

## Il restauro virtuale della ex-cappella ducale di San Ludovico a Parma

### *The virtual restoration of the former ducal chapel of San Ludovico in Parma*

Il contributo affronta le tematiche inerenti alla fruizione di spazi illusori e alla divulgazione del patrimonio culturale attraverso l'illustrazione di un'esperienza condotta da docenti del DICATeA dell'Università di Parma nell'ambito di una mostra dedicata a Maria Luigia d'Asburgo. In tale contesto si è provveduto alla realizzazione di un modello digitale della ex-chiesa di San Ludovico nella sua conformazione originale da caricare su appositi visori che i visitatori della mostra possono indossare al fine di immergersi virtualmente in una realtà oggi venuta meno in gran parte.

L'obiettivo del lavoro è quello di mostrare come un approccio scientifico frutto di una forte sinergia fra discipline differenti possa portare alla realizzazione di validi strumenti volti alla conoscenza, valorizzazione e comunicazione del patrimonio culturale.

*This text deals with the issues related to the fruition of illusory spaces and to the dissemination of cultural heritage through the illustration of an experience conducted by professors of DICATeA of the University of Parma in the context of an exhibition dedicated to Maria Luigia of Hapsburg. In this context, a digital model of the former church of St. Ludovico in its original configuration was created to be loaded on special visors that visitors of the exhibition can wear in order to virtually immerse themselves in a reality today largely changed.*

*The goal of this work is to show how a scientific approach, resulting from a strong synergy between different disciplines, can lead to the implementation of important tools aimed at knowledge, enhancement and communication of cultural heritage.*



#### Andrea Maiocchi

Dottorando di ricerca in Disegno in servizio presso il DICATeA dell'Università degli Studi di Parma. Sta sviluppando una ricerca relativa ai processi di rilievo geometrico e diagnostico del costruito ai fini della sua digitalizzazione in ambiente BIM. Collabora con l'area Edilizia e Infrastrutture dell'Università degli Studi di Parma.



#### Carlo Mambriani

Carlo Mambriani (Milano 1963) è professore ordinario di Storia dell'Architettura presso il DICATeA dell'Università di Parma. Si occupa d'architettura emiliana d'età moderna e dei rapporti tra Italia e Francia nel XVIII sec. Ha collaborato con il Dictionary of Art e con la collana Storia dell'architettura italiana (Seicento e Settecento).



#### Riccardo Roncella

Professore associato in Geomatica, in servizio presso il DICATeA dell'Università degli Studi di Parma. I suoi principali temi di ricerca si inseriscono nell'ambito dell'automazione in fotogrammetria e nella modellazione tridimensionale. È autore di più di 100 pubblicazioni su riviste e in proceeding di convegni nazionali ed internazionali.



#### Andrea Zerbi

È professore associato in Disegno presso il DICATeA dell'Università degli Studi di Parma. Si occupa prevalentemente di rilievo dell'architettura monumentale storica e delle problematiche inerenti alla sua rappresentazione. Sul tema è autore di numerose pubblicazioni su riviste e atti di convegni nazionali e internazionali.

**parole chiave:** realtà virtuale, Realtà aumentata, Rilievo dell'Architettura, Storia dell'Architettura, Patrimonio culturale

*key-words: Virtual reality, Augmented reality, Architectural survey, History of architecture, Cultural heritage*

## 1. INTRODUZIONE

Oggi, sempre più, la facilità con cui le nuove tecnologie digitali permettono di simulare mondi tridimensionali realmente esistenti o del tutto immaginari consente a un pubblico in costante aumento di accedere agevolmente alla fruizione di spazi illusori in modo diretto e immediato. Per questo motivo tutto l'universo gravitante intorno alla divulgazione del patrimonio culturale ai fini di una sua valorizzazione (e quindi tutela) già da qualche anno ha cominciato a sfruttare queste nuove forme di comunicazione ai propri fini.

Come si può facilmente intuire si tratta di una tematica tanto ampia quanto delicata, che non può essere ridotta alla semplice risoluzione di problemi di carattere software e/o hardware. Se l'abbinamento di termini quali informatica e divulgazione sta inevitabilmente portando alla proliferazione di operatori del settore, in genere a carattere privato, capaci di realizzare prodotti sempre più accattivanti, grazie alla perizia tecnica con cui sono costruiti, molte volte essi si dimostrano privi dell'indispensabile base conoscitiva affinché il prodotto stesso risulti scientificamente corretto. Il rischio è quello che la conoscenza del patrimonio culturale e la sua trasmissione a un pubblico auspicabilmente sempre più ampio si trasformino in attività di carattere eminentemente remunerativo nelle quali gli aspetti scenografici prevalgano su quelli di correttezza e attendibilità dei contenuti.

