unione
italiana
disegno

eXploRA

virtual journeys to discover *in*accessible heritages

a cura di

Francesco Stilo
Vittoria Castiglione
Irene Cazzaro
Michela Ceracchi
Fabrizio Natta
Marta Pileri
Lorella Pizzonia
Andrea Tomalini
Noemi Tomasella
Maria Bélen Trivi

PVBLICA
SHARING·KNOWLEDGE

PVBLICA

COMITATO SCIENTIFICO

Marcello Balbo
Dino Borri
Paolo Ceccarelli
Enrico Cicalò
Enrico Corti
Nicola Di Battista
Carolina Di Biase
Michele Di Sivo
Domenico D'Orsogna
Maria Linda Falcidieno
Francesca Fatta
Paolo Giandebiaggi
Elisabetta Gola
Riccardo Gulli
Emiliano Ilardi
Francesco Indovina
Elena Ippoliti
Giuseppe Las Casas
Mario Losasso
Giovanni Maciocco
Vincenzo Melluso
Benedetto Meloni
Domenico Moccia
Giulio Mondini
Renato Morganti
Stefano Moroni
Stefano Musso
Zaida Muxi
Oriol Nel.lo
Joao Nunes
Gian Giacomo Ortu
Giancarlo Paba
Rossella Salerno
Enzo Scandurragher
Silvano Tagliagambe

Tutti i testi di PUBLICA sono sottosposti a *double peer review*

eXploЯA UID 2024
Premio Giovani UID Vito Cardone 2023
Giornata di Studi Internazionale. Roma, 15 marzo 2024.

COMITATO SCIENTIFICO

Leonardo Baglioni / Sapienza Università di Roma
Carlo Bianchini / Sapienza Università di Roma
Enrico Cicalò / Università degli Studi di Sassari
Edoardo Dotto / Università degli Studi di Catania
Laura Farroni / Università degli Studi Roma Tre
Francesca Fatta / Università degli Studi di Reggio Calabria
Fabrizio Gay / Università IUAV di Venezia
Elena Ippoliti / Sapienza Università di Roma
Massimiliano Lo Turco / Politecnico di Torino
Valeria Menchetelli / Università degli Studi di Perugia
Alberto Sdegno / Università degli Studi di Udine
Roberta Spallone / Politecnico di Torino
Graziano Mario Valenti / Sapienza Università di Roma

Pedro M. Cabezos-Bernal / Universitat Politècnica de València (Spain)
Fabiana Andrea Carbonari / Universidad Nacional de La Plata (Argentina)
Livio De Luca / CNRS (France)
Fernando Gandolfi / Universidad Nacional de La Plata (Argentina)
Mona Hess / Universität Bamberg (Germany)
Pedro António Janeiro / Universidade de Lisboa (Portugal)
Piotr Kuroczyński / Hochschule Mainz – University of Applied Sciences (Germany)
Dominik Lengyel / Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg (Germany)
Sander Münster / Friedrich Schiller University Jena (Germany)
Pablo Rodríguez-Navarro / Universitat Politècnica de València (Spain)
Renato Vizioli / Universidade Presbiteriana Mackenzie (Brazil)
Simone Helena Tanoue Vizioli / Universidade de São Paulo (Brazil)

COMITATO ORGANIZZATIVO

Francesco Stilo (Coordinator) / Università degli Studi 'Mediterranea' di Reggio Calabria
Vittoria Castiglione / Sapienza Università di Roma
Irene Cazzaro / Università di Bologna – Alma Mater Studiorum
Michela Ceracchi / Sapienza Università di Roma
Fabrizio Natta / Politecnico di Torino
Marta Pileri / Università degli Studi di Sassari
Lorella Pizzonia / Università degli Studi 'Mediterranea' di Reggio Calabria
Andrea Tomalini / Politecnico di Torino
Noemi Tomasella / Sapienza Università di Roma
María Belén Trivi / Sapienza Università di Roma

COMITATO DEI REVISORI

Alessio Altadonna / Università degli studi di Messina
Marinella Arena / Università degli Studi di 'Mediterranea' Reggio Calabria
Martina Attenni / Sapienza Università di Roma
Leonardo Baglioni / Sapienza Università di Roma
Alessandro Basso / Università degli Studi di Camerino
Laura Carlevaris / Sapienza Università di Roma
Lino Cabras / Università degli Studi di Sassari
Emanuela Chiavoni / Sapienza Università di Roma
Enrico Cicalò / Università degli Studi di Sassari
Luigi Cocchiarella / Politecnico di Milano
Daniele Colistra / Università degli Studi 'Mediterranea' di Reggio Calabria
Francesca Condorelli / Libera Università di Bolzano
Marco Fasolo / Sapienza Università di Roma
Francesca Fatta / Università degli Studi 'Mediterranea' di Reggio Calabria
Amedeo Ganciu / Università degli Studi di Sassari
Alessia Garozzo / Università degli Studi di Palermo
Fabrizio Gay / Università IUAV di Venezia
Elisabetta Caterina Giovannini / Politecnico di Torino
Marika Griffo / Sapienza Università di Roma
Elena Ippoliti / Sapienza Università di Roma
Francesco Maggio / Università degli Studi di Palermo
Matteo Flavio Mancini / Università degli Studi Roma Tre
Silvia Masserano / Università degli Studi di Udine
Domenico Mediati / Università degli Studi di 'Mediterranea' Reggio Calabria
Valeria Menchetelli / Università degli Studi di Perugia
Davide Mezzino / Politecnico di Torino
Maria Milano / Escola Superior de Artes e Design (Portugal)
Sara Morena / Università degli Studi di Palermo
Caterina Palestini / Università degli Studi di Pescara
Francesca Picchio / Università degli Studi di Pavia
Francesca Porfiri / Sapienza Università di Roma
Paola Raffa / Università degli Studi 'Mediterranea' di Reggio Calabria
Veronica Riavis / Università degli Studi di Udine
Jessica Romor / Sapienza Università di Roma
Daniele Rossi / Università degli Studi di Camerino
Anna Sanseverino / Università degli Studi di Napoli
Giovanna Spadafora / Università degli Studi Roma Tre
Roberta Spallone / Politecnico di Torino
Ilaria Trizio / CNR L'Aquila
Graziano Mario Valenti / Sapienza Università di Roma
Michele Valentino / Università degli Studi di Sassari
Starlight Vattano / Università degli Studi di Trento
Chiara Vernizzi / Università degli studi di Parma
Marco Vitali / Politecnico di Torino

Francesco Stilo, Vittoria Castiglione, Irene Cazzaro, Michela Ceracchi, Fabrizio Natta, Marta Pileri, Lorella Pizzonia, Andrea Tomalini, Noemi Tomasella (a cura di)
eXploЯA UID 2024
Virtual Journeys to discover inaccesible heritages
© PUBLICA, Alghero, 2024
ebook ISBN 978 88 99586 49 2
Pubblicazione e stampa Dicembre 2024

PUBLICA
Dipartimento di Architettura, Urbanistica e Design
Università degli Studi di Sassari
WWW.PUBLICAPRESS.IT

PVBLICA

eXploЯA UID 2024

Virtual Journeys to discover *in*accesible heritages

a cura di

Francesco Stilo
Vittoria Castiglione
Irene Cazzaro
Michela Ceracchi
Fabrizio Natta
Marta Pileri
Lorella Pizzonia
Andrea Tomalini
Noemi Tomasella
Maria Bélen Trivi

ISBN: 978 88 99586 49 2

INDICE / INDEX

15 **Presentazione**
Francesca Fatta

19 **Introduzione**
Francesco Stilo

23 **Guardarsi dentro**
Edoardo Dotto

33 **L'intelligenza grafico-digitale nell'epoca della transizione digitale.**
Implicazioni per la rappresentazione e la comunicazione del patrimonio culturale
Enrico Cicalò

43 **Immersive panoramic photography for the dissemination of cultural heritage**
Pedro M. Cabezos-Bernal

55 **DISEGNARE / DRAWING**

Introduzione alla sessione
Lorella Pizzonia, Andrea Tomalini, Maria Bélen Trivi

62 **Rendere visibile**
Francesco Maggio, Alessia Garozzo

80 **Il valore (in)tangibile. Protocolli per la documentazione, la catalogazione e la comunicazione del Patrimonio Culturale Immateriale**
Valeria Menchetelli

104 **Il modello ligneo della Chiesa di san Giuseppe a Firenze: alcune considerazioni**
Marcello Scalzo, Francesco Tioli, Andrea Caprara

126 **Dal disegno al virtuale. Quando la realtà distorce il progetto: un palazzo romano di Gaetano Rapisardi**
Eleonora Di Mauro, Salvatore Damiano

147 **Il rilievo per la fruizione dei beni in digitale: il caso studio di un eremo sull'Isola di Capri**
Rosaria Parente, Riccardo Tavolare

164 **La Realtà Estesa come strumento inclusivo per un progetto urbano nel patrimonio archeologico di Canosa di Puglia. Il caso degli Ipogei Lagrasta e della Fullonica**
Roberto Pedone, Rossella Laera, Emanuela Borsci, Ali Yaser Jafari, Gianluigi De Stradis, Giada Vignola

176 **La rappresentazione dello spazio sacro nella Cattedrale di Bitonto. Dal rilievo alla ricostruzione grafica**
Gabriele Rossi, Massimo Leserri, Davide Sanzio, Domenico Pastore

193 **Architetture tattili di terra per i ciechi: dalla comunicazione alla realizzazione**
Elena De Santis

207 **La ricostruzione digitale del Viridarium: complesso del giardino botanico di Federico Cesi e dell'Accademia dei Lincei**
Marco Proietti

217 **From sketch to immersive reality: Construction Methodology of the 360° Panoramic Drawing from planimetric information. The case of the heritage buildings of the Universidad Nacional de La Plata**
Analía Jara

230 **Scan2BIM methodology applied to the Faculty of Theatral Art of La Habana**
Carlo Biagini, Andrea Bongini

242 **Ricostruzione digitale e immagine urbana. La Specola dell'ex Regio Osservatorio Astrofisico presso il Monastero dei Benedettini a Catania**
Nicoletta Campofiorito, Cettina Santagati

257 **Il cinema Excelsior di Catania: rilievo e documentazione digitale per la fruizione virtuale di un'architettura degli anni Trenta abbandonata**
Graziana D'Agostino, Raissa Garozzo, Mariateresa Galizia

272 **Il patrimonio del Bioparque La Plata, ex Zoo. Conoscenza e divulgazione attraverso il disegno integrato**
Camila Martin, Fabiana Carbonari

291 **MODELLARE / MODELLING**

Introduzione alla sessione
Vittoria Castiglione, Michela Ceracchi, Noemi Tomasella

296 **Ri-costruzione filologica, virtuale e tattile della diruta Cappella Palatina di Noto Antica**
Rita Valenti, Concetta Aliano, Emanuela Paternò

