab per l'acquisizione delle informazioni metriche e materiche necessarie alla predisposizione del progetto di restauro [Fu 2022, pp. 510-517].

[6] Il modello *mesh* del centro urbano della città di Betlemme è il principale *output* del progetto *3D Bethlehem* realizzato a partire da un *database* di rilievo integrato attraverso procedure di riconoscimento di superfici semi-automatiche per una sua posteriore implementazione in ambiente GIS [Doria, Picchio 2020, pp. 151-171; Parrinello 2022, pp. 1-303].

[7] Gli oggetti prescelti per la prototipazione tridimensionale sono stati riprodotti con sufficiente accuratezza geometrico-morfologica, importando modelli *mesh* decimati e ottimizzati attraverso uno script di tipo VPL (*Visual Programming Language*) sviluppato in 'Dynamo for Revit'. L'algoritmo riproduce fedelmente la geometria della *mesh* in formato OBJ sotto forma di 'DirectShape' alla quale è inoltre possibile assegnare una categoria (in questo caso 'Arredi') e un materiale, generato contestualmente alla forma e successivamente modificabile all'interno del 'Browser dei Materiali' (fig. 9) [Sanseverino et al. 2022, pp. 7-16]. Seppur non generata canonicamente come una 'Famiglia' di Revit anche a questo tipo di 'istanze' è possibile assegnare, in fasi successive ulteriori descrittori, sotto forma di 'parametri condivisi' per l'incremento del 'Livello di Informazione Necessario' (LOIN) [ISO 19650-1:2018, 2018].

[8] Per *Physically Based Rendering* (PBR) o *Physically Based Shading* (PBS), si intende un metodo di ombreggiatura e resa grafica fisicamente accurata. Le diverse immagini *raster* che compongono il cosiddetto 'materiale avanzato', prendono anche il nome di 'mappature' e permettono di rendere in maniera realistica l'interazione della luce con le superfici alle quali è stato assegnato un materiale avanzato di questo tipo [Mc Dermott 2018, pp. 45-46].

## Crediti

Il progetto *SMART BETHLEHEM – Sistema di Monitoraggio Ambientale e Rinnovo Tecnologico nella città di Betlemme* vede il coordinamento scientifico del professore Sandro Parrinello. Hanno partecipato alle attività di rilievo digitale: Anna Dell'Amico, Hangjun Fu e Raffaella De Marco (marzo 2022). L'elaborazione dei dati *point cloud* e il modello 3D del *Peace Center* sono stati realizzati da Anna Sanseverino. La proposta e il progetto del percorso museale, ancora in corso, sono stati sviluppati, sotto la supervisione del professore Sandro Parrinello e della professoressa Francesca Picchio, da Anna Sanseverino e Hangjun Fu.

## Riferimenti bibliografici

ACCA SOFTWARE (2020). Guida al BIM 2. La rivoluzione digitale dell'edilizia. ACCA software S.p.A. <<https://www.acca.it/ebook-guida-al-bim>> (consultato il 3 febbraio 2023).

Amoruso G., Mironenko P. (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 C. Battini, E. Bistagnino (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione*. Genova, 15-17 settembre 2022, pp. 2016-2035. Milano: FrancoAngeli.

Barba S., Barbato D., di Filippo A., Napoletano R., Ribera F. (2020). BIM-Oriented Modelling and Management of Structured Information for Cultural Heritage. In L. Agustín-Hernández, A. Vallespín Muniesa, A. Fernández-Morales (a cura di). *Graphical Heritage. EGA 2020. Springer Series in Design and Innovation*, n. 5, pp. 630-640. Cham: Springer.

BIM Forum (2019). *Level of Development (LOD) Specification Part I & Commentary. For Building Information Models*.

Brusaporci S., Maiezza P. (2018). Tra Storia e Memoria. Tecnologie avanzate per la (ri)definizione partecipativa del significato dei luoghi della città storica. In A. Luigini, A. Panciroli (a cura di). *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio*, pp. 51-63. Milano: FrancoAngeli.

Casale A., Calvano M., Ippoliti E. (2017). The Image as a Communication Tool for Virtual Museums. Narration and the Enjoyment of Cultural Heritage. In *Proceedings*, vol. 1, n. 919, pp. 1-10.

Christillin E., Greco C. (2021). *Le memorie del futuro. Musei e ricerca*. Torino: Giulio Einaudi.

De Cervantes Saavedra M. (1998). *Don Quijote de La Mancha*. Madrid: Grupo Anaya Comercial.

Dell'Amico A. (2022). Memoria e modello digitale. La costruzione di un sistema informativo per la salvaguardia del patrimonio architettonico diffuso dell'Upper Kama. In *Restauro Archeologico*, vol. 30, n. 1, pp. 32-53.

Doria E., Picchio F. (2020). The census of the city: the technological survey and the structuring of a database for the building heritage. In S. Parrinello (a cura di), *3D Bethlehem. Management and control of urban growth for the development of heritage and improvement of life in the city of Bethlehem*, vol. 2, pp. 151-171. Firenze: EDIFIR - Edizioni Firenze.

Farella E. M., Morelli L., Rigon S., Grilli E., Remondino F. (2022). Analysing Key Steps of the Photogrammetric Pipeline for Museum Artefacts 3D Digitisation. In *Sustainability*, vol. 14, n. 5740, pp. 1-28.

Ferretti U., Quattrini R., D'Alessio M. (2022). A Comprehensive HBIM to XR Framework for Museum Management and User Experience in Ducal Palace at Urbino. In *Heritage*, vol. 5, n. 3, pp. 1551-1571.

Ferreya C., Sanseverino A., di Filippo A. (2021). Image-based elaborations to improve the HBIM Level of Development. In *Dn. Building Information Modeling, Data & Semantics*, n. 8, pp. 109-120.

Fu H. (2022). UAV for 3D printing digital modeling for the representation and enhancement of Nativity Church on the urban and architectural scales. In S. Parrinello, S. Barba, A. Dell'Amico, A. di Filippo (a cura di), *D-SITE. Drones - Systems of Information on Cultural Heritage for a spatial and social investigation*, pp. 510-517. Pavia: Pavia University Press - PUP.

Galizia M., D'Agostino G., Garozzo R., La Russa F.M. (2020). Connessioni tra museo/archivi e città: strategie digitali per la valorizzazione e comunicazione del fondo Fichera del Museo della Rappresentazione/Museum/Archives and city connections: digital

strategies for the valorization and divulgation of the Fichera Archive of the Museo della Rappresentazione. In A. Arena, et al. (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione*. Reggio Calabria 16-18 settembre 2020, pp. 2224-2241. Milano: FrancoAngeli.

ISO 19650-1:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) (2018). *Information management using building information modelling – Part 1: Concepts and principles*.