L'obiettivo del presente lavoro, attraverso l'illustrazione di un'esperienza concretamente realizzata in occasione delle iniziative per il duecentesimo anniversario dell'arrivo a Parma di Maria Luigia d'Asburgo, è quindi quello di rimarcare come un approccio scientifico frutto di un'intensa sinergia fra discipline differenti (in questo caso disegno, rilievo, geomatica, storia dell'architettura e storia dell'arte) sia indispensabile per realizzare validi strumenti volti alla conoscenza, valorizzazione e comunicazione del patrimonio culturale.

A partire dall'inizio del 2016 a Parma sono state inaugurate ben 16 mostre dedicate a Maria Luigia d'Asburgo, seconda moglie di Napoleone e in seguito duchessa di Parma, Piacenza e Guastalla. Si tratta di una delle figure più emblematiche per lo sviluppo delle arti e della cultura nella città. Una di queste esposizioni è stata

allestita all'interno della Galleria San Ludovico (Fig. 1), un tempo la chiesa che la sovrana aveva scelto quale propria cappella ducale. Nell'allestimento della mostra gli organizzatori hanno deciso di riportare all'interno dell'edificio tutti i dipinti che erano stati realizzati per la cappella su commissione di Maria Luigia. Per la prima volta dopo oltre un secolo è quindi possibile apprezzare tali opere d'arte non più decontestualizzate e distribuite in diversi musei (o depositi) ed enti cittadini, bensì ricollocate nella loro posizione originaria [1]. Dal momento però che l'edificio coincide soltanto in parte con quello voluto dalla duchessa, gli organizzatori dell'allestimento hanno richiesto al DICATEa dell'Università degli Studi di Parma di realizzare una sorta di "restauro virtuale", attraverso la costruzione di un modello digitale completo della cappella palatina nella sua conformazione originale, da caricare su appositi visori distribuiti ai visitatori della mostra al fine di farli

immergere virtualmente in una realtà oggi profondamente modificata e difficilmente recuperabile se non a costo degli onerosi investimenti di quello che si configurerebbe però più come un ripristino che un restauro.

## 2. NOTE DI METODO

Come si accennava, un procedimento scientifico che si prefigga come obiettivo la realizzazione del modello digitale di un monumento storico a uno stato diverso da quello odierno non può in alcun modo prescindere da un'approfondita conoscenza delle sue vicende storico-architettoniche, della sua morfologia e della sua conformazione attuale e passata. Ciò detto la realizzazione del modello virtuale della ex-chiesa di San Ludovico rappresenta dunque una somma di attività differenti che per brevità espositiva si possono riassumere nella ricerca storica condotta su documenti d'archivio,



Fig. 1. La facciata della ex-chiesa di San Ludovico nella sua attuale configurazione.

nella ricerca iconografica condotta sulle raffigurazioni esistenti dell'edificio, nel suo rilevamento geometrico e architettonico e infine nella modellazione di alcune sue parti. Tutte queste operazioni concorrono in ugual misura alla costruzione del *corpus* di dati conoscitivi indispensabile alla realizzazione di un modello virtuale caratterizzato dalla massima validità filologica possibile. L'approccio metodologico è stato quindi necessariamente interdisciplinare e si è articolato in tre fasi principali: a una prima fase di raccolta dei dati, ovvero di conoscenza, hanno fatto seguito una seconda fase di interpolazione delle varie informazioni raccolte, ovvero di interpretazione, e una terza fase di rappresentazione grafica della ricostruzione ipotizzata costituita dalla costruzione del modello geometrico-materico digitale vero e proprio.

È bene sottolineare che in generale tali fasi sono caratterizzate da un certo grado di soggettività. Mentre la prima fase di rilievo/conoscenza e l'ultima di costruzione del modello/rappresentazione sono sostanzialmente attività intellettuali contraddistinte da un alto grado di oggettività, per le quali si possono presentare prevalentemente problemi di carattere tecnico, la seconda fase, non a caso definita di interpretazione, costituisce il cuore del percorso di formulazione dell'ipotesi di assetto originario dell'opera architettonica, ma al contempo è quella che inevitabilmente presenta il maggior grado di soggettività spesso a causa dell'incompletezza delle fonti storiche pervenute. Nel caso specifico, al fine di controbilanciare le carenze documentarie e le conseguenti problematiche interpretative, sono risultati fondamentali il confronto tra le varie discipline in gioco, l'osservazione diretta e la conoscenza delle opere coeve e del contesto storico sociale e culturale.

### 3. LA RACCOLTA DEI DATI CONOSCITIVI

Dal momento che la trattazione di tutti i dati desunti dall'analisi documentaria richiederebbe troppo spazio per essere affrontata in queste pagine, ci si limiterà a fornire solo qualche breve indicazione indispensabile alla contestualizzazione del monumento oggetto di studio.