317 **I borghi rurali della riforma agraria: ricostruzioni digitali per la conoscenza e la valorizzazione del patrimonio architettonico contemporaneo**
Raffaele Pontrandolfi, Antonio Bixio

339 **Modellare e rappresentare Pomezia: anatomia di un concorso**
Antonio Schiavo, Beatrice Teresi

359 **Le rovine romane a Napoli: il teatro intrappolato**
Angela Cicala, Gianluca Barile

371 **Modellazione, digital fabrication e AR: un workflow per rendere fruibili le architetture di Mario Botta e le loro matrici geometriche generative**
Francesca Ronco, Giulia Bertola, Enrico Pupi

389 **Il modello architettonico, dal digitale al fisico: il caso studio del Casale della Cervelletta**
Alessio Buonacucina, Alessia Lamantia

396 **Rappresentazione per la Valorizzazione: il Patrimonio Universitario dal Gemello Digitale al Gemello Analogico**
Maurizio Marco Bocconcino, Mariapaola Vozzola, Martino Pavignano

416 **Tra disegni d'archivio e rilievo digitale dello stato di fatto: il modello del famedio di Leone Savoja al gran camposanto di Messina**
Francesca Fatta, Marinella Arena, Francesco Stilo, Lorella Pizzonia

432 **ESPLORARE / EXPLORING**

Introduzione alla sessione
Irene Cazzaro, Fabrizio Natta, Marta Pileri

440 **Egle Renata Trincanato. Disegni e modelli digitali di un concorso di progettazione, 1942**
Starlight Vattano

455 **Viaggi costieri: tra patrimoni inaccessibili e architetture mai realizzate**
Sonia Mollica

467 **WissKI 3D Repository as a tool for the preservation and exploration of 3D models of cultural heritage**
Igor Bajena, Piotr Kuroczyński

490 L'uso del metaverso per la fruizione condivisa e interattiva delle informazioni storiche d'archivio
Silvia La Placa, Francesca Galasso

514 Riscoprire e rifunzionalizzare un patrimonio perduto attraverso tecniche di rappresentazione digitale. L'acquario-rettilario di Enzo Venturelli per un nuovo Museo del fumetto e dell'animazione giapponese a Torino
Elisabetta C. Giovannini, Valeria Minucciani, Vittorio Bottari

533 Other stories. Virtual reconstruction of different design hypotheses for Piazza d'Arogno in Trento
Anna Maragno, Ambra Barbini, Elena Bernardini, Chiara Chioni

547 Realtà estesa all'eredità architettonica perduta. Il sistema di accesso meridionale alla Mostra d'Oltremare
Pedro G. Vindrola, Erika Elefante, Giuseppe Antuono, Pierpaolo D'Agostino

561 Esplorazione immersiva dello spazio disegnato di Andrea Pozzo. La chiesa non realizzata di San Tommaso di Canterbury
Flavia Camagni, Marco Fasolo, Elisa Guarino

581 I cortili rinascimentali all'Aquila: un progetto per l'esplorazione di un patrimonio nascosto
Luca Vespasiano, Stefano Brusaporci

596 Tracce d'Acqua
Giulia Bocci, Giulia Grottolo, Valentina Marchegiani, Alessandra Marinucci

608 Dal rilievo laser scanner al tour virtuale: un flusso di lavoro per favorire l'accessibilità al patrimonio costruito
Raffaele Argiolas

622 Marburger Wissensräume – representing 500 years of university history in form of 4D reconstructions of cultural heritage
Peter Bell, Katharina Hefele

635 Marocco: viaggio virtuale nelle architetture di terra
Marinella Arena, Paola Raffa

654 **Il Quirinale come residenza imperiale francese: i progetti di Raffaele Stern**
Annalisa Brancasi

667 **Online games as a pathway to elevate world cultural heritage conservation in China**
Ruitao Li, Xiaoxu Liang

682 **Preservare l'architettura tradizionale balinese: strategie digitali per la tutela di patrimoni culturali a rischio**
Massimiliano Lo Turco, Filiberto Chiabrando, Andrea Tomalini, Jacopo Bono, Enrico Castorello

697 **Reconstructive models and AR applications to archive drawings. Aldo Morbelli's forgotten architectures**
Fabrizio Natta, Roberta Spallone, Marco Vitali

711 **Unbuilt buildings on the Campus of the National College of the city of La Plata, Buenos Aires, Argentina, in the period between 1904 and 1926. Knowledge and graphic dissemination**
Franco O. Morel, Fabiana A. Carbonari

731 **La ricostruzione virtuale del patrimonio ecclesiastico post-sisma: il caso della chiesa di San Fortunato a Pinaco Arafranca, Amatrice**
Emma Moriconi, Davide Mezzino

747 **Documentazione digitale per la diffusione del patrimonio. Le torri di difesa del litorale Valenciano**
Pablo Rodríguez-Navarro, Teresa Gil-Piqueras, Andrea Ruggieri

PRESENTAZIONE

Francesca Fatta

Ho assunto la presidenza dell'Unione Italiana per il Disegno nel maggio 2019 dopo la scomparsa prematura di Vito Cardone. Già dai primi giorni del mio insediamento ho pensato a un premio dedicato ai giovani che portasse il Suo nome. La presidenza di Vito aveva dato una impronta vivace e dinamica che aveva appassionato molti giovani, tanto che quell'anno il numero dei soci aderenti aveva uguagliato quello dei soci ordinari.
Formato un gruppo di lavoro con Giuseppe Amoruso, Edoardo Dotto e Fabrizio Gay, si è redatto un regolamento approvato dal CTS e così si è promosso il primo bando Premio Giovani "Vito Cardone" annunciato nel corso dell'assemblea svoltasi a Perugia in occasione del 41° Convegno UID.

La finalità del premio riguarda esclusivamente gli associati aderenti per creare uno stimolo a proporre in piena autonomia una loro visione del futuro delle discipline della Rappresentazione e dell'area del Disegno, a sostenere iniziative culturali che, tra l'altro, contribuiscano ad individuare possibili percorsi di crescita dell'associazione ampliando la collaborazione fra gli atenei italiani, a sviluppare qualità scientifica e culturale, dando impulso a progetti che possano rendere visibile la comunità dall'esterno e coinvolgendo, se possibile, anche in sedi internazionali (https://www.unioneitalianadisegno.it/wp/premi/).

Le occasioni che si sono create tra i più giovani sono state incoraggiate anche dalla ripresa delle attività della Scuola di Dottorato della UID (2018) che ha generato l'opportunità di una conoscenza diretta e di collaborazione tra i dottorandi delle diverse sedi.

Dopo le prime tre edizioni del premio (2020 capogruppo Jessica Romor, 2021 capogruppo Antonio Camassa, e 2022 capogruppo Claudio Patanè) il CTS ha voluto riprendere le modalità del bando apportando due importanti modifiche. La prima ha riguardato la scelta di un tema aperto sul quale orientare le proposte dei partecipanti, la seconda ha definito una fase preparatoria della domanda, denominata "pre-bando".

Così nel febbraio 2023 si è pubblicato il bando nel quale si invitavano esclusivamente i soci aderenti a proporre un'attività culturale sul tema Il disegno per la condivisione e l'inclusione. La proposta poteva essere scelta liberamente tra mostre, seminari, pubblicazioni, media digitali, installazioni, o altro.
I partecipanti potevano costituire dei gruppi composti da un massimo di dieci associati aderenti, appartenenti ad un massimo di cinque sedi universitarie diverse. Il progetto di attività culturale, avrebbe avuto un contributo UID massimo di 5.000 €, con l'impegno di realizzarlo entro il 30 giugno del 2024.

Il 3 marzo 2023 si è svolto il primo incontro on-line sulla presentazione del bando 2023 e sulla formulazione delle proposte. Dopo l'illustrazione delle novità del bando da parte di Edoardo Dotto, Cristina Càndito ha introdotto il tema sul Disegno per la condivisione e l'inclusione; a seguire Carlo Bianchini e Sandro Parrinello hanno trattato delle principali modalità di redazione di un programma di ricerca. Il 24 marzo successivo, si è svolto un ulteriore incontro per gli ultimi chiarimenti da fornire ai partecipanti prima della scadenza del bando. Così il 7 aprile, a chiusura del bando si sono contate 5 proposte per un coinvolgimento totale di 35 partecipanti.

La commissione esaminatrice formata da Caterina Palestini, Dominik Lengyel e Chiara Vernizzi ha giudicato migliore il progetto, eXploЯA, una proposta che coinvolge 10 tra dottorandi, dottori e assegnisti di ricerca di 5 sedi universitarie.

Ciò che ha sorpreso noi "senior" è il constatare quanto la determinazione dei giovani associati si sia manifestata secondo procedure e tempistiche perfette; il loro lavoro ha replicato quello di tutti noi nella organizzazione di eventi simili, ma l'aria giovane e al contempo seria dei protagonisti di eXploЯA è stata interessante perché, il modo di vederli interloquire, discutere, programmare per poi giungere fino a questa pubblicazione, ci dimostra che c'è un futuro, per fortuna, dopo di noi, riposto in persone che sanno destreggiarsi tra call, revisioni, programmazioni e pubblicazioni, in modo molto consapevole.

Il volume è il risultato di un bellissimo seminario organizzato a Roma il 15 marzo scorso, e tutta la procedura di selezione dei contributi e, successivamente, di raccolta degli atti si è svolta secondo un

percorso ANVUR scientificamente corretto.
Siamo convinti che i correttivi del bando per il premio Vito Cardone, con l'innesto dei due seminari propedeutici e un tema generale abbiano dato un input migliorativo a tutta la procedura e abbiano dato modo a dei giovani ricercatori di diverse sedi di acquisire una esperienza scientifica di alto valore, sia per la condivisione tra loro che per l'acquisizione di un titolo importante.

Il tema di eXploЯA: "virtual journeys to discover inaccessible heritages", riflette tutto l'entusiasmo che questa generazione riversa verso il digitale e il mondo della virtualità, innescando al contempo una originale visione del patrimonio culturale meno accessibile o non più fruibile, per la costruzione di uno spazio teso a valorizzare quegli elaborati che spesso vanno a costituire un "cimitero digitale", promuovendo così una lettura critica del patrimonio culturale, tra il virtuale e il reale, per una più estesa platea di fruitori.