Lampis A. (2018). Ambienti digitali e musei: esperienze e prospettive in Italia. In A. Luigini, C. Panciroli (a cura di). *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio*, pp. 11-15. Milano: FrancoAngeli.

Lecci N., Vezzi A. (2022). Raccontare i reperti archeologici: un video olografico per la stele di "Auvele Feluske"/ Telling the archaeological finds: a holographic video for the stele of "Auvele Feluske". In C. Battini, E. Bistagnino (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione*. Genova, 14-17 settembre 2023, pp. 1628-1643. Milano: FrancoAngeli.

Lo Turco M., Calvano M. (2019). Digital Museums, Digitized Museums. In A. Luigini (a cura di), *Proceedings of the 1st International and Interdisciplinary Conference on Digital Environments for Education, Arts and Heritage*, pp. 387-398. Cham: Springer International Publishing.

Lo Turco M., Giovannini E.C. (2020). Towards a phygital heritage approach for museum collection. In *Journal of Archaeological Science: Reports*, vol. 34, n. 102639, pp. 1-7.

Lo Turco M., Giovannini E. C., Tomalini A. (2021). Physical, Digital, Virtual, Intangible. Research experiences in museums. In *AGATHÓN – International Journal of Architecture, Art and Design*, n. 10, pp. 140-149.

Lo Turco M., Giovannini E.C., Tomalini A. (2022). Parametric and Visual Programming BIM Applied to Museums, Linking Container and Content. In *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 11, n. 7, pp. 1-14.

Luigini A., Panciroli C. (2018). Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio. In A. Luigini, C. Panciroli (a cura di), *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio*, pp. 17-32. Milano: FrancoAngeli.

Mc Dermott W. (2018). *The PBR Guide 2018 version*. Allegorithmic SAS.

Parrinello S. (2020). *3D Bethlehem. Management and control of urban growth for the development of heritage and improvement of life in the city of Bethlehem*, vol. 2. Firenze: EDIFIR - Edizioni Firenze.

Parrinello S. (2021). The development of information systems for the construction of digital historical centers, the case study of Bethlehem. In *AIP Conference Proceedings* 2428, pp. 060002.1-060002.11.

Parrinello S. (2022). *3D Bethlehem. Management and control of urban growth for the development of heritage and improvement of life in the city of Bethlehem*, vol. 3. Firenze: EDIFIR - Edizioni Firenze.

Parrinello S., La Placa S. (2021). Documentation of the waterways in the Pavia flat land. Experience in detection with SLAM technology for the development of information models. In *Dn. Building Information Modeling, Data & Semantics*, n. 9, pp. 33-45.

Picchio F. (2021). La progettazione di un percorso espositivo nei locali di Porta Palio. In B. Bruno, E. Napione, F. Picchio (a cura di). *I Mondiali di Italia '90 e la scoperta della necropoli romana. Un progetto espositivo per il trentennale della scoperta della necropoli di Porta Palio*, pp. 136-150. Pavia: Pavia University Press - PUP.

Picchio F., Galasso F. (2022). Telling the invisible. Graphic Strategies for the Narration of the Roman necropolis of porta Palio in Verona. In M. A. Ródenas-López, J. Calvo-López, M. Salcedo-Galera (a cura di). *Architectural Graphics*, n. 1, pp. 324-331. Springer.

Sandahl J. (2019). The Museum Definition as the Backbone of ICOM. In *Museum International*, vol. 71, n. 1-2, pp. 1-9.

Sanseverino A., Messina B., Limongiello M., Guida C.G. (2022). An HBIM Methodology for the Accurate and Georeferenced Reconstruction of Urban Contexts Surveyed by UAV: The Case of the Castle of Charles V. In *Remote Sensing*, vol. 14, n. 15, 3688, pp. 1-23.

Tucci G., Betti M., Conti A., Corongiu M., Fiorini L., Matta C., Kovačević C., Borri C., Hollberg C. (2019). BIM for museums: An integrated approach from the building to the collections. In *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, n. 42(2/W11), pp. 1089-1096.

#### Autori

Anna Sanseverino, Università degli Studi di Pavia, anna.sanseverino@unipv.it  
Anna Dell'Amico, Università degli Studi di Pavia, anna.dellamico@unipv.it

Per citare questo capitolo: Sanseverino Anna, Dell'Amico Anna (2023). Progettazione di un percorso museale in ambiente BIM attraverso applicazioni di Real-Time Rendering/Museum Itinerary Design within a BIM Environment via Real-Time Rendering Tools. In Cannella M., Garozzo A., Morena S. (a cura di). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 3134-3155.



# Museum Itinerary Design within a BIM Environment via Real-Time Rendering Tools

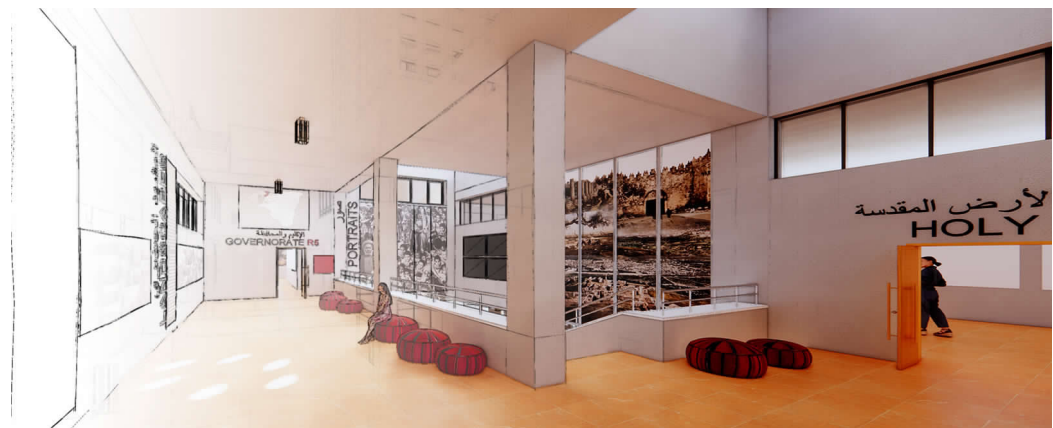
Anna Sanseverino  
Anna Dell'Amico

## Abstract

The research proposal is part of the project *SMART BETHLEHEM – Sustainable Management And Renewal of the Technology in the city of Bethlehem*, co-funded by AICS – Italian Agency for Development Cooperation, aimed at promoting sustainable and resilient urban and territorial development in the Bethlehem Municipality area. The project, led by the Province of Pavia, has a partnership composed of local government authorities, NGOs, universities, foundations, enterprises, and territorial associations. Among its main objectives, it envisages a sustainable renovation of the city at different levels, from urban planning to the analysis of building practices in the area, up to the development of a Smart Mobility plan in the historical centre. The contribution introduces a methodology for the design of a city museum within the *Peace Center*, a building located in the very core of the historic centre close to the *Nativity Church*. The objective of the proposal is the revitalisation of the city's museum system by providing a new cultural centre dedicated to the exploration of the territory and history of Bethlehem. A combination of drawing and modelling techniques was employed to define a narrative language for the different phases of the design process starting from digital metric survey data and by means of *Scan-to-HBIM* and *Real-time Rendering* procedures.