Quando nel 1816 Maria Luigia giunse a Parma, decise di trasformare e riaprire al culto l'antica chiesa del mo-



Fig. 2. Pietro Mazza Del., Isidore-Laurent Deroy Lit., Lit. Formentin & C. imp., "Interno della Cappella Ducale di San Ludovico di Parma. Anno 1742".

nastero benedettino femminile di San Paolo, che solo pochi anni prima (1810) era stata colpita dalla soppressione napoleonica degli ordini religiosi, intitolandola a San Ludovico. Dall'analisi di due perizie stilate da Niccolò Bettoli nel 1816 è possibile desumere come i lavori di adeguamento della chiesa a cappella palatina non constarono tanto nella trasformazione dell'assetto architettonico dell'antica struttura preesistente, quanto piuttosto nel rifacimento del suo apparato decorativo e di arredo. Durante tutta la prima metà del XIX secolo San Ludovico fu continuamente arricchita tramite la costruzione di nuove strutture, l'apporto di nuovi quadri e la realizzazione del monumento dedicato a Adam Albrecht, conte di Neipperg e secondo marito della duchessa.

Come molti altri edifici storici originariamente dedicati al culto, anche l'ex-chiesa di San Ludovico fu interessata da vicende che ne cambiarono più volte destinazione d'uso e conformazione. Soprattutto a partire dal 1905, ossia da quando l'edificio fu convertito in officina elettrica, il monumento fu progressivamente trasformato e spogliato del suo apparato decorativo. La configurazione attuale del fabbricato perciò non è più quella di una volta: il coro è stato chiuso e inglobato all'interno di altri edifici, il monumento a Adam Albrecht conte di Neipperg è stato spostato presso la chiesa della Steccata, i numerosi quadri che arricchivano il coro e le cappelle laterali sono stati dispersi presso diversi musei ed enti pubblici cittadini, o addirittura ricoverati all'interno di depositi, gli altari e le balaustre sono scomparsi, così come anche la tribuna ducale, le tribune dei ciambellani, il pregevole organo Serassi e quasi tutti gli arredi fissi presenti (cantorie, balaustre, cancelli, etc.).

Soltanto dopo il trasferimento dell'Azienda Municipalizzata è stato possibile al Comune recuperare dell'ex-chiesa di San Ludovico, ancora di proprietà del Comune di Parma, almeno l'invaso principale e adibirlo a galleria espositiva per mostre temporanee.

Per ricostruire l'assetto interno della cappella palatina all'epoca del suo massimo splendore, particolarmente importante si è rivelata la seguente documentazione iconografica: le micropiante del tempio rintracciabili nella cartografia parmense, a partire dalla celebre *Iconografia della città di Parma* rilevata alla fine del XVI

sec. da Smeraldo Smeraldi, fino al catasto borbonico del 1853, e le tre litografie pubblicate nei *Monumenti e munificenze di [...] Maria Luigia* (1845), tratte da disegni di Pietro Mazza e Giuseppe Naudin del 1842, che forniscono importanti informazioni sulla conformazione del coro, sulla geometria dell'altare maggiore, sulle tribune dei ciambellani e su un'ampia serie di arredi e decorazioni non più esistenti (Fig. 2). Le informazioni che hanno costituito la base teorica della ricostruzione della tribuna ducale posta sopra l'ingresso della chiesa, non presente nelle litografie dal momento che queste ultime ripropongono punti di vista diversi, e più in generale delle proprietà materiche dell'intero edificio e del suo apparato decorativo e iconografico, invece, provengono prevalentemente da ricevute contabili, carte di cantiere e inventari d'archivio di metà Ottocento.

Al fine di basare il modello digitale su precisi dati metrici si è altresì provveduto alla realizzazione di un accurato rilievo geometrico dello stato di fatto dell'impianto architettonico superstite. La raccolta dei dati è stata effettuata tramite l'uso di tecnologia laser scanner, che ha permesso di reperire informazioni metriche su circa il novanta per cento della superficie del modello finale. Per raggiungere tale obiettivo lungo la navata centrale, in corrispondenza di ogni cappella laterale e nella zona del presbiterio, sono stati posti quattro punti di stazione collegati fra loro topograficamente, dai quali sono state effettuate le scansioni che hanno permesso di raccogliere dati metrici su oltre duecento milioni di punti (Fig. 3).

Contestualmente è stato altresì effettuato un rilievo fotogrammetrico ad alta definizione del monumento dedicato a Neipperg con lo scopo di ricollocarlo virtual-



Fig. 3. Snapshot delle nuvole di punti ricavate tramite rilievo scanner laser dell'interno della ex-chiesa di San Ludovico, ora adibita a galleria espositiva per mostre temporanee.

mente nella sua posizione originaria, all'interno della cappella laterale centrale aperta sul lato Nord dell'aula unica della ex-chiesa.