Vorrei mettere in evidenza quanto l'aspetto della ricerca proposta da eXploЯA costituisca un filone di ricerca tra i più battuti nel campo del Disegno e della Rappresentazione. In questo ambito la ricostruzione digitale diviene essa stessa progetto con tutte le implicazioni di tipo interpretativo che questo processo presenta. Nella intenzione del seminario e nei contributi presenti negli atti, il passaggio tra le tre sezioni: disegnare, modellare, esplorare, definisce un percorso di approfondimento che considera il disegno, la rappresentazione, il modello, espressioni tutte di un percorso interpretativo tra pensiero e forma, tecnica e storia, misura e geometria.
Il progetto eXploЯA, grazie a questo volume, rimane una testimonianza importante nel campo della fruizione inclusiva dei beni culturali, promuovendo un senso critico e non meramente operativo degli strumenti che costituiscono lo stato dell'arte della disciplina (modelli e rilievi digitali esplorabili, AR/VR, prototipazione rapida, etc.) per tutto quel patrimonio che possa trovare altre vite attraverso la condivisione di ricostruzioni digitali, rilievi esplorabili, modelli.

Francesca Fatta
Dicembre 2024

INTRODUZIONE

Francesco Stilo

L'occasione per l'inizio dell'esperienza eXploЯA è stata la *Summer School* UID 2022, svoltasi a Udine tra il 13 ed il 14 giugno 2022, organizzata dall'Unione Italiana Disegno e coordinata da Alberto Sdegno. Il tema 'Attorno a Palladio' era 'Il disegno di architettura tra storia e nuove tecnologie di rappresentazione'. La *Summer School* poneva la propria attenzione sull'impiego di tecnologie digitali e virtuali (stampa 3D, AR, VR, MR, costruzione di virtual tour, etc.) per la rappresentazione architettonica nello spazio digitale.
È stato durante la frequenza alla *open conference* e ai seminari di formazione, che si sono potute costruire quelle prime relazioni tra dottorandi che si sarebbero rivelate utili, non soltanto nella contingenza del momento – con scambi di contenuti e punti di vista durante i workshop e nei momenti conviviali – ma anche in un futuro che si sarebbe rivelato più prossimo del previsto.

L'opportunità non ha tardato ad arrivare, ancora una volta offerta dalla Unione Italiana Disegno, con la diffusione del bando relativo al premio UID Giovani dedicato alla memoria di Vito Cardone, edizione 2023, istituito con la presidenza di Francesca Fatta e coordinato da Edoardo Dotto. In questo contesto, anche grazie alle peculiarità di un bando che prevede la redazione di una proposta di attività da svolgere in collaborazione – con una premialità correlata anche al numero dei proponenti e delle sedi coinvolte, per un massimo di dieci e cinque rispettivamente – è nata l'idea di contattare i colleghi e le colleghe conosciuti a Udine per proporre loro di percorrere un nuovo tratto di strada insieme.
A seguito dei primi e rapidi contatti informali intercorsi via chat o per via telefonica, è stato costituito il gruppo di lavoro; sono state così avviate, programmate e svolte, attraverso l'utilizzo di un canale Teams, una prima serie di riunioni finalizzate alla definizione del progetto da sottoporre alla commissione giudicatrice. Preziosi i consigli fornitici dai docenti coinvolti nell'organizzazione – Edoardo Dotto, Carlo Bianchini, Sandro Parrinello, e Cristina Candito per i contenuti tematici relativi all'accessibilità – i quali, nell'ambito di una serie di incontri finalizzati all'assistenza per la stesura della proposta, hanno

inteso trasmettere agli aspiranti una serie di idee tese a costruire ed intravedere la vita della disciplina e dell'associazione nel futuro.
Da parte nostra le idee discusse si sono sviluppate attorno alla comune volontà di progettare un'iniziativa che potesse essere utile all'associazione, favorendo una partecipazione ampia.

L'idea è stata quella di lanciare una *call* che prevedesse diverse possibilità di partecipazione, dal saggio con prevalente apporto teorico, al contributo il cui apporto principale ruotasse attorno alla presentazione di un elaborato grafico, comunque accompagnato da un testo. In questa seconda categoria è stato previsto di accettare modelli tridimensionali stampati in 3D, modelli tridimensionali virtuali, tavole da presentare nell'ambito di una mostra che avrebbe accompagnato una giornata di studi internazionale da organizzare presso la sede di Roma. I risultati scientifici del progetto sarebbero stati oggetto di un volume da pubblicare con l'editore PUBLICA, grazie al supporto accordato da Enrico Cicalò.

Dal punto di vista tematico, volendo declinare quanto proposto nel bando 2023, relativamente al tema dell'accessibilità, l'attenzione è stata rivolta verso quel patrimonio coinvolto da diversi livelli di inaccessibilità. Architetture *in*-accessibili perché mai costruite, perché scomparse, trasformate, distanti nel tempo o più semplicemente nello spazio, sarebbero state oggetto di ricostruzioni digitali fruibili nel vasto campo della realtà estesa (XR).

A seguito dell'assegnazione del premio al gruppo eXploЯA, abbiamo da subito lavorato ad una definizione più strutturata della *call*, e ad una sua diffusione attraverso sito web, canali social e mailing list. Il lancio ufficiale è avvenuto durante lo svolgimento del convegno UID di Palermo, occasione in cui grazie alla disponibilità accordataci da Francesco Maggio, abbiamo potuto includere il logo di eXploЯA stampato in 3D, nel consueto kit dei convegnisti, diffondendo così, nell'ambito del più importante appuntamento annuale per la comunità dell'UID, l'invito a partecipare.

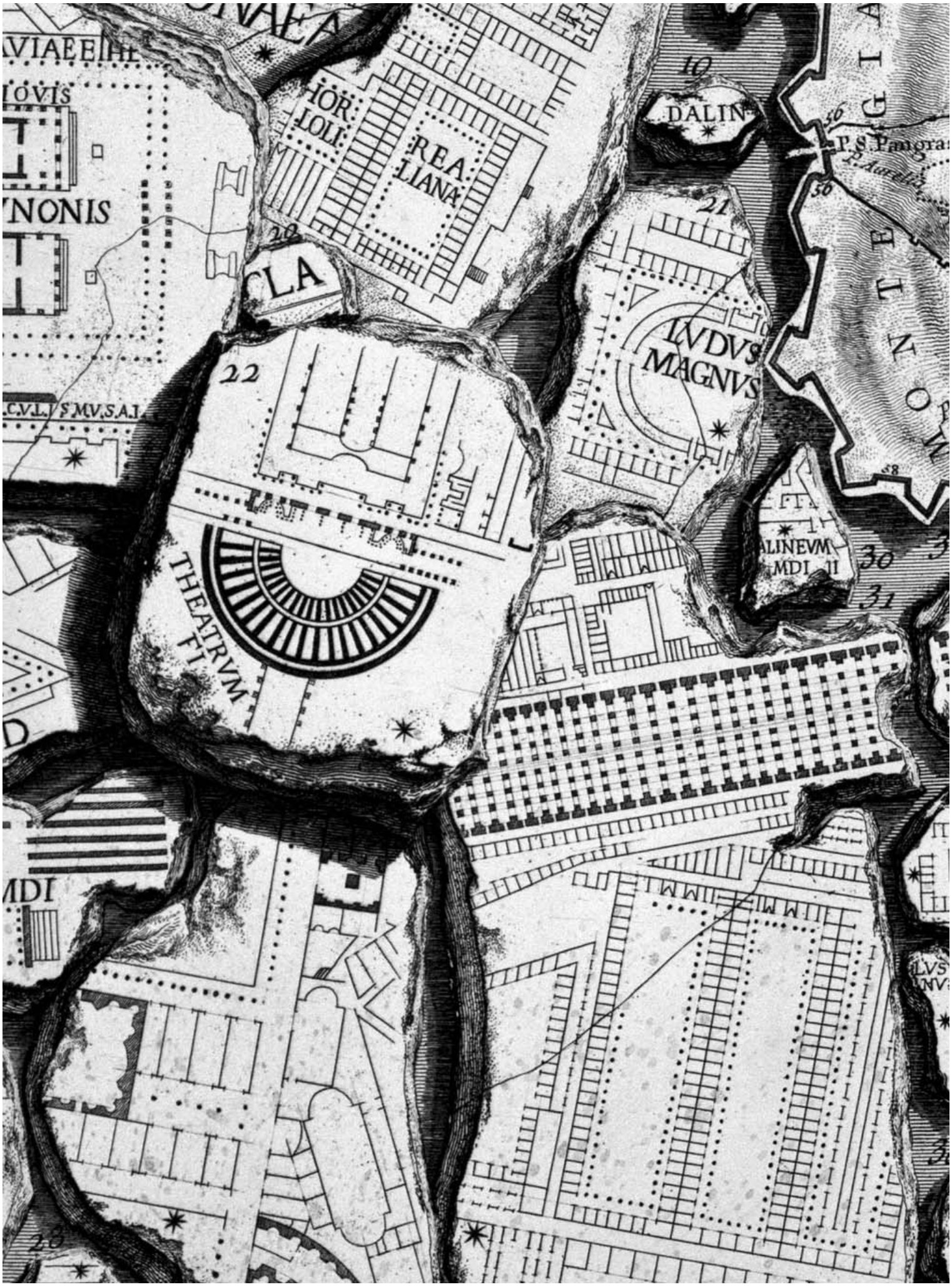
Il risultato ottenuto attraverso la *call* – sono stati raccolti 47 papers definitivi – ha permesso di individuare quei contributi che avrebbero preso parte alla giornata di studi in presenza. La giornata, svoltasi a Roma il 15 marzo 2024, è stata strutturata nelle tre sessioni *Disegnare*, *Modellare* ed *Esplorare*, sessioni alle quali hanno preso parte gli

autori di 27 contributi. Sono stati inoltre previsti alcuni interventi su invito, relativi a tematiche ritenute particolarmente significative per la discussione, e che oggi trovano posto in apertura al presente volume. Si tratta dei contributi di Edoardo Dotto, Enrico Cicalò e Pedro M. Cabezos-Bernal.

Tutte le sessioni sono state moderate dai componenti del comitato organizzativo di eXploЯA, i quali si sono fatti inoltre curatori di una mostra allestita grazie alla raccolta dei contributi grafici selezionati, presso gli ambienti antistanti l'aula magna della sede di Piazza Borghese della Sapienza Università di Roma. Al termine della giornata, sulla base dei risultati delle *double blind peer review* sono stati assegnati quattro *best paper*. La giornata ha visto la partecipazione di 95 registrati in presenza e 48 in remoto, per un totale complessivo di 143 partecipanti. La percentuale calcolata tra soci ordinari della UID e giovani è pari al 20% ed all'80% rispettivamente.

A seguito del completamento del processo di revisione, 42 contributi hanno trovato spazio all'interno del presente volume, organizzati nelle sezioni tematiche *Disegnare*, *Modellare*, *Esplorare*, introdotte rispettivamente da Lorella Pizzonia, Andrea Tomalini e Maria Bélen Trivi; Vittoria Castiglione, Michela Ceracchi e Noemi Tomasella; Irene Cazzaro, Fabrizio Natta e Marta Pileri.