## Keywords

Scan-to-HBIM, Physically Based Rendering, Bethlehem, Museum, Collective Memory



Photobashing of the museum itinerary design process. Authors' elaboration.

## Introduction

The experience of designing a museum itinerary within the *Peace Center* – an iconic building located in the city of Bethlehem (Palestine) – presented in the following pages, falls under the actions planned as part of the project *Bethlehem SMART City*, which is promoted by the Department of Civil Engineering and Architecture of the University of Pavia and co-financed by the Italian Agency for Development Cooperation (AICS) [1]. The main objective of the project is the sustainable urban and territorial development of the Bethlehem area through multi-scale action planning; this provides the framework for the initiative aimed at setting up a city museum designed to raise both the local community and tourists' awareness about aspects concerning the knowledge and preservation of the area.

The concept of “Collective memory”, according to Maurice Halbwachs, stands as an extension and, at the same time, in opposition to the idea of “Individual memory”. Collective memory is both internal and external to the individual as it is shared, transmitted, and constructed by the group and society as a whole. The process of building cultural memory is continuously evolving, reorganising the past, hence, it is capable of reducing complexity. Rather than objective containers, museums as “sites of memory” – as defined by Pierre Nora – impose their own vision on the heritage they guard, becoming the site where the didactic relationship between past and future, between driving forces and conservative forces, is recomposed. Although perceived as static places, they bear witness to the very mechanisms underlying change. The intrinsic value of the tangible heritage is combined with that deriving from the preservation actions undertaken within a system that supports the development of identity awareness and the perception of continuity throughout the community [Christillin, Greco 2021, pp. 6-18].

Therefore, museums' future is about research so that they can remain in tune with the times and continue to represent an essential identity experience for the communities they are part of [Luigini, Panciroli 2018, pp. 17-32]. Furthermore, the issue of accessibility is central, following a democratisation process marked by citizen participation and active learning [Lampis 2018, pp. 1-9; Sandahl 2019, pp. 11-15]. To this end, museums must become proper laboratories of innovation in the form of ideal places for experimenting with new investigative techniques aimed at ‘querying’ objects in different ways [Galizia et al. 2020, pp. 2224-2241]. Three-dimensional information modelling is thus presented as a mediating place, in the sense of a shared medium whereby the curator and the artefact can establish a dialogue by defining digital cataloguing systems and dynamic design and validation procedures for exhibition itineraries by linking, if necessary, the tangible and the intangible, the physical object to external databases [Brusaporci, Maiezza 2018, pp. 51-63; Christillin, Greco 2021, pp. 103-127]. Typically as for museum complexes embedded into historicised urban fabrics, both the exhibits (the contents) and the architectural enclosures (the containers) are considered part of the cultural heritage. Therefore, upon embarking on a process of ‘virtualisation’, this existing relationship between content and container has to be interpreted and repurposed [Lo Turco, Calvano 2019, pp. 387-398; Barba et al. 2020, pp. 630-640]. Furthermore, it is worth mentioning the ‘phygital’ applications [2] developed for the Egyptian Museum in Turin [Lo Turco, Giovannini 2020, pp. 1-7; Galizia et al. 2020, pp. 2224-2241]. Moreover, the proposals concerning the development of integrated frameworks – starting from HBIM-type modelling – oriented towards structural analysis [Tucci et al. 2019, pp. 1089-1096] and the implementation of Extended Reality [XR] applications are also deemed relevant [Ferretti et al. 2022, pp. 1551-1571; Amoroso, Mironenko 2022, pp. 2016-2035; Casale et al. 2017, pp. 1-10]. The present proposal, therefore, envisages a systemic approach wherein art and heritage are not just per se elements but rather part of an overall complex; indeed, the management of such a process requires an articulated design approach [Luigini, Panciroli 2018, pp. 17-32]. Hence, we opted for experimenting with a design process already integrated with the managing aspects, pursuing a multimodal language that could simultaneously attain a plurality of stakeholders with different levels and types of specialisation. The challenge materialised in setting up a BIM model with a ‘level of detail’ suitable for management purposes yet also providing an optimised basis for the subsequent design phase. Therefore, we decided to work

from the very beginning on implementing *ad hoc* parameterised elements that would deploy textures optimised for visualisation purposes – where possible, utilising advanced Physically Based Rendering (PBR) materials [Farella et al. 2022, p. 6] – and to subsequently validate the choices made through a real-time Rendering interface (Chaos Enscape for Autodesk Revit) on a case by case basis [Ferreyra et al. 2021, pp. 109-120].

The three-dimensional digital model of the built heritage is the fulcrum of the multidirectional data stream among digital databases and designers, providing the tool for communicating tangible (in power) and intangible heritage, where the two terms are no more opposite still, instead, one is an extension of the other [Brusaporci, Maiezza 2018, pp. 51-63]. The same design stage of the museum itinerary becomes digital heritage itself, attesting to the birth of the project proposal and providing the opportunity to archive the timeline of the project's construction phases within one single model queryable whenever required.

### Scan-to-HBIM modelling strategies for designing the Peace Center museum itinerary

Located in the 'beating heart' of the city – overlooking *Manger Square* and close to the *Nativity Church* – the *Peace Center* was built to mark the new millennium to emphasise the concepts of peace, democracy, religious tolerance, and diversity (fig. 1). During the excavation works, traces of a church and floor mosaics dating back to the Crusaders, Mamluks, and Ottomans



Fig. 1. The Peace Center is a building made out of local stone, overlooking the main square of the city of Bethlehem: *Manger Square*. Photos by the authors.

were found, which led to the allocation of the three floors below the square level to an archaeological museum, patronised by UNESCO, complemented with digital content, which unfortunately was never finished and is currently in a standstill. To date, although commercial activities partially occupy the building, most of the upper floor spaces remain neglected and used as temporary storage, leading to their slow deterioration due to infiltration. In order to prepare for the refurbishment and energy efficiency, a digital survey of the complex was carried out for the subsequent HBIM reverse-modelling process.

The TLS (Terrestrial Laser Scanning) survey data of the surroundings already acquired in 2018 [3] were supplemented with acquisition campaigns undertaken in March 2022 using a Leica Geosystems BLK2GO Mobile Laser Scanner (SLAM). The clouds derived from the 44 new 'paths', some additional TLS scans carried out by means of the Faro CAM 2 S150 scanner, and the 2018 database were registered together within the Leica Cyclone REGISTER 360 piece

of software [Parrinello, La Placa 2021, pp. 33-45] to be later exported and converted in the Autodesk Recap environment to set up the integrated cloud in a suitable format for the Scan-to-BIM modelling phase (fig. 2).