#### 4. LA REALIZZAZIONE DEL MODELLO E L'INTERPRETAZIONE DEI DATI CONOSCITIVI

Al termine della raccolta dei dati, prima di procedere alla realizzazione del modello digitale, si è provveduto a interpretare tutte le informazioni reperite sia attraverso le ricerche storiche e iconografiche sia attraverso il rilievo. Tale fase è stata basata sul confronto tra i dati metrici e geometrici di rilievo e quelli storiografici, sull'osservazione diretta dell'edificio nella sua attuale configurazione e sull'analisi di opere d'arte e d'architettura coeve. Questa fase di interpretazione dei dati, che di fatto rappresenta il valore aggiunto dell'intero progetto e – se correttamente condotta – garantisce la scientificità del lavoro, ha comportato necessariamente una forte sintesi critica delle varie ricerche. Le conclusioni tratte al termine di tale fase, pur presentando vari gradi di attendibilità in funzione della quantità e della qualità delle informazioni raccolte, ha permesso di organizzare preventivamente la realizzazione del modello.

In estrema sintesi la ricostruzione virtuale della chiesa di San Ludovico all'epoca di Maria Luigia è stata realizzata a partire dal rilievo geometrico. In primo luogo le nuvole di punti sono state decimate e ridotte attraverso l'eliminazione di tutte le parti incongrue (tralicci di sostegno dei corpi illuminanti, impianti vari, arredi fissi e mobili, ecc.). Solo successivamente alla semplificazione delle nuvole è stato possibile procedere alla trasformazione delle stesse in un modello a poligoni, che è poi stato perfezionato tramite la modellazione solida di tutte le parti che non era stato possibile rilevare attraverso lo scanner laser. Così facendo è stato possibile ricostruire virtualmente quasi tutte le strutture architettoniche originali della chiesa, in particolare il volume del coro, oggi inglobato in un edificio separato, con le sue quattro finestrate laterali.

Una volta terminata questa prima fase di modellazione, sulla base di tutte le informazioni desunte dall'analisi dei documenti d'archivio, iconografici e non, si è provveduto a ricostruire tutti gli elementi necessari a

riprodurre il più fedelmente possibile l'aspetto interno dell'edificio nel XIX secolo. A tal fine sono stati ricostruite le tribune dei ciambellani in corrispondenza delle due cappelle laterali poste a fianco dell'ingresso principale, la tribuna ducale collocata al di sopra del portale e tutti gli arredi elencati nei documenti e/o presenti nelle citate litografie, quali l'altare maggiore, gli altari delle cappelle laterali, i tendaggi alle finestre, diverse balaustre e cancellate, i candelabri e via dicendo.

Per finire, anche le nuvole di punti generate sulla base del rilievo fotogrammetrico del monumento funebre a Neipperg, attualmente custodito presso la chiesa della Steccata, sono state decimate e quindi trasformate in un modello a poligoni (Fig. 4), a sua volta collocato nella giusta posizione all'interno del più ampio modello digitale della cappella palatina. Anche il modello del monumento funebre è stato poi completato attraverso



so la ricostruzione di diversi elementi quali i gradini di accesso, il cancello che chiudeva la cappella e il coronamento dell'imposta dell'abside con il paramento marmoreo e la relativa iscrizione presenti nella veduta disegnata da Pietro Mazza (Fig. 5).

#### 5. LA FRUIZIONE DEL MODELLO

Della mostra allestita presso la ex-chiesa di San Ludovico, l'eccezionale punto di forza è rappresentato dall'aver riportato all'interno dell'edificio tutti i dipinti che, come detto, fino a poco tempo fa erano dispersi in diversi luoghi della città. Per la prima volta dopo l'ultima soppressione dell'antico edificio di culto è quindi possibile ammirare tali opere, alcune delle quali appositamente restaurate, nel loro contesto originale. Già questo semplice fatto costituisce di per sé un motivo più

Fig. 4. Il modello digitale del monumento funebre a Neipperg.