L'iniziativa ha permesso al gruppo proponente di potersi misurare nell'organizzazione di un evento che ha richiesto il coordinamento di tutti quegli aspetti organizzativi che caratterizzano le attività scientifiche di questo tipo.
Si ringraziano, oltre ai docenti già citati nel testo, Francesca Fatta per le attività svolte nelle funzioni di presidente, Ornella Zerlenga per il supporto e la disponibilità dimostrata nelle questioni di carattere economico, Elena Ippoliti per gli aspetti relativi alle comunicazioni istituzionali e di segreteria, la commissione giudicatrice composta da Caterina Palestini, Chiara Vernizzi e Dominik Lengyel per aver assegnato al progetto eXploЯA il premio Vito Cardone 2023, tutti i docenti, i ricercatori, gli assegnisti, i dottorandi e gli studenti che hanno partecipato all'iniziativa.


VIAEEIII
IOVIS
NONIS
HOR
LOLI
REA
LIANA
CLA
22
THEATRVM
FI
DALIN
10
21
INDVS
MAGNVS
ALINEVM
MDI
30
31
MDI
28

Guardarsi dentro

Edoardo Dotto[1]

[1]Dipartimento di Ingegneria Civile e Architetura, Università di Catania, ITALY

edoardo.dotto@unict.it

L'occasione di partecipare alla presentazione dei contributi selezionati per il progetto *Explora*, consente di condividere due brevi riflessioni, una di carattere generale – sulle opportunità che iniziative di questo genere offrono alla comunità scientifica – ed una di carattere più strettamente disciplinare.
Giunti alla quarta edizione del 'Premio per le attività culturali proposte dagli associati aderenti all'UID', intitolato alla memoria di Vito Cardone, è possibile rilevare come la struttura del bando – sia nella sua forma originaria che in quella più recente – stimoli ad una vivace organizzazione dei gruppi di ricercatori. Uno dei principi cui si è ispirato il Premio è stato quello di escludere dalla partecipazione, come membri del gruppo proponente, gli accademici strutturati, la cui posizione 'consolidata' avrebbe facilmente potuto guidare la costruzione delle proposte riproponendo gli effetti di ovvie relazioni gerarchiche, di filiazioni culturali e di sodalizi collaudati. La spinta alla costituzione di gruppi numerosi e all'intreccio di relazioni tra diverse sedi universitarie, che il bando sostiene con l'introduzione di alcune premialità, ha mostrato di avere un effetto positivo. La struttura di molti dei gruppi che in questi anni hanno presentato le proposte rende evidente come l'aggregazione libera di giovani ricercatori abbia favorito un sovvertimento delle consuete connessioni tra le scuole, spingendo a sperimentare inedite relazioni tra i partecipanti, verificare le capacità organizzative di ciascuno e, soprattutto, fare emergere interessi culturali che altrimenti sarebbero potuti rimanere sopiti, magari diluiti nella solida continuità delle routine sperimentate. I proponenti si trovano a condividere un percorso comune, costruendo nuove corrispondenze, incontri, ibridazioni culturali, confronto tra metodi di approccio, scoprendo nuove affinità, ponendo le basi per legami più duraturi e più profondi. È come se si stendessero nuovi *layer* di connessione tra i diversi ricercatori, nuovi ponti tra le diverse sedi, dando forma ad interessi, modalità di studio e di costruzione del sapere spesso esclusi dall'esercizio quotidiano della ricerca accademica.
L'altra osservazione, che, come si diceva, riguarda più da vicino considerazioni di tipo disciplinare, non è indipendente da quanto annotato finora. La costruzione di gruppi di lavoro non collaudati, tende a favorire l'interesse per argomenti condivisi che in molti casi si rivolgono agli aspetti costitutivi più radicali dell'ambito disciplinare. In

Fig. 1 - Giovanni Battista Piranesi, Antichità Romane, tomo I, tavola II, particolare.

questo modo, il ventaglio delle proposte del premio UID Giovani spesso comprende temi fondamentali della disciplina della rappresentazione, affrontati con strumenti aggiornati, che propongono riflessioni tali da contribuire attivamente al dibattito sulle basi tematiche del nostro sapere.
Il caso di *Explora*, da questo punto di vista, è particolarmente emblematico. Pur invitando all'utilizzo di tecnologie di visualizzazione recentissime, supportate dall'uso del digitale, pur ipotizzando forme di condivisione dei risultati le cui possibilità superano di gran lunga quelle tradizionali, l'ambito tematico su cui si fonda la proposta vincitrice per l'anno 2023 è riconducibile ad uno dagli ambiti tradizionalmente più indagati nella nostra disciplina, cioè quello della rappresentazione di architetture che non possono essere fruite direttamente. Sia che esse siano state pesantemente modificate, demolite o, addirittura, non costruite e quindi rimaste allo stato progettuale, come è ampiamente dimostrato da una estesissima letteratura scientifica sull'argomento, queste architetture possono essere ricostruite graficamente, rese visibili ed essere esperite, seppure virtualmente, da un osservatore.
Questo filone di ricerca viene talvolta indicato – mutuando una espressione latina del lessico giuridico – come la rappresentazione di architetture '*in absentia*', in assenza, in contumacia. In questa pratica, la rappresentazione diviene essa stessa il luogo della costruzione dell'architettura, della sua 'reificazione', ovviamente virtuale.
Tra gli autori che hanno discusso questo tema, spiccano due maestri pressocché coevi, caratterizzati da connotazioni umane e disciplinari molto differenti, entrambi architetti di vaste conoscenze, esperite nel corso di decenni di impegno culturale e di generosità accademica: Vittorio Ugo e Giuseppe Pagnano.
Quest'ultimo parla esplicitamente di lettura critica dell'architettura *in absentia* in un suo scritto sull'analisi grafica di cinque opere di Adolf Loos, pubblicato nel 1975 (Pagnano 1975). Il testo ancora oggi è un riferimento per ricercatori esperti come per studiosi in fase di formazione e rappresenta una pietra miliare nella storia dell'analisi grafica dell'architettura. Qui Pagnano sottolinea con grande chiarezza quanto la lettura *in absentia* sia un'operazione di grande complessità, tecnica e concettuale, e come sia necessario un continuo apporto critico allo scopo di eliminare ogni ambiguità dovuta a letture e trascrizioni dell'opera da parte di autori precedenti. Il raggiungimento della conoscenza dell'opera non può che discendere da "un piano sistematico di personali elaborazioni dalle trascrizioni disponibili e di continui confronti tra i vari tipi di trascrizione". La lettura critica *in absentia* è "possibile solo se si considera che le trascrizioni dell'oggetto architettonico non possono essere utilizzate così come sono per procedere nella lettura, ma che devono essere radicalmente rielaborate per renderle adeguate", motivo per cui è indispensabile "leggere criticamente i vari rilevi, le foto e le descrizioni disponibili ed interpretare l'immagine complessiva che essi forniscono dell'edificio, affinché scaturiscano quelle informazioni che l'opera, nella sua realtà fenomenica, avrebbe con più larghezza dato" (Pagnano 1975, p. 10). La lettura *in absentia*, quindi costituisce un momento, complesso e faticoso, di sintesi formale,

Fig. 2 - Frammenti della *Forma Urbis* con portico di Ottavia, ca.180-220.

mensurale, spaziale, in grado di condurre alla comprensione piena dell'architettura e quindi alla costruzione di grafici – critici, per loro natura – in grado di comunicarne l'essenza, attraverso modalità elaborate specificamente.

Vittorio Ugo nel suo testo *Fondamenti dalla rappresentazione architettonica* del 1994 (Ugo 1994) – una sorta di sintesi dei temi e delle e riflessioni esplorate in lunghi anni di studio – si riferisce al disegno in absentia nella sua duplice connotazione di "indizio […] in quanto copia originariamente effettuata *in praesentia*", cioè come supporto dell'esperienza diretta di un'architettura che altri, diversi dall'autore, possono utilizzare per conoscere un edificio, oppure come disegno "poietico […] del progetto, in quanto proposizione ovviamente *in absentia* di ciò che un giorno sarà presente in qualche luogo", quindi come supporto di un'idea che si intende tradurre in realtà. "In ogni caso," – aggiunge Ugo – "il disegno implica un 'altrove', un distanziamento nello spazio e nel tempo nei confronti del reale" (Ugo 1994, p. 13).

Come si diceva, una delle più fertili motivazioni che sostengono la costruzione meditata e faticosa di disegni, grafici, modelli, immagini – siano essi realizzati con tecniche tradizionali che con l'uso delle tecnologie più aggiornate – in grado di sostituirsi all'architettura è quella legata alla restituzione (o all'introduzione) delle

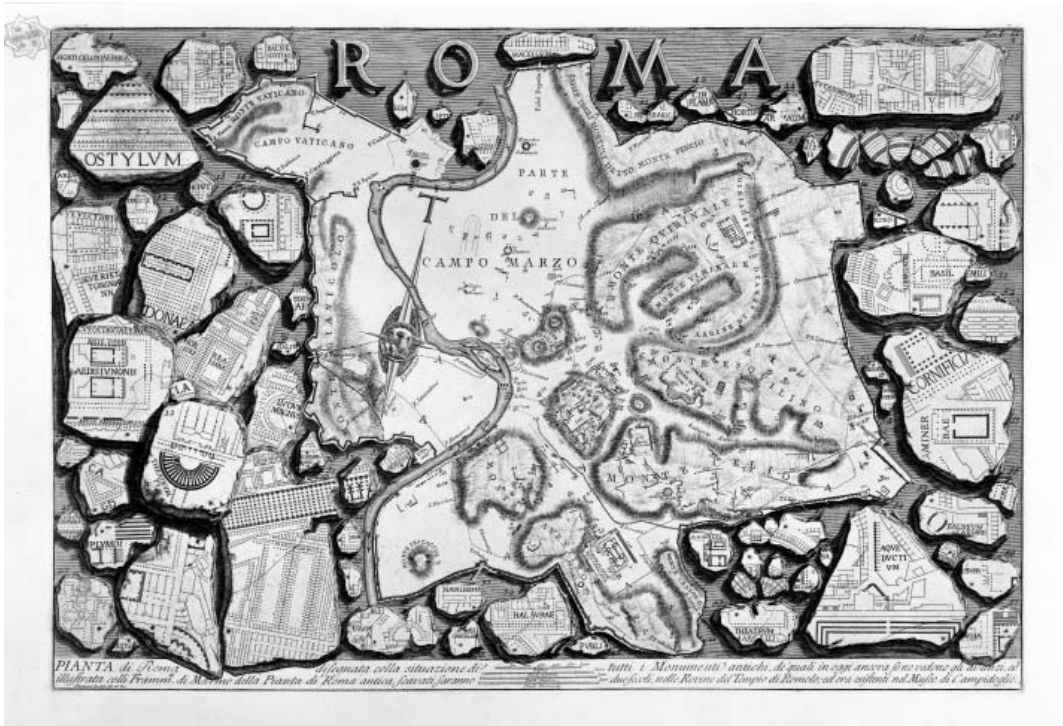


Fig. 3 - Giovanni Battista Piranesi, *Antichità Romane*, tomo I, tavola II.

architetture nel flusso della conoscenza collettiva. Le architetture che per le ragioni più differenti sono state rovinosamente, modificate, demolite o che non sono mai state costruite, spesso rischiano di restare relegate a mute e scarne tracce testimoniali, siano esse materiali (come nel caso dei ruderi) o grafiche. La rappresentazione *in absentia* di queste architetture può fornire riferimenti, elementi di riscontro e può anche animare conoscenze indispensabili per la pratica progettuale.