When designing an information model, the objectives to be pursued are the foremost factors to bear in mind, whether these are asset management, planning rehabilitation and mainte-

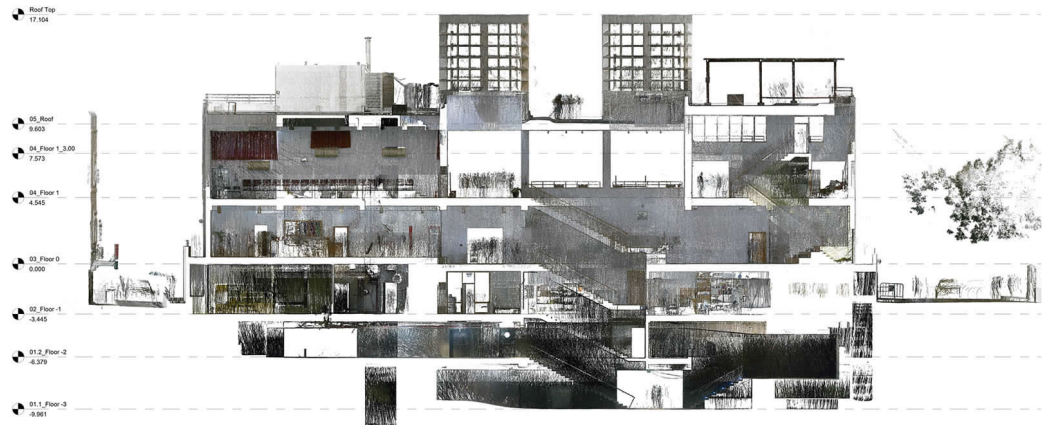


Fig. 2. Longitudinal section of the integrated point cloud, once imported into the Autodesk Revit environment with the identification of the main floors. Graphic elaboration by the authors.

nance works, or defining a construction work schedule as well as the 'Level of Development' (LOD) required to achieve the intended goals.

Consequently, a series of criteria are implemented concerning the definition of the individual smart elements comprising the project; namely, the suitability of fully parametric elements for their potential reuse, rather than local models without parameters, should be defined on a case-by-case basis, while also specifying additional descriptors according to the required level of detail [Lo Turco et al. 2022, pp. 1-14].

A LOD 350 [BIM Forum, 3 February 2023] – corresponding to a LOD D of 'Detailed Object' [ACCA SOFTWARE, 2020, pp. 56-60] according to Italian regulations – was predetermined both for the Scan-to-BIM process of the existing building and for the modelling of the furnishings and specific content of the project proposal. Hence we chose to implement mainly *ad hoc* parametric families since the design proposal is still in progress. At the same time, we merely opted for a non-parametric Mesh-to-BIM reproduction of the mock-ups of the 3D printed models to be realised, whose digital masters already exist.

## The project proposal

Cervantes' Don Quijote reminds us that "history is mother of truth, rival of time, storehouse of deeds, the witness for the past, example and counsel for the present, and warning for the future" [4].

To date, the average tourist visiting the Governorate of Bethlehem is passively led on a well-established tour through the 'Nativity sites', lacking the opportunity to delve into the complex millennial history of the surrounding area. This explains the imperative of creating a 'site of memory'. Working on a dialogic relationship with the archaeological museum planned for the Peace Center's underground levels and currently at a standstill, we chose to play upon opposites, proposing, for the upper floors, the representation of a heritage different from the traditionally intended one [Lampis 2018, pp. 11-15]. Instead of an exhibition of greater or lesser collections, the project proposal seeks to represent the extensive heritage of a land that, despite its extremely complex history, manages to preserve 'gems' of undisputed value [Parrinello 2021, pp. 060002.1-060002.11]. The exhibition thus becomes an opportunity to observe from a privileged point of view the intertwined system of relations that binds the Governorate of Bethlehem through ongoing references to its history and places [Dell'Amico 2022, pp. 32-53]. According to an ecosystemic approach, whereby disciplines, objects,

actors, and users constantly intermingle within a shared environment [Luigini, Pancioli 2018, pp. 17-32], the two 'Museums' keep their individuality both physically and culturally, without precluding a possible future reconnection at the core, i.e., via the main entrance at street level facing *Manger Square*. If, on the one hand, the design proposal aims to inform the outside visitors, possibly featuring online applications, on the other hand, it seeks to give the building back to the community in the form of a rediscovery site with flexible spaces suitable for educational purposes and daily attendance.

The visitors are the focus, i.e., the fulcrum upon which the new museum experience revolves. Following the criterion of minimal intervention as a cornerstone, a *fil rouge* guides the beholder from the general to the particular throughout a continuous narrative system [Picchio, Galasso 2022, pp. 324-331]. The narrative takes on even greater relevance due to the close connection between the context immediately surrounding the architectural asset and the story it is meant to tell (fig. 3). The storytelling is organised around macro-themes: first, the historic-cultural premises are presented, followed by the technical-scientific contents arranged in a series of exhibition panels placed on the walls of the thematic rooms. Eventually, in the middle of each room are placed either interactive devices or furniture items – made by local manufacturers – arranged in various ways and intended for breaks and meditation [Picchio 2021, pp. 136-150].

On the ground floor (fig. 4), which provides access to the building facilities (3-5), there are scattered seatings (4) and the temporary exhibitions (2) serving as an attracting point; from the double-height space of the staircase (6) we catch a glimpse of the first historical reference, i.e., an essential timeline.



Fig. 3. Longitudinal perspective section of the *Peace Center* illustrating the main design solutions. Graphic elaboration by the authors

The upper floor (fig. 5) then hosts the permanent exhibition itinerary, according to a narrative logic that covers the places and the history of Bethlehem: starting from the room dedicated to the myth of the Holy Land (7), to the Nativity Sites (8), the Landmarks representing Bethlehem's cultural heritage (9), the landscape (10) and finally the wide room addressing the other provinces of the Governorate (11) and the interactive area dedicated to territorial awareness (12).

The language chosen for the mock-ups of the graphic and textual contents proposed for the reception areas and large connecting spaces of the museum is essential, consisting of elements with a distinctly linear characterisation, large horizontal or vertical stripes made up of images and a few lines of text to guide visitors.

The colour is used to emphasise and draw attention to essential concepts: greyscale or desaturated images contrasted by cold red are used for a few detailed elements (fig. 6). The thematic rooms are the only ones with more articulated content, establishing a dialogue between tradition and innovation, that includes products of local craftsmanship (fig. 7), two-dimensional components (fig. 8) and three-dimensional models intended for extended accessibility (figs. 9, 10); here the unidirectional communication typical of exhibition panels blends with interactive elements, spots dedicated to contemplation and didactic areas. In particular, a 3D-printed model of the *Nativity Church* [5] will be installed in the area dedicated to the Nativity sites (8), as well as two different-scaled models of the city centre [6] in the cultural heritage room (9).