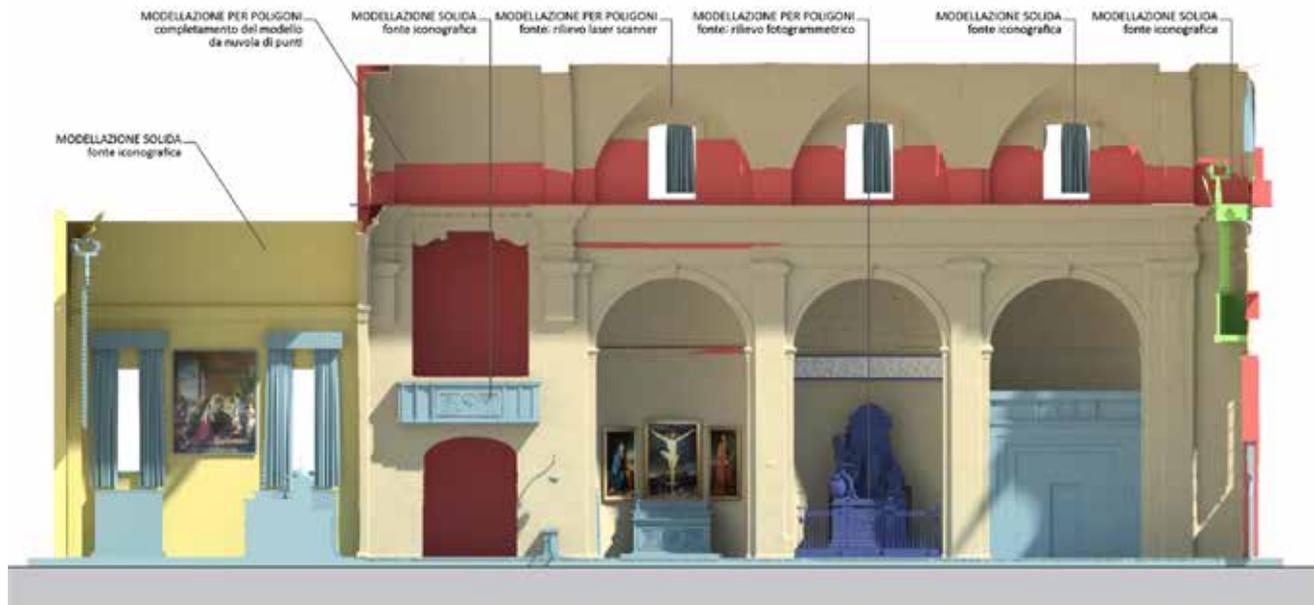


Fig. 5. Immagine estratta da un filmato proiettato in continuo nell'ambito della mostra al fine di illustrare ai visitatori le operazioni svolte per la realizzazione del modello digitale.

che sufficiente per giustificare il successo di pubblico riscosso dalla mostra, tale da spingere gli organizzatori a prorogarne la chiusura. Poter fruire di opere realizzate con un preciso fine nel luogo per cui furono pensate, e non decontestualizzate all'interno di un museo o una pinacoteca, consente da un lato di conferire maggior valore alle opere stesse e, dall'altro, di restituire all'edificio che nuovamente le accoglie una dignità ormai perduta. In questo modo, inoltre, i visitatori possono percepire atmosfere ormai perdute da oltre un secolo. L'edificio, seppure per un breve lasso di tempo, torna a essere luogo di culto. Forse proprio per questi motivi numerosi visitatori hanno manifestato la speranza che l'allestimento da temporaneo diventi permanente (Fig. 6).

D'altro canto ciò che è stato non potrà più essere. È banale affermare che non esisterà mai più la chiesa di San Ludovico dell'epoca di Maria Luigia. Anche nel caso fosse possibile ripristinare l'assetto originario dell'edificio e riconvertirlo al culto, il contesto storico, sociale e culturale è troppo mutato perché un'operazione di tale tipo possa facilmente trovare giustificazioni sostenibili, anche soltanto sul piano gestionale. Inoltre anche il ripristino esatto della cappella palatina sarebbe particolarmente oneroso: il coro andrebbe di fatto ricostruito sacrificando due piani di uffici comunali ricavati a metà del secolo scorso nel suo volume originario, le tribune dei ciambellani e la tribuna ducale sono state smembrate e disperse, così come tutti gli altari e le cancellate che arricchivano la chiesa nella metà del XIX secolo,

insieme a buona parte dei ricchi e numerosi arredi ricordati dagli inventari. Restano solo i quadri di cui già si è detto e il monumento a Neipperg, per il quale è però difficile pensare ad una eventuale ricollocazione, essendo ormai da oltre un secolo conservato all'interno della chiesa della Steccata.

Per tutte queste ragioni il presente progetto è nato, in prima istanza, dalla volontà di produrre il modello digitale al fine di fornire ai visitatori della mostra la possibilità di vivere un'esperienza del bene maggiormente immersiva e in grado di simulare l'assetto originale della chiesa. D'altro canto la realizzazione del modello digitale, nello spirito di divulgazione e fruizione dei contenuti innovativi del progetto, non rappresenta certo la fase principale o conclusiva del lavoro. Negli ultimi anni

si è infatti assistito a una progressiva diffusione di piattaforme e librerie software che permettono, con minimi sforzi in termini di scrittura di codice, di sviluppare vere e proprie applicazioni di realtà virtuale/aumentata estremamente immersive e coinvolgenti anche (e soprattutto) per l'ampissimo pubblico di non addetti ai lavori. Tali applicazioni, se il contenuto digitale (rappresentato in questo caso dal modello tridimensionale) è progettato correttamente, non richiedono nemmeno all'utilizzatore una dotazione hardware particolarmente performante.

Nel caso specifico, i modelli digitali realizzati servendosi dei procedimenti illustrati in precedenza sono stati utilizzati come supporto per lo sviluppo di due diverse applicazioni in grado di fornire ai fruitori della mostra un'esperienza di realtà virtuale e un'esperienza di realtà aumentata.

La realtà virtuale applicata ai beni culturali viene oggi sempre più concretizzata attraverso lo sviluppo di applicazioni per smartphone o tablet (soprattutto in ambiente Android e Ios) che permettono, a chiunque disponga di un device compatibile, di sperimentare con il proprio dispositivo la percezione di spazi virtuali. In particolare, tramite l'inserimento del device stesso all'interno di un visore stereoscopico, il visitatore può provare in stereoscopia l'esperienza di immergersi in un ambiente completamente virtuale. Oggi questi visori, i cosiddetti "occhialini", sono disponibili anche in versioni estremamente economiche (a tale proposito basti pensare ai visori Google Cardboard, il cui costo in molti casi non è superiore ai 5 €).