La famosa *Forma Urbis Romae*, la mappa severiana realizzata alla fine del II secolo per fini catastali, incisa su 150 lastre di marmo e collocata in un'aula del *Templum Pacis*, misurava circa 18 x 13 metri e rappresentava la città in una scala prossima all'1:200. In seguito a fortune alterne, nel corso dei secoli venne quasi del tutto distrutta (Borgherini 2005, pp. 27-50) ma alcuni brani scampati al disastro (fig. 2) furono oggetto dell'interesse di Giovan Battista Piranesi che in una serie di stampe memorabili ridisegnò i frammenti e ne incise la forma addensandone i rilievi sulla lastra di rame, ottenendo delle riproduzioni accurate dei singoli elementi. Nelle sue stampe, si vedono brandelli di piante degli edifici antichi giustapposti tra loro, separati da piccoli spazi e orientati in modo da incastrare nel modo migliore le forme irregolari nello spazio della pagina (figg. 1-3).

Pare che Louis Kahn amasse molto queste immagini e che ne apprezzasse la forza espressiva. Nella progettazione del *Dominican Sisters Motherhouse* a Media, nel quale tre stecche ortogonali di celle delimitano un campo in cui si dispongono con una

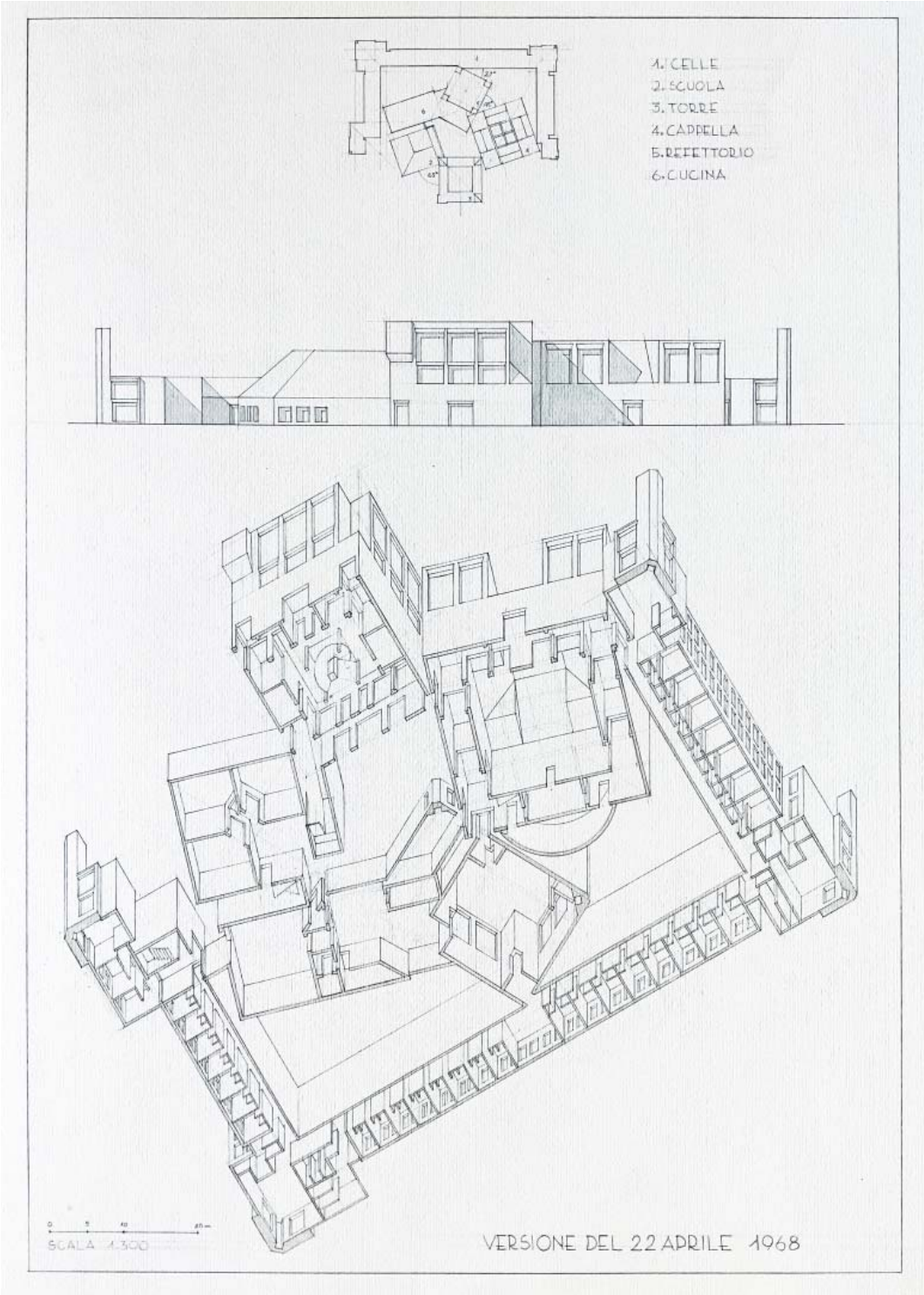


Fig. 4 - *Dominican Sisters Motherhouse* di Louis I. Kahn, 1965-68 (ridisegno di E. Dotto).

giacitura frammentaria gli edifici istituzionali del convento (fig. 5), Kahn sembra essersi direttamente ispirato, oltre che alla Villa Adriana a Tivoli, a queste stampe di Piranesi in cui ogni frammento contribuisce a definire – come diceva Kahn – "una comunità di edifici" (Dotto 2003). Per una serie di ragioni differenti, il convento non fu realizzato ma la diffusione di alcune immagini del progetto, soprattutto alla metà degli anni Settanta ebbe un'enorme influenza su altri architetti che proposero edifici ispirati alla stessa logica compositiva della sorprendente pianta immaginata da Kahn. Tra questi, ad esempio, un edificio di Frank Gehry, la *Winton Guest House* (fig. 5), o, tra gli altri, progetti di James Stirling e di Vittorio Gregotti [1]. In questi lavori la logica compositiva si fonda sulla possibilità di costruire diversi corpi di fabbrica monofunzionali relazionati tra loro, regolati da una geometria apparentemente debole che fa un ricorso limitato all'angolo retto.

Una rappresentazione planimetrica della Roma Imperiale – un disegno astratto, un'immagine elaborata sul piano intellettuale, quindi anch'essa *in absentia* – è stata oggetto di un'operazione di ridisegno, quella di Piranesi, le cui incisioni hanno alimentato l'immaginario di Kahn. Il suo progetto del Convento di Media, oggetto di molti studi e rielaborazioni ma mai costruito, ha innescato altre ricerche e nuovi percorsi i cui esiti evidenti sono nuove architetture realizzate. La forma di Roma antica e queste architetture recenti sono separate da circa due millenni, punteggiati da alcuni passaggi cruciali, tutti compiuti sul piano della rappresentazione, segnati da un continuo mutare di senso, di valore, di finalità che alimenta nuovi pensieri e opportunità di scoperta, in un continuo scantonamento dei significati che talvolta sfiora il paradosso ma che evidenzia la fertilità dei percorsi creativi costruiti sul tessuto connettivo dell'analogia.

La pratica del disegno *in absentia* rende giustizia di una congerie di pensieri e di soluzioni che non si sono tradotti nella realtà fisica dell'architettura, vittime della selezione operata dalla storia delle circostanze, influenzate spesso da disastri naturali, guerre, decisioni superficiali, vicende umane. Si tratta di una pratica remota che nasce con la ricostruzione congetturale delle architetture antiche, si diffonde soprattutto a partire dal Cinquecento, per trovare riscontri in metodologie più aggiornate con il nascere dell'approccio scientifico allo studio del patrimonio archeologico, a partire dalla seconda metà del Settecento. Questa modalità di studio mostra di essere ben lontana dall'esaurirsi e trova un continuo rinnovamento nell'impiegare applicazioni tecnologiche recentissime, cosicché il tema della visualizzazione in absentia mantiene viva la sua attualità, rinsaldando il legame tra l'architettura e la sua rappresentazione.

La permanenza di 'questioni immobili' nella nostra disciplina – di strutture metodologiche che si aggiornano senza mai mutare veramente, di approcci riconducibili a pratiche consolidate da secoli – non deve stupirci. La rappresentazione dell'architettura è una di quelle discipline nelle quali ogni innovazione, a meno di aspetti meramente tecnici, non esclude il sapere pregresso ma tende ad integrarsi con esso. Riflessioni, scoperte, approcci di studio si cumulano e si integrano continuamente, costruendo un sapere sempre più ampio e profondo che affronta le sfide della contemporaneità adattandosi

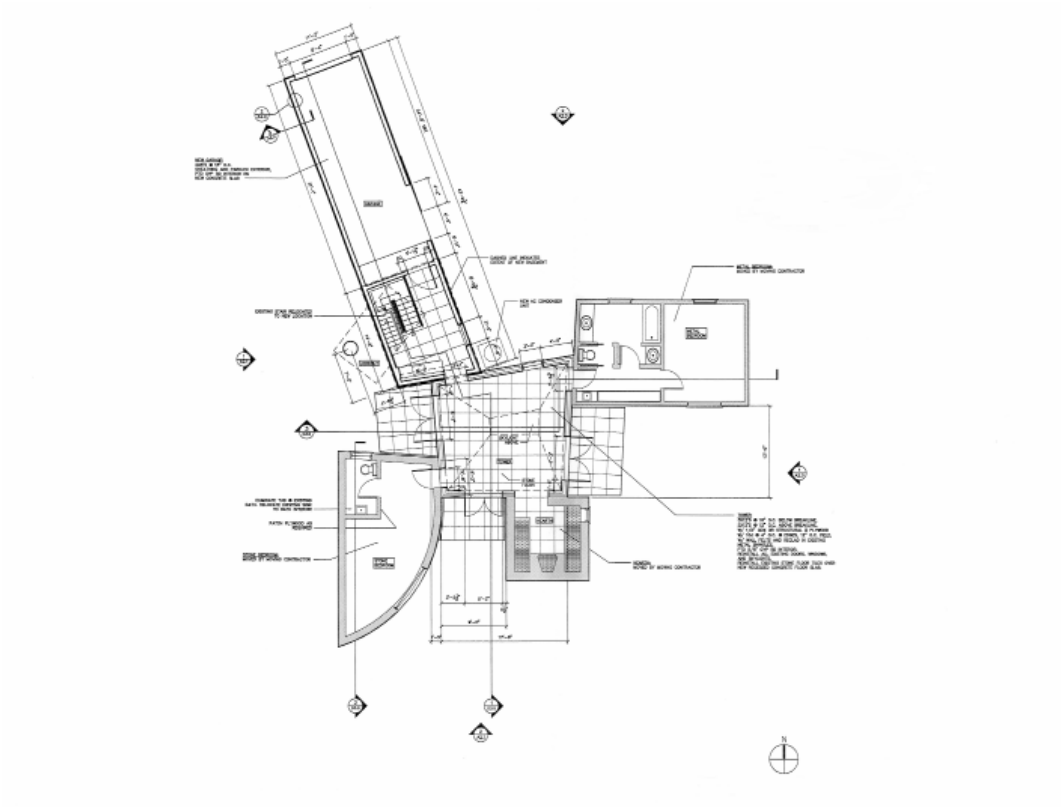


Fig. 5 - Winton Guest House di Frank Gehry, 1982-87.