Fig. 4. Perspective view of the ground floor displaying focus areas: (1) Hall; (2) Temporary Exhibitions; (3) Access to restrooms; (4) Multimedia Area; (5) Bookstore and bookshop; (6) Upstairs access to permanent exhibitions. Graphic elaboration by the authors.

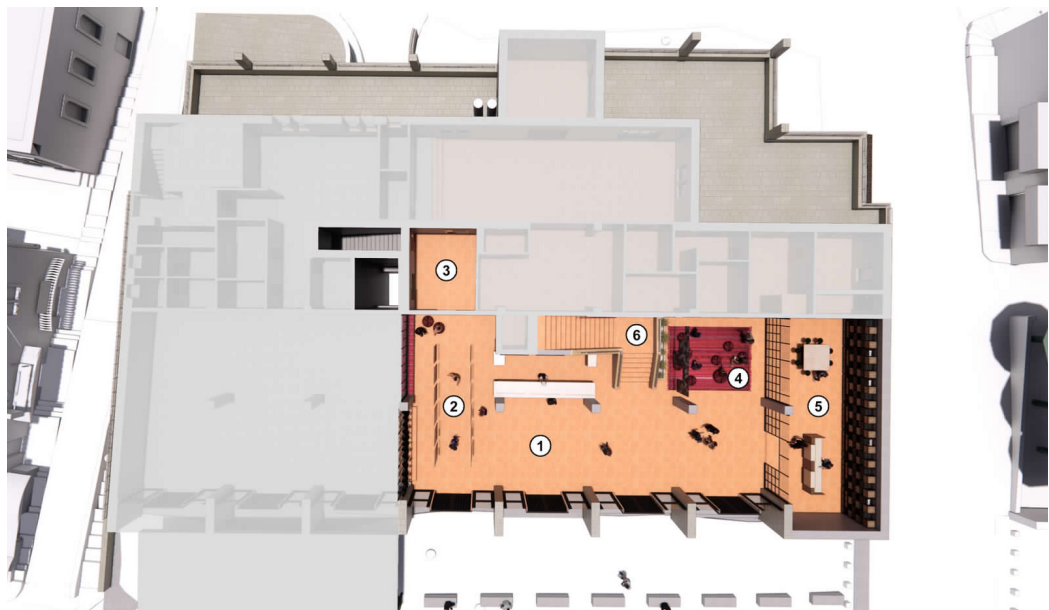
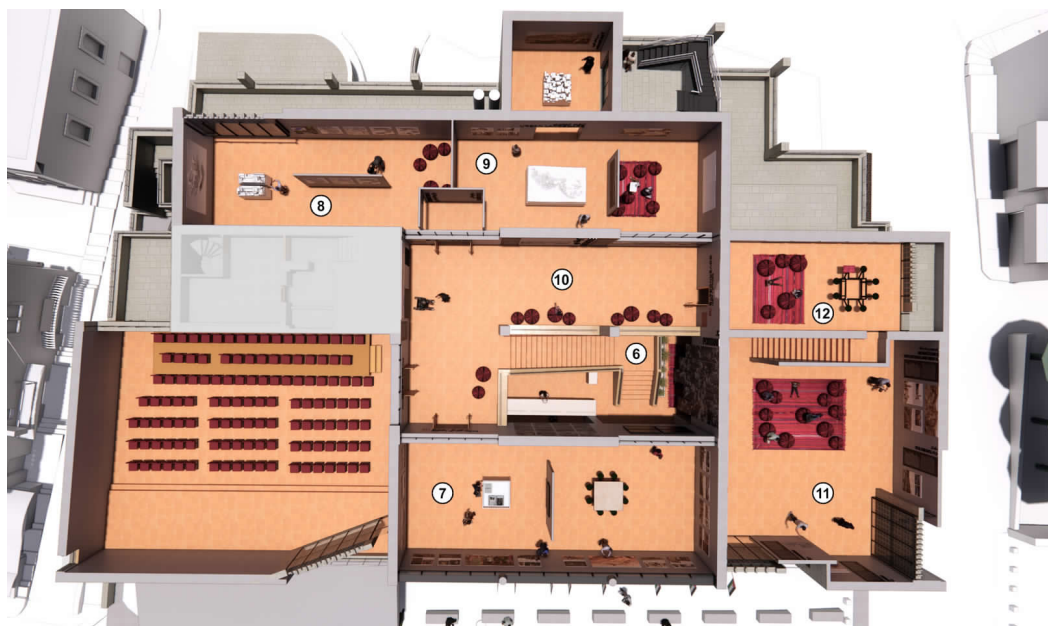


Fig. 5. Perspective view of the first floor displaying focus areas: (7) The Myth of the Holy Land; (8) The Nativity Sites; (9) The Cultural Heritage of Bethlehem; (10) The Landscape; (11) The Governorate of Bethlehem; (12) Interactive Area for Territorial Awareness. Graphic elaboration by the authors.



Here the distinction between original and copy blurs; indeed, the line initially separating tangible assets from their digital counterparts, thus attributing an inestimable intrinsic value to the former and a merely instrumental value to the latter, starts to fade. Even in this case, as it happens for the design proposal realised directly within BIM and Real-time Rendering environments, the Reality-Based models, which will later become prototypes, constitute a genuinely original document; they provide a testimony – already mediated by the intervention of expert modellers – of an architectural complex (the *Nativity Church*) and an urban system (the *City centre*), which, albeit discretised, still report an excellent degree of accuracy [7].

## Conclusions

The main objective of the project proposal is a sustainable refurbishment of the *Peace Center* building aimed at bringing its spaces back to the community while also making it a point of



Fig. 6. Rendering of the design proposal on the ground floor (lower) and first floor (upper). Graphic elaboration by the authors.

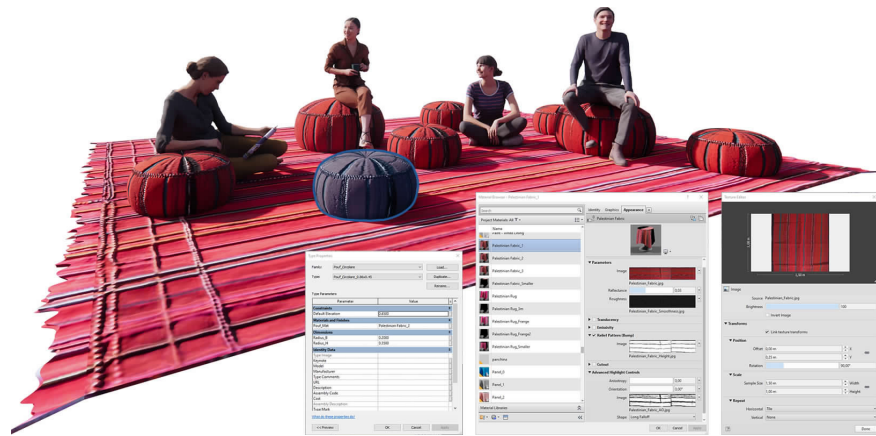


Fig. 7. Details of the furnishings to be produced on-site with handcrafted fabrics modelled as parametric families. Graphic elaboration by the authors.

interest for both close and distant users towards a daily rediscovery of memory (fig. 11): the future of museums lies in their ability to acquire new communication techniques [Christillin, Greco 2021, pp. 116-127; Ferretti et al. 2022, pp. 1551-1571].