Il gruppo di ricerca ha finora sviluppato un prototipo di applicazione per smartphone, in ambiente Android, che permette una visita immersiva all'interno della ricostruzione tridimensionale della chiesa di San Ludovico fruibile con visori a basso costo ed un supporto di realtà aumentata a beneficio della visita all'interno della mostra. Il prototipo, per sua stessa natura, non rappresenta un prodotto ancora sufficientemente maturo per essere fruito dal pubblico, ma permette ai ricercatori coinvolti di sperimentare nuove forme di linguaggio e comunicazione dei contenuti informativi ed approfondire, con maggior consapevolezza, gli aspetti tecnici legati al rilievo dell'esistente ed alla sua ricostruzione digitale.



Fig. 6. Immagine fotografica dell'allestimento della mostra (foto Carlo Gardini, 2016).

La app è stata sviluppata in ambiente UNITY integrando la logica di controllo con script in linguaggio C#. L'ambiente è estremamente funzionale e semplice da usare per chi ha una minima familiarità con i principali linguaggi di programmazione ad oggetti (per lo meno fintanto che il progetto non prevede livelli di personalizzazione estremamente elevati e caratteristiche

funzionali eccessivamente complesse). Dal momento che l'ambiente di sviluppo è nato e si è principalmente diffuso con l'obiettivo di fornire un motore grafico e di simulazione fisica votato all'intrattenimento, esso può oggi vantare una piattaforma di utilizzatori e sviluppatori estremamente variegata e numerosa, il che rende facile reperire, spesso con licenze freeware o open-



Fig. 7. Visualizzazione del modello digitale che è stato caricato all'interno della app e che i visitatori possono vedere attraverso appositi visori forniti nell'ambito della mostra.

source, librerie di codice pronte all'uso che in molti casi rispondono quasi perfettamente alle necessità del progetto. Tuttavia, pur essendo il motore grafico estremamente performante ed ottimizzato sotto molti punti di vista per il suo impiego in applicazioni per tablet e smartphone, la quantità di dati gestibile dai device odierni, nonostante gli esponenziali progressi in tal senso negli ultimi anni, richiede una attenta ottimizzazione della descrizione geometrica del modello tridimensionale. Ciò implica una attenta fase di progettazione di tutte le operazioni di ricostruzione tridimensionale in fase di restituzione del rilievo, principalmente legata al fatto che inevitabilmente bisogna accettare un livello di approssimazione, in certi casi anche molto elevato, dei dettagli architettonici. I moderni motori grafici permettono in parte di sopperire a tale limite prevedendo livelli di dettaglio differenziati, caricando in memoria ed elaborando versioni di volta in volta differenti dei diversi elementi tridimensionali che compongono la scena, in funzione della distanza dell'osservatore virtuale dall'elemento stesso. L'eventuale riduzione del livello di dettaglio del modello digitale può comunque essere sopperito da una attenta fase di texturing e light mapping del modello: in molti casi, infatti, l'osservatore, pur nell'ambito delle rappresentazioni stereoscopiche, non ha la capacità di percepire i livelli differenti di profondità degli elementi più minuti di una scena, se non basandosi sulle informazioni di colore e ombreggiatura della superficie (Figg. 7 e 8).

Come anticipato la app sviluppata prevede al momento due differenti modalità di funzionamento: una prima sezione dell'applicazione permette, con l'aiuto di un visore stereoscopico al cui interno deve essere alloggiato lo smartphone, una visita immersiva in realtà virtuale all'interno dello spazio ricostruito della chiesa. Per mezzo di un controller, collegato a sua volta allo smartphone, l'utente può muoversi liberamente nello spazio virtuale controllando i diversi gradi di libertà traslazionali dell'osservatore virtuale: in altre parole l'osservatore può muoversi in avanti o indietro, di lato a destra o sinistra e, abilitando una specifica funzione, anche librarsi verso l'alto (ad esempio per osservare più da vicino un particolare dei decori delle volte). Ruotando invece la testa, gli accelerometri integrati nello smartphone, interagiscono con il motore

di rendering delle due viste stereoscopiche orientandone correttamente i quadri prospettici. Inoltre la app, sfruttando le librerie offerte da UNITY per il gaming multi-utente, prevede la possibilità di svolgere la visita virtuale a più utenti contemporaneamente nello stesso spazio virtuale, consentendo loro di interagire, parlando. Seppur la cosa possa far sorridere, essa permette all'utilizzatore della App un approccio più sociale nella fruizione dei contenuti, aspetto questo ormai imprescindibile per attrarre vaste fasce di pubblico.