alle istanze più recenti.
Giancarlo Carnevale [2] sosteneva spesso che avrebbe gradito un progetto per la propria casa redatto da un bravo architetto del Seicento, Borromini magari, ma che non si sarebbe mai e poi mai affidato ad un dentista formatosi trent'anni fa. In molte scienze e in molte discipline, il sapere aggiornato esclude le nozioni e le conoscenze pregresse (e in medicina questo avviene di continuo: una nuova cura spesso sostituisce del tutto la precedente) ma nel mondo dell'architettura e della rappresentazione grafica questo non succede, cosicché la Storia dell'architettura come la Storia della rappresentazione dipanano la loro fertile utilità non come supporto didascalico alla conoscenza generale ma piuttosto come sostegni attivi della costruzione del pensiero contemporaneo.
Quando ci troviamo a rielaborare le conoscenze che consideriamo assodate, non pratichiamo sterilmente, però, la "costante e sublime ricapitolazione" di cui parla Jorge da Burgos, il monaco oscurantista personaggio de *Il nome della Rosa* [3]. L'approccio che pervade il nostro ambito disciplinare è quello di 'evolvere e radicare', di sperimentare nuovi strumenti di indagine e inediti paradigmi visivi e metodologici ancorando queste conoscenze ai presupposti del nostro agire.
A mano a mano che il Premio Cardone definisce in modo più puntuale la sua identità, esso sembra assumere per l'area del Disegno una connotazione di tipo introspettivo,

così da mostrare legami tra temi collaudati e argomenti emergenti, modalità antiche e nuove possibilità, e da favorire l'intreccio di relazioni tra giovani studiosi che possono esprimere con libertà i loro interessi e costruire i loro sodalizi di ricerca. Per questo motivo costituisce una risorsa per l'intera comunità scientifica e tende a proporsi come un patrimonio collettivo da cui attendersi rilevanti sviluppi futuri.

Note

[1] Ci si riferisce, a puro titolo di esempio, al Centro Universitario di Berlino di James Stirling (1979-87) e all'Azienda Servizi di Parma di Vittorio Gregotti (1987-92).

[2] Ho avuto la fortuna di ascoltare più volte questa sua osservazione nel corso delle sue lezioni all'Università di Palermo e nel corso della stesura della mia tesi di laurea.

[3] Questa frase non compare nel volume di Umberto Eco ma nel riadattamento cinematografico del romanzo realizzato nel 1986 da Jean-Jacques Annaud.

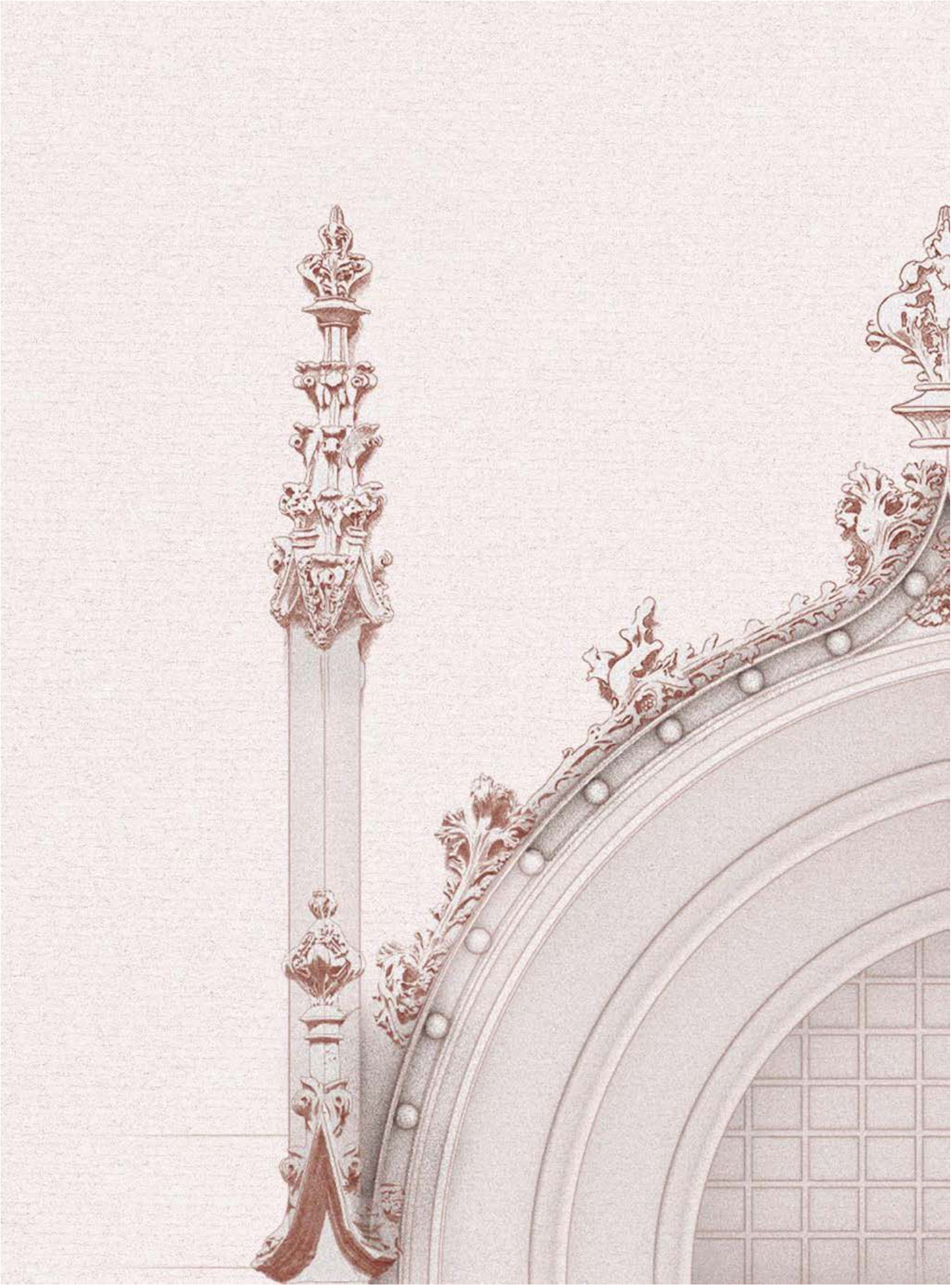
Riferimenti bibliografici

Borgherini, M. (2005). *Dal disegno alla scienza della rappresentazione*. Cafoscarina.

Dotto, E. (2003). Il progetto del convento a Media di Louis Kahn: analisi icnografica. In AA. VV. *Ikhnos. Analisi grafica e storia della rappresentazione* (pp. 119-152). Lombardi editori.

Pagnano, G. (1975). La lettura critica. Analisi di cinque opere di Adolf Loos. In *Supplemento al quaderno 7 dell'Istituto Dipartimentale di Architettura e Urbanistica. Università di Catania*. Cavallotto editore.

Ugo, V. (1994). *Fondamenti della rappresentazione architettonica*. Editrice Esculapio.



L'intelligenza grafico-digitale nell'epoca della transizione digitale. Implicazioni per la rappresentazione e la comunicazione del patrimonio culturale

Enrico Cicalò[1]

[1]Dipartimento di Architettura, Design e Urbanistica dell'Università di Sassari, ITALY

encic@uniss.it

La fruizione del patrimonio culturale nell'epoca della transizione digitale

Nel dibattito contemporaneo sulla fruizione del patrimonio culturale l'attenzione si sta focalizzando in maniera crescente sul rendere fruibili virtualmente le architetture mai costruite, distrutte, o poco accessibili; sulla condivisione di ricostruzioni digitali, sui rilievi e sui modelli digitali esplorabili, sul rendere accessibile il patrimonio attraverso modelli e rilievi digitali esplorabili in AR, VR, MR e XR. Questo fenomeno è sintomatico del cambiamento di paradigma di cui siamo testimoni. Dopo il passaggio dalla dimensione artigianale a quella industriale della produzione assistiamo oggi ad un altro passaggio epocale: quello dalla produzione industriale a quella digitale; dalla produzione degli oggetti fisici a quella delle informazioni. Questo passaggio ha delle implicazioni rilevanti anche per il disegno e per la rappresentazione che si dematerializzano abbandonando la loro configurazione tradizionale di oggetti narranti su supporto cartaceo per abbracciare la nuova dimensione dell'informazione digitale dematerializzata. Le rappresentazioni oggi tendono a coincidere con le informazioni digitali acquisite, elaborate e graficizzate attraverso strumenti e software piuttosto che attraverso il gesto fisico e gli strumenti materiali.
Siamo testimoni di quella che viene definita l'epoca del positivismo digitale (Vitali, 2004) o del *digital sublime* (Mosco, 2005). A partire dal 2010 diversi documenti programmatici e linee guida hanno definito e stimolato questa transizione digitale, a partire dall'*Agenda europea digitale* del 2010, poi recepita in italiana dall'*Agenda digitale italiana* del 2012. Questi documenti prevedevano tra le altre azioni la costruzione di un ecosistema digitale favorevole alla crescita economica, la promozione dell'alfabetizzazione digitale, la democratizzazione e la partecipazione attraverso il digitale nonché, – nell'ambito del patrimonio culturale – la valorizzazione digitale e l'innovazione tecnologica per

Fig. 1 - Particolare della tavola di Visual Journalism sul Campanile del Duomo di Alghero, disegno analogico su modello digitale. Autore: Nicola Corgiolu.