Although the design choices are shrewd, they should not be considered definitive; instead, they aim to initiate a dialogue with the local authorities and the community for them to define their own representative values and reclaim the building itself.

In this first stage, the interactive design allowed for expeditiously testing of the proposed solutions. Even though it was immediately possible to arrange the storytelling topics using a simple plan view as a reference, the layout style and the balance between the selected graphical and textual signs could only be validated by setting up matching three-dimensional components in a BIM environment, thus observing the changes in real-time through the Enscape for Revit plug-in interface. The distinctive design features – e.g., the seatings created

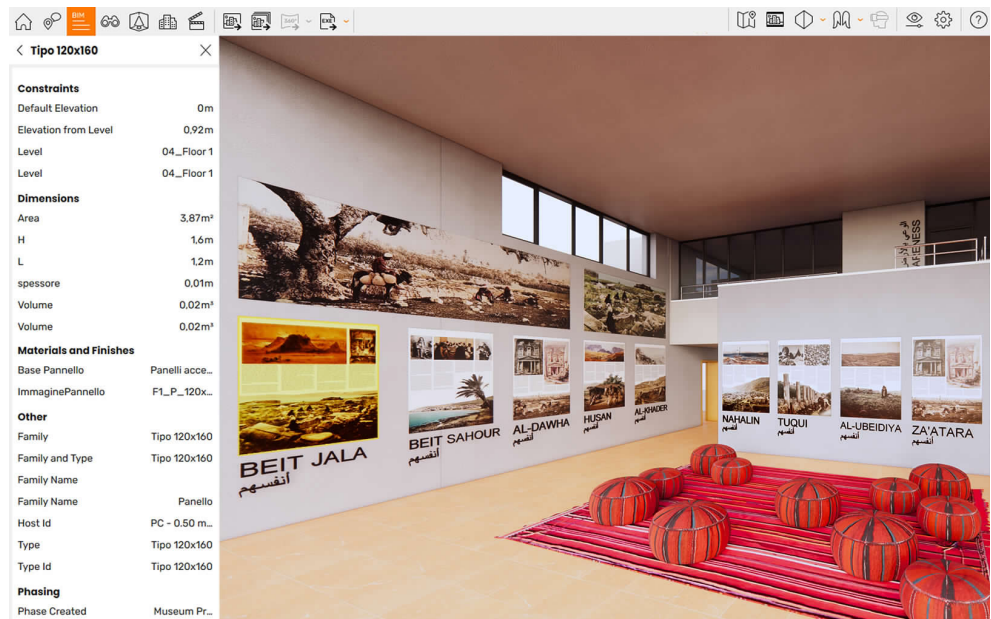


Fig. 8. Detail of the exhibition panels in the room dedicated to the Governorate of Bethlehem, whose illustrative contents were linked to the parametric families through ad hoc textured materials. Graphic elaboration by the authors.

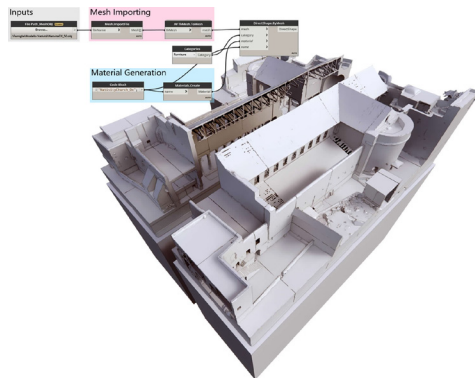


Fig. 9. 3D Printed model of the Nativity Church envisaged for the exhibition room featuring the 'Nativity sites' (8) reproduced as a 'DirectShape' in the BIM environment through Visual Programming Language (VPL) scripts [7]. Graphic elaboration by the authors.



Fig. 10. Rendering of the 3D printed model of the Bethlehem City Centre planned for the cultural heritage exhibition room. Graphic elaboration by the authors.

by local craftsmanship, the canvas system consisting of modular elements installed along two rails placed in the entrance hall for the temporary exhibitions, and the variable-size panels – were modelled from scratch as parametric 'Furniture-type' families. Additionally, advanced PBR materials were used to simulate the embossed parts of the large geographical maps and the timeline [Ferreyra et al. 2021, pp. 109-120] by combining different kinds of images to simulate a photorealistic rendering [8].

The same application was then used to simulate the proposed museum itinerary through a short video as a potential user would experience it. Of immediate comprehension, this medium made it possible to directly convey the proposed solutions to the other Project Partners during their first institutional mission held in December 2022.

The BIM model optimised for visualisation is not only a virtual archiving system, nor only a management platform, but it is ready to be opened up for remote access upon defining appropriate constraints, and thus reach distant users and fulfil broader educational fruition; the dichotomy between the container and the content here reaches a meeting point in the framework of advanced inclusiveness [Lecci, Vezi 2022, pp. 1628-1643; Lo Turco, Calvano 2019, pp. 387-398]. Moreover, as a result of targeted 'Capacity Building' actions, included among the main objectives of the *SMART Bethlehem* project, the BIM platform is also ready to serve as an effective tool in the hands of the future managers of the *Peace Center*, thereby supporting the maintenance works on both the exhibition itinerary and the entire architectural complex [Lo Turco et al 2021, pp. 140-149].



Fig. 11. Collection of a few renderings of the remaining exhibition rooms: (a) Ground floor hall; (b) Room dedicated to the 'Myth of the Holy Land'; (c) Room dedicated to the 'Nativity Sites'; (d) Room dedicated to the 'Governorate of Bethlehem'. Graphic elaboration by the authors

## Notes

[1] The project *SMART Bethlehem – Sustainable Management And Renewal of Technology in the city of Bethlehem*, was conceived following the positive cooperation and development experience of two previous projects co-financed by AICS (Italian Agency for Development Cooperation) and the municipalities of Pavia and Turin (3D Bethlehem – AID 011321 – and NUR: New Urban Resources – AID 011319). Co-funded by AICS, SMART Bethlehem is coordinated by the Province of Pavia, with a partnership composed of the Municipality of Bethlehem, the Metropolitan City of Turin, the municipalities of Pavia, Parma and Padula, the municipality of Bruino (as leader of Co.Co. Pa – Coordinamento Comuni per la Pace, Turin), ANCI Lombardia, the Cilento-Vallo di Diano-Alburni National Park, the Joint Services Council for Tourism Development in Bethlehem Governorate, VIS – Servizio International Voluntary Service for NGO Development, the Pavia SISTERR territorial system for international cooperation, the University of Pavia (scientific coordination), the Polytechnic of Turin, the Bethlehem University, the LINKS Foundation, Ai Engineering S. r.l. – Ai Eng., and Piacenti S.p.A. The project is scientifically coordinated by the DAda-LAB laboratory of the DICAr – Department of Civil Engineering and Architecture of the University of Pavia and its main objective is the promotion of sustainable and resilient urban and territorial development in the area of the Governorate of Bethlehem (Palestine) through the mitigation of the city's energy consumption, capacity building and the implementation of innovative technological infrastructures to foster tourism and make Bethlehem a virtuous model for other Palestinian municipalities.