Per rendere invece più facilmente leggibili le trasformazioni intervenute a seguito dello spostamento delle opere (in particolare del monumento a Neipperg) all'interno dello spazio reale della ex-cappella, una differente funzionalità dell'applicazione permette di sovrapporre tramite realtà aumentata (sfruttando le librerie Vuforia, sempre in ambiente UNITY) il modello tridimensionale, correttamente posizionato nella sua collocazione originaria, all'immagine visibile attraverso la telecamera del device. Tale funzionalità è stata, fin dalle prime fasi del progetto, pensata per essere integrata nel percorso di visita della mostra. Ciò comporta alcune difficoltà ulteriori dal momento che il modello tridimensionale del monumento interagisce, nella scena ripresa dal device, con gli elementi di allestimento della mostra. In particolare, all'interno dell'area della ex-cappella dove originariamente era collocata la statua, sono presenti alcuni espositori e una teca di notevoli dimensioni mentre al suo ingresso è presente una lunga stele che fornisce diversi elementi informativi ai visitatori. Per cercare di rendere la percezione del monumento la più realistica possibile si è dunque sperimentato l'inserimento, come contenuto aumentato aggiuntivo, dell'intero modello della cappella, in modo da sovrapporlo agli elementi di "disturbo", nascondendoli completamente. Ciò comporta però ulteriori difficoltà, dal momento che nelle zone di bordo del modello, spesso in funzione della luminosità della scena (e delle diverse caratteristiche delle fotocamere dei device) e del punto di vista dell'osservatore, l'inclusione degli elementi aumentati nella scena reale viene percepita non correttamente integrata.

Nell'ambito della mostra, invece, per lo sviluppo dell'applicazione il DICATeA dell'Università degli Studi di Parma ha collaborato con una ditta privata operan-

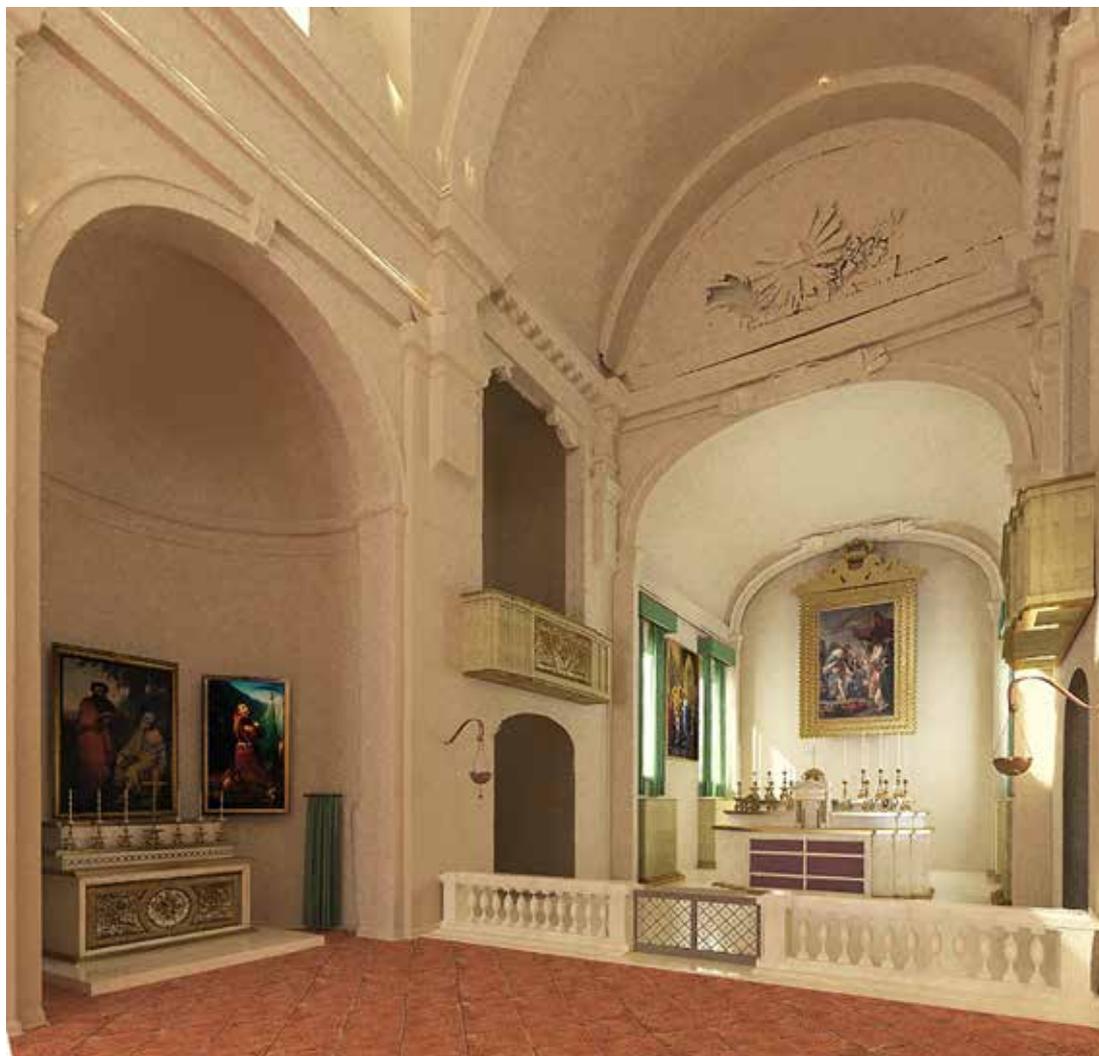


Fig. 8. Ulteriore visualizzazione del modello digitale in cui si può notare il coro oggi non più esistente e di tutto il ricco apparato decorativo e di arredo oggi scomparsi.