rendere competitive le attrazioni territoriali. Si è delineato in questo modo il concetto di patrimonio culturale digitale, a partire dal *Manifesto di Ventotene* del 2017 e dalla *Carta di Petralcina* e la *Declaration of cooperation on Advanced Digitisation of Cultural Heritage* del 2019 che spingono verso la digitalizzazione 3D di manufatti, monumenti e siti, per finire poi con il *Piano nazionale di ripresa e resilienza - PNRR* del 2021 che ha avuto un effetto moltiplicatore degli investimenti sulle tecnologie per il patrimonio culturale.
Parallelamente si va affermando inoltre il concetto di 'diritto al patrimonio culturale', che oltre a prevedere il diritto alla conservazione vede crescere l'attenzione verso l'accessibilità, l'inclusione, la comunicazione, la trasmissione della conoscenza e la partecipazione dei cittadini. La promozione e lo sviluppo della conoscenza dell'eredità culturale inizia a essere discussa nella Convenzione di Faro del 2005 per rafforzarsi con la *ICOMOS Charter for the Interpretation and Presentation of Cultural Heritage Sites* del 2008, in cui la comunicazione viene considerata una strategia di tutela che deve supportare la conservazione del manufatto fisico coinvolgendo i cittadini nel prendersi cura del patrimonio. Successivamente la *Declaration of Cooperation on Advanced Digitisation of Cultural Heritage* del 2019 ha rafforzato l'idea che alla conservazione, alla tutela e al restauro debbano affiancarsi non solo la riproduzione, la ricerca e l'educazione, ma anche il riutilizzo del patrimonio a scopi creativi o turistici. Si affermano in questo modo i concetti di accesso virtuale ai siti e beni patrimonio culturale di difficile accesso o inaccessibili, o per le persone con disabilità. La protezione del patrimonio culturale fisico inizia ad essere concepita anche attraverso la fruizione dei modelli digitali e virtuali anziché mediante la sola fruizione diretta.
Nell'ambito della fruizione del patrimonio culturale oggi la sfida più importante è la consegna ai nativi digitali di 10.000 anni di cultura analogica, intendendo per nativi digitali la popolazione compresa nella fascia di età tra 0 e 30, ovvero coloro che hanno potuto utilizzare le tecnologie digitali dalla prima infanzia e che hanno sviluppato competenze differenti rispetto alle generazioni precedenti.
Sono due le domande a cui dovremo rispondere:
Quale fruizione per i nativi digitali (fruitori di domani)?
Quale fruizione in un'epoca di transizione (fruitori di oggi)?
La prima domanda coinvolge in realtà non solo i nativi digitali ma più in generale la popolazione con alfabetizzazione digitale, cioè con un'adeguata abilità di individuare, comprendere, utilizzare e creare informazioni utilizzando tecnologie informatiche. Un concetto questo legato a quello di intelligenza digitale.

Verso un'intelligenza grafico-digitale

Nel 2007 l''intelligenza digitale' è stata definita come la capacità cognitiva di un individuo di affrontare, ragionare, pianificare e risolvere con successo problemi di qualsiasi natura, attraverso l'utilizzo di tecniche e metodologie appartenenti al mondo delle tecnologie

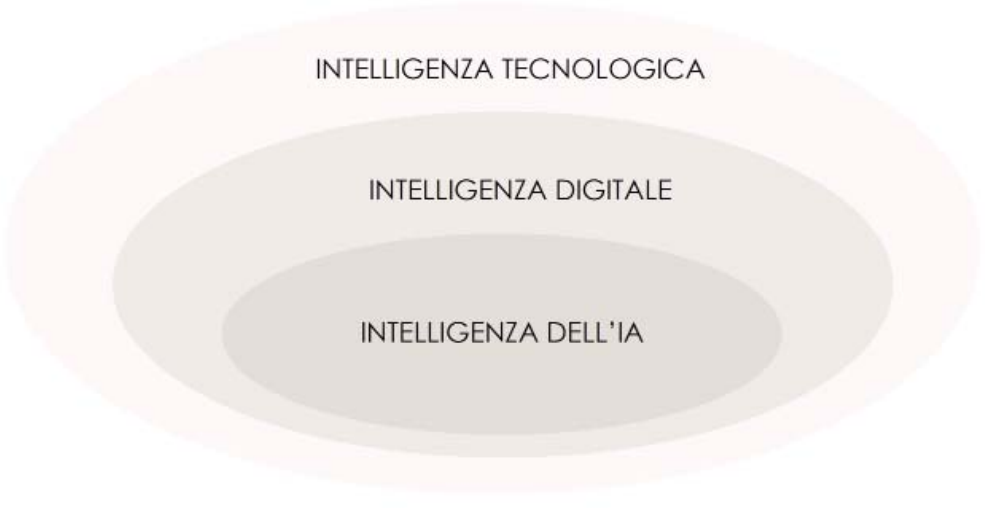


Fig. 2 - Visualizzazione delle relazioni tra intelligenza tecnologica, intelligenza digitale e intelligenza dell'intelligenza artificiale.

digitali (Battro, 2007). Tuttavia, l'intelligenza digitale altro non è, in realtà, che una declinazione particolare dell''intelligenza tecnologica' descritta da Gardner nel 1983 come la capacità di comprendere e utilizzare le tecnologie in modo efficace per migliorare l'efficienza e l'efficacia dell'organizzazione e della gestione dei processi.
Ben diversa, nonostante l'apparente vicinanza, è l'intelligenza artificiale, oggi al centro del dibattito contemporaneo nei più svariati campi, che si caratterizza non per essere una capacità umana bensì la capacità del computer di simulare il pensiero e l'azione umana. Si dovrebbe parlare invece di 'intelligenza dell'intelligenza artificiale', intesa come la capacità dell'uomo di risolvere problemi utilizzando l'intelligenza artificiale, che essendo legata agli strumenti digitali potrebbe essere inquadrata come una declinazione particolare dell'intelligenza digitale.
È stato ormai dimostrato che ogni medium porta allo sviluppo di nuove capacità cognitive (Greenfield, 2009). Le ricerche nel campo della neurofisiologia e delle neuroscienze testimoniano il fatto che l'attività cerebrale venga profondamente modificata dall'utilizzo dei media digitali. Esistono tuttavia posizioni differenti su tali modifiche. Alcuni autori parlano infatti di 'intelligenza digitale' sostenendo i benefici degli stimoli che il digitale apporta allo sviluppo cognitivo dell'individuo, mentre altri parlano invece di 'demenza digitale'. Nicholas Carr nel suo controverso *Internet ci rende stupidi* (2010) ha evidenziato i rischi di un deterioramento delle potenzialità umane, soprattutto fra soggetti in età evolutiva, a seguito della sostituzione di attività tradizionalmente svolte senza supporti digitali con attività analoghe effettuate con dispositivi digitali, fino ad arrivare a sostenere i pericoli della cosiddetta 'demenza

digitale' (Spitzer, 2013). Secondo questo approccio, digitale e analogico sarebbero in netta contrapposizione in quanto verrebbero radicalmente modificate le aree di attivazione neurale durante l'utilizzo di schermi interattivi rispetto ai loro corrispettivi analogici. Studi di *neuroimaging* hanno infatti mostrano come l'uso della scrittura a matita porta a una maggiore attività cerebrale rispetto a quella attivata utilizzando la tastiera, confermando quanto già era possibile ipotizzare pensando al semplice fatto che leggere e trascrivere un concetto mette sicuramente al lavoro il cervello in forma diversa rispetto a quanto avviene con il semplice 'copia e incolla' digitale (Spitzer, 2013).
Una terza posizione di compromesso tra le due appena descritte sembra essere però quella più interessante. Il cervello umano si evolve e si modifica permanentemente (Koizumi, 2005), sviluppando e intersecando intelligenze differenti e reti neurali sempre più ramificate e complesse in risposta agli stimoli.
Se l''intelligenza' è la capacità di risolvere problemi, o di creare prodotti (Gardner, 1983); l''intelligenza digitale': la capacità di risolvere problemi di qualsiasi natura, attraverso l'utilizzo di tecniche e metodologie appartenenti al mondo delle tecnologie digitali (Battro, 2007) e l''intelligenza grafica': la capacità di utilizzare le abilità grafiche per risolvere problemi e creare prodotti (Cicalò, 2016); allora possiamo definire come 'intelligenza grafico-digitale' la capacità cognitiva di un individuo di affrontare, ragionare, pianificare e risolvere problemi di rappresentazione di qualsiasi natura, attraverso l'utilizzo di tecniche e metodi appartenenti al mondo della grafica digitale. Affinché l'intelligenza grafico-digitale possa svilupparsi e utilizzarsi è necessaria la compresenza di un alto livello di alfabetizzazione grafica (*graphicacy*) e *digital literacy*.

Per un superamento del digital gap

Il divario digitale comporta l'esclusione di rilevanti fasce della popolazione dalla fruizione delle nuove tecnologie mediali. Le ragioni di questo *gap* possono essere di tipo generazionale, cognitivo, economico, culturale e geografico. Basti pensare che solo il 21% degli italiani ha un livello di alfabetizzazione digitale sufficiente e che dunque il 79 % degli italiani può essere considerato analfabeta digitale (OECD, 2019). In relazione ai livelli di istruzione, sebbene l'80,3% delle persone di 25-54 anni con un'istruzione terziaria possiede competenze digitali almeno di base, queste sono possedute solo dal 25% con titolo di studio primario (ISTAT 2021). Se guardiamo invece alle classi demografiche, nel 2021 il 61,7% dei ragazzi di 20-24 anni aveva competenze digitali almeno di base, il 41,9% tra i 55-59enni e il 17,7% tra le persone di 65-74 anni (ISTAT 2021). Sempre nel 2021 il 45,7% delle persone di 16-74 anni residente in Italia aveva competenze digitali almeno di base. Dunque, circa il 54% non ha competenze digitali di base (ISTAT 2021), in altre parole è analfabeta digitale, intendendo per 'analfabetismo digitale' l'incapacità delle persone di adoperare adeguatamente gli strumenti digitali, di avere competenze digitali di base per poter accedere ai servizi offerti al cittadino digitale.