[2] Phytgal is a neologism that holds several meanings. In the humanistic field, it represents the generation for which the real and digital worlds overlap, while in a technical framework, it emphasises the connection between the physical and the digital, conceived as two facets of the same object whose overall information value is greater than the sum of its single parts [Lo Turco, Giovannini 2020, pp. 1-7].

[3] The survey of the urban centre of the city of Bethlehem by means of LiDAR and UAS (Unmanned Aerial System) technology was included in the actions planned for the *3D Bethlehem project (2018 -2022)* in order to develop a 3D GIS-type management system. The *3D Bethlehem – Management and control of urban growth for the development of heritage and improvement of life in the city of Bethlehem project*, co-funded by AICS, was coordinated by the Municipality of Pavia, with a partnership composed of the Municipality of Bethlehem, the University of Pavia (scientific coordination), the Bethlehem University, the Province of Pavia, the Association of Engineers of the Province of Pavia, the Pavia SI-STERR Territorial System for International Cooperation APS, ANCI Lombardia, VIS – Servizio International Voluntary Service for NGO Development, and the Palestinian Engineers Association – Jerusalem Centre. The project was scientifically coordinated by the DAda-LAB laboratory of DICAr – Department of Civil Engineering and Architecture of the University of Pavia [Parrinello 2020, pp. 1-256].

[4] Cf. "[...] historiadores puntuales, verdaderos y no nada apasionados, y que ni el interés ni el miedo, el rencor ni la afición, no les hagan torcer del camino de la verdad, cuya madre es la historia, émula del tiempo, depósito de las acciones, testigo de lo pasado, ejemplo y aviso de lo presente, advertencia de lo por venir" [Miguel de Cervantes 1998, p.121].

[5] Commissioned by Piacenti S.p.A., the company responsible for the restoration of the *Nativity Church*, one three-dimensional prototype has already been realised by the DAda-Lab of the University of Pavia. The 3D database that was used to generate first the mesh model and then the physical prototype is the result of several survey campaigns carried out between 2014 and 2018 by the DAda-Lab researchers to acquire the metric and material information required to design the restoration project [Fu 2022, pp. 510-517].

[6] The mesh model of the Bethlehem city centre was the main output of the *3D Bethlehem project* developed from an integrated survey database by means of semi-automatic surface recognition procedures for its subsequent implementation in a GIS environment [Doria, Picchio 2020, pp. 151-171; Parrinello 2022, pp. 1-303].

[7] The objects selected for three-dimensional prototyping were replicated as mock-ups with suitable geometric-morphological accuracy by directly importing decimated and optimised mesh models via a VPL (Visual Programming Language) script developed within 'Dynamo for Revit'. The algorithm faithfully reproduces the geometry of the mesh starting from an OBJ format as a 'DirectShape' to which it is also possible to assign a category (in this case 'Furniture') and a material – generated together with

the shape – and which can be later edited within the 'Materials Browser' (fig. 9) [Sanseverino et al. 2022, pp. 7-16]. Albeit not canonically generated as a Revit 'Family', even to this type of 'instances' can be allocated further descriptors in further steps, in the form of "shared parameters" thus increasing the 'Level of Information Needed' (LOIN) [ISO 19650-1:2018, 2018].

[8] Physically Based Rendering (PBR) or Physically Based Shading (PBS) is defined as a method of physically accurate shading and graphic rendering. The different raster images that comprise the so-called 'advanced material' are also referred to as 'maps' and provide a realistic display of the light interaction with the surfaces to which such an advanced material has been assigned [Mc Dermott 2018, pp. 45-46].

## Acknowledgements

The project *SMART BETHLEHEM – Sustainable Management And Renewal of Technology in the city of Bethlehem* is scientifically coordinated by professor Sandro Parrinello. The digital survey activities were conducted by Anna Dell'Amico, Hangjun Fu, and Raffaella De Marco (March 2022). The point cloud data processing and the 3D model of the Peace Center were carried out by Anna Sanseverino. The proposal and design of the museum itinerary, yet in progress, are being developed by Anna Sanseverino and Hangjun Fu under the supervision of professor Sandro Parrinello and professor Francesca Picchio.