te nel settore [2], in grado di mettere a disposizione al pubblico, durante il periodo di apertura della mostra, un elevato numero di audiovisori di ultima generazione con caratteristiche migliori rispetto ai modelli più economici. Grazie alla collaborazione fra le diverse discipline afferenti al dipartimento è stato possibile fornire al soggetto privato non solo il modello digitale dell'edificio, ma anche tutte le ulteriori informazioni di carattere storico da implementare all'interno di un'applicazione multimediale che si voleva il più possibile scientificamente corretta. A prodotto finito, il visitatore della mostra, indossato l'audiovisore, può assistere alla proiezione di una sorta di documentario caratterizzato dalla presenza di molteplici contenuti multimediali tutti dotati di grande attendibilità culturale: mappe d'epoca con l'indicazione dei luoghi frequentati da Maria Luigia, notizie storiche sulla chiesa e le opere d'arte in essa esposte, filmati in cui attori in costume dell'epoca si muovono all'interno del modello digitale. Durante una pausa nel filmato/guida lo stesso modello virtuale permette altresì al visitatore di muoversi liberamente all'interno dell'edificio e di poter confrontare direttamente le differenze fra la configurazione attuale del manufatto e lo stesso nel suo periodo di maggior splendore.

## 6. CONCLUSIONI

L'esperienza di simulazione di spazi tridimensionali non più esistenti o mai realizzati si configura come un'originale forma di comunicazione partecipativa e realmente immersiva, in grado di riscuotere un ampio consenso e di essere facilmente riproposta in molteplici esperienze legate alla divulgazione dei beni culturali senza costi eccessivi.

D'altro canto se è vero che l'obiettivo principale di esperienze di questo genere deve essere sempre quello di sensibilizzare il pubblico nei confronti del patrimonio storico, artistico e architettonico rendendolo più fruibile e affascinante, la sperimentazione in atto ha anche permesso di sviluppare alcune considerazioni, sfociate in una metodologia di rilievo integrato, in grado di sviluppare un approccio al tema di carattere eminentemente scientifico. Dal momento che la comunicazione della spazialità, obiettivo cardine del rilievo

e della rappresentazione dell'architettura, non può più prescindere dalle nuove opportunità offerte dalla tecnologia, è di fondamentale importanza, specialmente in questa fase di transizione delle stesse, porsi caso per caso in maniera critica di fronte alle differenti metodologie di comunicazione proposte e adottate.

## NOTE

[1] La mostra, dal titolo *Nel tempio della Duchessa tra reale e virtuale*. Maria Luigia, S. Ludovico e gli artisti parmensi, è stata promossa dall'Assessorato alla Cultura del Comune di Parma e dalla Pinacoteca Stuard. Curatela scientifica Alessandro Malinverni; progettista dell'allestimento Alberto Nodolini.

[2] La società impegnata nel progetto è ARTGlass s.r.l. con sede a Monza.

## Bibliografia

Basballe, D. A., & Halskov, K. (2010, November). Projections on museum exhibits: engaging visitors in the museum setting. In *Proceedings of the 22nd Conference of the Computer-Human Interaction Special Interest Group of Australia on Computer-Human Interaction* (pp. 80-87). ACM.

Cattani R., Magri F., Moretti N. (a cura di). (2016). *Le mostre di Maria Luigia 16*, Vol. 1. I Monumenti, Parma, Italia, Grafiche Step editrice.

Grussenmeyer, P., Landes, T., Voegtli, T., & Ringle, K. (2008). Comparison methods of terrestrial laser scanning, photogrammetry and tachometry data for recording of cultural heritage buildings. *ISPRS Arch. Photogramm. Remote Sens.*, 37, W5.

Hall, T., Ciolfi, L., Bannon, L., Fraser, M., Benford, S., Bowers, J., ... & Flintham, M. (2001, November). The visitor as virtual archaeologist: explorations in mixed reality technology to enhance educational and social interaction in the museum. In *Proceedings of the 2001 conference on Virtual reality, archeology, and cultural heritage* (pp. 91-96). ACM.

Zoellner, M., Keil, J., Wuest, H., & Pletinckx, D. (2009). An augmented reality presentation system for remote cultural heritage sites. In *Proceedings of the 10th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage VAST* (pp. 112-116).