## References

- ACCA SOFTWARE (2020). Guida al BIM 2. *La rivoluzione digitale dell'edilizia*. ACCA software S.p.A. <<https://www.acca.it/ebook-guida-al-bim>> (accessed 3 February 2023).
- Amoruso G., Mironenko P. (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 C. Battini, E. Bistagnino (Eds.), *Dialogues, visions and visuality. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Genoa, 15-17 September 2022, pp. 2016-2035. Milan: FrancoAngeli.
- Barba S., Barbato D., di Filippo A., Napoletano R., Ribera F. (2020). BIM-Oriented Modelling and Management of Structured Information for Cultural Heritage. In L. Agustín-Hernández, A. Vallespín Muniesa, A. Fernández-Morales (Eds.), *Graphical Heritage. EGA 2020. Springer Series in Design and Innovation*, No. 5, pp. 630-640. Cham: Springer.
- BIM Forum (2019). *Level of Development (LOD) Specification Part I & Commentary. For Building Information Models*.
- Brusaporci S., Maiezza P. (2018). Tra Storia e Memoria. Tecnologie avanzate per la (ri)definizione partecipativa del significato dei luoghi della città storica. In A. Luigini, A. Pancioli (Eds.), *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio*, pp. 51-63. Milan: FrancoAngeli.
- Casale A., Calvano M., Ippoliti E. (2017). The Image as a Communication Tool for Virtual Museums. Narration and the Enjoyment of Cultural Heritage. In *Proceedings*, Vol. 1, No. 919, pp. 1-10.
- Christillin E., Greco C. (2021). *Le memorie del futuro. Musei e ricerca*. Turin: Giulio Einaudi.
- de Cervantes Saavedra M. (1998). *Don Quijote de La Mancha*. Madrid: Grupo Anaya Comercial.
- Dell'Amico A. (2022). Memoria e modello digitale. La costruzione di un sistema informativo per la salvaguardia del patrimonio architettonico diffuso dell'Upper Kama. In *Restauro Archeologico*, Vol. 30, No. 1.
- Doria E., Picchio F. (2020). The census of the city: the technological survey and the structuring of a database for the building heritage. In S. Parrinello (Ed.), *3D Bethlehem. Management and control of urban growth for the development of heritage and improvement of life in the city of Bethlehem*, Vol. 2, pp. 151-171. Florence: EDIFIR - Edizioni Firenze.
- Farrella E. M., Morelli L., Rigon S., Grilli E., Remondino F. (2022). Analysing Key Steps of the Photogrammetric Pipeline for Museum Artefacts 3D Digitisation. In *Sustainability*, Vol. 14, No. 5740, pp. 1-28.
- Ferretti U., Quattrini R., D'Alessio M. (2022). A Comprehensive HBIM to XR Framework for Museum Management and User Experience in Ducal Palace at Urbino. In *Heritage*, Vol. 5, No. 3, pp. 1551-1571.
- Ferreya C., Sanseverino A., di Filippo A. (2021). Image-based elaborations to improve the HBIM Level of Development. In *Dn. Building Information Modeling, Data & Semantics*, n. 8, pp. 109-120.
- Fu H. (2022). UAV for 3D printing digital modeling for the representation and enhancement of Nativity Church on the urban and architectural scales. In S. Parrinello, S. Barba, A. Dell'Amico, A. di Filippo (Eds.), *D-SITE. Drones - Systems of Information on Cultural Heritage for a spatial ad social investigation*, pp. 510-517. Pavia: Pavia University Press - PUP.
- Galizia M., D'Agostino G., Garozzo R., La Russa F. M. (2020). Connessioni tra museo/archivi e città: strategie digitali per la valorizzazione e comunicazione del fondo Fichera del Museo della Rappresentazione/Museum/Archives and city connections: digital strategies for the valorization and divulgation of the Fichera Archive of the Museo della Rappresentazione. In Arena A., et al (Eds.), *Connecting: drawing for weaving relationships. Proceedings of the 42nd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Reggio Calabria, 16-18 September 2020, pp. 2224-2241. Milan: FrancoAngeli.

ISO 19650-1:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) (2018). *Information management using building information modelling – Part 1: Concepts and principles*.

Lampis A. (2018). Ambienti digitali e musei: esperienze e prospettive in Italia. In A. Luigini, C. Panciroli (Eds.). *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio*, pp. 11-15. Milan: FrancoAngeli.

Lecci N., Vezzi A. (2022). Raccontare i reperti archeologici: un video olografico per la stele di "Auvele Feluske"/ Telling the archaeological finds: a holographic video for the stele of "Auvele Feluske". In C. Battini, E. Bistagnino (Eds.). *Dialogues, visions and visibility. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Genoa, 15-17 September 2022, pp. 1628-1643. Milan: FrancoAngeli.

Lo Turco M., Calvano M. (2019). Digital Museums, Digitized Museums. In A. Luigini A. (Ed.). *Proceedings of the 1st International and Interdisciplinary Conference on Digital Environments for Education, Arts and Heritage*, pp. 387-398. Cham: Springer.

Lo Turco M., Giovannini E.C. (2020). Towards a phygital heritage approach for museum collection. In *Journal of Archaeological Science: Reports*, Vol. 34, No. 102639, pp. 1-7.

Lo Turco M., Giovannini E.C., Tomalini A. (2021). Physical, Digital, Virtual, Intangible. Research experiences in museums. In *AGATHÓN – International Journal of Architecture, Art and Design*, No. 10, pp. 140-149.

Lo Turco M., Giovannini E.C., Tomalini A. (2022). Parametric and Visual Programming BIM Applied to Museums, Linking Container and Content. In *ISPRS International Journal of Geo-Information*, Vol. 11, No. 7, pp. 1-14.

Luigini A., Panciroli C. (2018). Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio. In A. Luigini, C. Panciroli (Eds.). *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio*, pp. 17-32. Milan: FrancoAngeli.

Mc Dermott W. (2018). *The PBR Guide 2018 version*. Algorithmic SAS.

Parrinello S. (2020). *3D Bethlehem. Management and control of urban growth for the development of heritage and improvement of life in the city of Bethlehem*, Vol. 2. Florence: EDIFIR - Edizioni Firenze.

Parrinello S. (2021). The development of information systems for the construction of digital historical centers, the case study of Bethlehem. In *AIP Conference Proceedings* 2428, pp. 060002.1-060002.11.

Parrinello S. (2022). *3D Bethlehem. Management and control of urban growth for the development of heritage and improvement of life in the city of Bethlehem*, Vol. 3. Florence: EDIFIR - Edizioni Firenze.

Parrinello S., La Placa S. (2021). Documentation of the waterways in the Pavia flat land. Experience in detection with SLAM technology for the development of information models. In *Dn. Building Information Modeling, Data & Semantics*, No. 9, pp. 33-45.

Picchio F. (2021). La progettazione di un percorso espositivo nei locali di Porta Palio. In B. Bruno, E. Napione, F. Picchio (Eds.). *I Mondiali di Italia '90 e la scoperta della necropoli romana. Un progetto espositivo per il trentennale della scoperta della necropoli di Porta Palio*, pp. 136-150. Pavia: Pavia University Press - PUP.

Picchio F., Galasso F. (2022). Telling the invisible. Graphic Strategies for the Narration of the Roman necropolis of porta Palio in Verona. In M. A. Ródenas-López, J. Calvo-López, M. Salcedo-Galera (Eds.). *Architectural Graphics*, No. 1, pp. 324-331. Springer.

Sandahl J. (2019). The Museum Definition as the Backbone of ICOM. In *Museum International*, Vol. 71, No. 1-2, pp. 1-9.

Sanseverino A., Messina B., Limongiello M., Guida C.G. (2022). An HBIM Methodology for the Accurate and Georeferenced Reconstruction of Urban Contexts Surveyed by UAV: The Case of the Castle of Charles V. In *Remote Sensing*, Vol. 14, No. 15, 3688, pp. 1-23.

Tucci G., Betti M., Conti A., Corongiu M., Fiorini L., Matta C., Kovačević C., Borri C., Hollberg C. (2019). BIM for museums: An integrated approach from the building to the collections. In *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, No. 42(2/W11), pp. 1089-1096.

## Authors

Anna Sanseverino, Università degli Studi di Pavia, anna.sanseverino@unipv.it  
Anna Dell'Amico, Università degli Studi di Pavia, anna.dellamico@unipv.it

To cite this chapter: Sanseverino Anna, Dell'Amico Anna (2023). Progettazione di un percorso museale in ambiente BIM attraverso applicazioni di Real-Time Rendering/Museum Itinerary Design within a BIM Environment via Real-Time Rendering Tools. In Cannella M., Garozzo A., Morena S. (eds.). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 3134-3155.