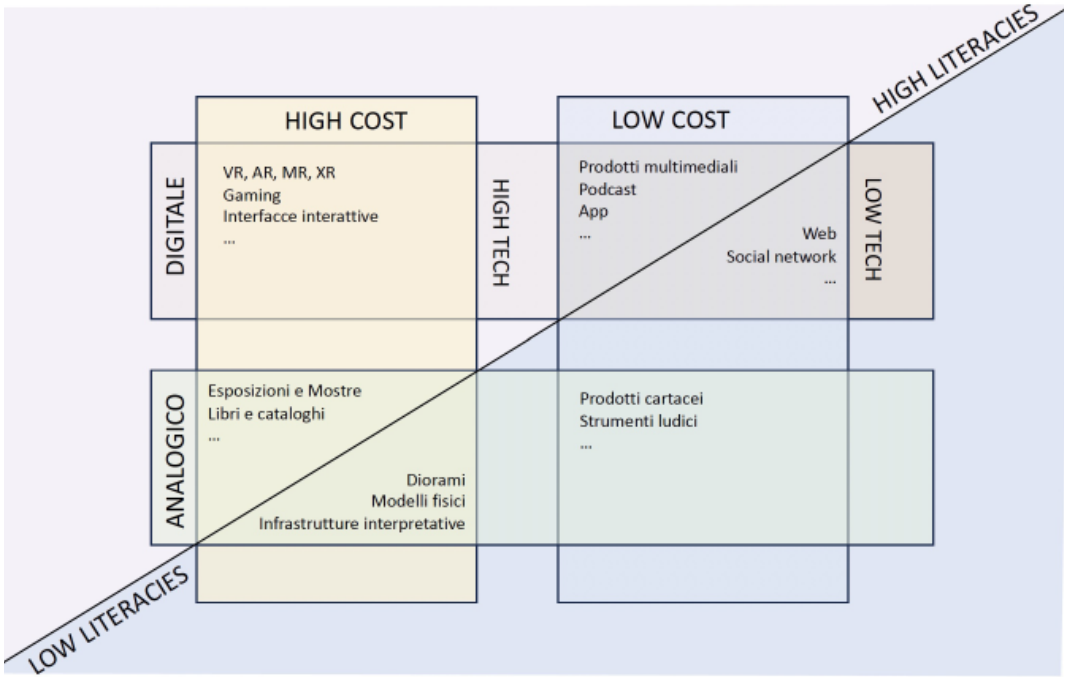


Fig. 3 - Diagramma dei diversi strumenti di fruizione del patrimonio culturale in relazione a costi, tecnologie e livelli di alfabetizzazione.

Se poi leggiamo anche le statistiche sulla fruizione dei siti culturali il quadro non sembra più incoraggiante. Infatti, solo il 20% degli italiani visita almeno un sito culturale all'anno (Eurostat, 2019). L'80% degli italiani non frequenta dunque siti culturali, prevalentemente per mancanza di interesse o motivi economici (Eurostat, 2019).
Ma chi sono i fruitori, dunque, – o meglio i pochi fruitori – dei siti patrimonio culturale? Solo circa il 30% degli italiani con basso livello di scolarizzazione partecipa alle offerte culturali (Eurostat, 2019) e questi spendono per servizi legati all'ambito culturale solo un quinto rispetto rispetto ai cittadini con un alto livello di scolarizzazone (ISTAT, 2021).
Da questi dati si deduce che le ricerche orientate alla fruizione digitale del patrimonio culturale sono rivolte a un pubblico ideale minoritario ed elitario, interessato e motivato, con alto livello di alfabetizzazioni/alto livello culturale e alta capacità di spesa.
Nonostante questo, ancora non si discute su come contrastare questo fenomeno e come sia possibile raggiungere (e se si come) un pubblico reale poco motivato, con basso livello culturale e bassa capacità di spesa.
Una strategia possibile è quella di integrare le diverse strategie, le diverse competenze del pubblico, le diverse intelligenze, trovando un compromesso e una forma di dialogo tra analogico e digitale, tra *low tech* e *high tech*, tra *low cost* e *high cost*, per rispondere a diversi tipi di pubblico, con diverse domande di accessibilità.

Fig. 4 - AR, animazione e pannello interpretativo analogico per la rappresentazione e comunicazione dell'Alhambra. Laboratorio Gra.Vis.: Chiara Zuddas, Michele Valentino, Enrico Cicalò.

Fig. 5 - Rilievo, modello 3D, VR e tavola di Visual journalism per la rappresentazione e comunicazione dell'altare di Monte d'Accoddi. Laboratorio Gra.Vis: Andrea Sias, Chiara Zuddas, Michele Valentino, Enrico Cicalò.

Fig. 6 - Rilievo, modello 3d e tavola di visual journalism per la rappresentazione e la comunicazione del campanile gotico-aragonese di Alghero. Laboratorio Gra.Vis.: Nicola Corgiolu, Andrea Sias, Michele Valentino, Enrico Cicalò.Enrico Cicalò.

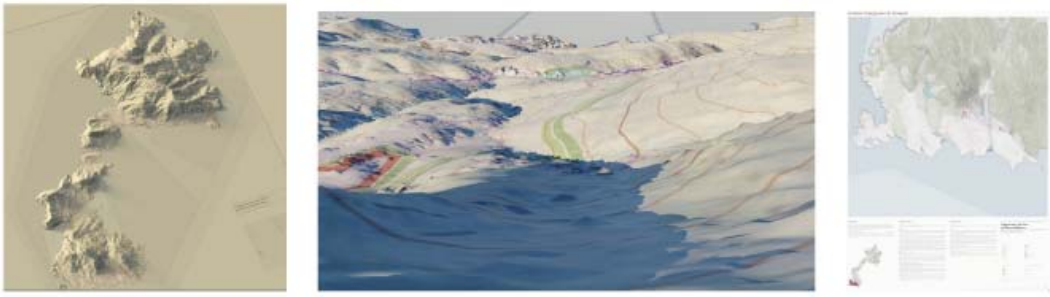


Fig. 7 - Modello 3D, VR e mappe tradizionali per la rappresentazione e comunicazione del piano del Parco Nazionale dell'Asinara. Laboratorio Gra.Vis: Andrea Sias, Michele Valentino, Enrico Cicalò.

Per ogni processo di digitalizzazione un prodotto di comunicazione

Nell'integrare *high* e *low*, in termini di costi, tecnologie e alfabetizzazioni le immagini possono oggi ancora giocare un ruolo strategico. Nell'epoca del digitale le immagini e la comunicazione visiva mantengono il loro ruolo nei processi di comunicazione e di coinvolgimento dei cittadini, a prescindere dalla loro condizione demografica, economica e socio-culturale. Sono però immagini nuove, costruite attraverso l'uso dell''intelligenza grafico-digitale' precedentemente definita e discussa, in cui l''intelligenza digitale' sostiene, stimola e potenzia l''intelligenza grafica', in cui disegni e rappresentazioni, pur consentendo una forma di fruizione semplice, economica e democratica sono basate su processi di digitalizzazione ad alto contenuto tecnologico. Questi processi di digitalizzazione del patrimonio, caratterizzati da un alto livello tecnologico, possono essere la base per la costruzione di strumenti e strategie di comunicazioni low tech capaci di coinvolgere e avvinare i diversi tipi di pubblico; dalla fruizione in AR si può passare ad un'animazione per i social o ad un pannello interpretativo analogico (fig. 4), oppure da un modello 3d fruibile in VR si può passare ad una tavola di visual journalism (figg. 5 e 6), o ancora a delle mappe codificate secondo un linguaggio grafico consolidato facilmente leggibile dal pubblico (fig. 7).
La strada più promettente sembra essere dunque quella di far derivare da ogni processo di digitalizzazione un prodotto di comunicazione, di far accompagnare ad ogni strumento di comunicazione high tech uno strumento di comunicazione low tech, di compensare ogni prodotto escludente con un prodotto inclusivo. Solo muovendo in tale direzione sarà possibile favorire realmente l'accessibilità del patrimonio culturale, trasmettere conoscenze in quella prospettiva intergenerazionale indispensabile per la tutela del patrimonio culturale non solo nei suoi aspetti fisici, materici e tangibili ma anche in quelli immateriali e intangibili di cui si nutre l'immaginario collettivo, fondamentale terreno su cui avviene il riconoscimento del valore del patrimonio culturale alla base dei processi di tutela, fruizione e trasmissione.

Riferimenti bibliografici

Battro, A. M. (2007). Reflections and actions concerning a globalized education. *Charity and justice in the relations between peoples and nations. Pontifical Academy of Social Sciences, Acta 13*, Vatican City.

Carr, N. (2013). *Internet ci rende stupidi? Come la rete sta cambiando il nostro cervello*. Raffaello Cortina Editore.

Cicalò, E. (2016). *Intelligenza grafica*. Aracne.

Gardner, H. (1983). Frames of Mind: the Theory of Multiple Intelligences, Basic Books, New York.

Eurostat (2019). *Cultural statistics*, European Union.

Greenfield, P. M. (2009). Technology and informal education: What is taught, what is learned. *Science, 323*(5910), 69-71.

ISTAT (2021), Cittadini e competenze digitali. *Statistiche Today*, 22 giugno 2023.

Koizumi, H. (2005). «Brain-Science & Education» programs at the Japan Science and Technology Agency (JST). *Brain, science and education*. Japan Science and Technology Agency.

Mosco, V. (2005). *The digital sublime: Myth, power, and cyberspace*. Mit Press.

OECD (2019). *OECD Skills Outlook 2019. Thriving in a Digital World*. OECD.

Spitzer, M., (2013). *Demenza digitale: come la nuova tecnologia ci rende stupidi*. Corbaccio.

Vitali, S. (2004). *Passato digitale: le fonti dello storico nell'era del computer*. Pearson Italia Spa.

Basilica di Santa Maria ad Martyres

Immersive panoramic photography for the dissemination of cultural heritage

Pedro M. Cabezos-Bernal[1]

[1]Universitat Politècnica de València, SPAIN

pcabezos@ega.upv.es

The dissemination of scientific results is one of the most important aspects in research, so it allows other researchers and the general public to access to the research results thus becoming a contribution to science and culture. Therefore, apart from the dissemination by means scientific articles, aimed mainly at specialized colleagues, it should always be carried out a parallel dissemination, more accessible and understandable by the general public, who actually finances research projects with its taxes. Consequently, this would guarantee some benefits to society in the form of cultural knowledge.

Focusing on the field of documentation and study of cultural heritage, this parallel dissemination, more friendly and accessible, can be carried out by creating virtual visits that will allow the public to know and learn more about the study cases and the main findings of the research.

Among the techniques that allow creating virtual tours, one of the most accessible is obtaining spherical panoramas to create interactive virtual tours with 3 degrees of freedom (3 DOF) in an economic and relatively simple way.

Spherical panoramas can be created taking pictures of a real place or by rendering a virtual scene in panoramic format. To obtain spherical panoramas of a real environment, basically two capture techniques can be used, each with its advantages and disadvantages. On the one hand, special panoramic cameras can be used. They mount two or more fish-eye lenses, which are capable of generating the panorama on the fly in a very simple way. On the other hand, a conventional camera and a panoramic head can be used to take a set of images. This set can be combined to generate a spherical panorama using any stitching software. This method requires greater effort and knowledge but may offer excellent image quality.

Currently there is a wide range of special panoramic cameras in the market that are quite affordable (between €500 and €1,200). They are primarily aimed at an amateur audience, but their image quality is not remarkable. An example of this range is the *RICOH THETA Z1* [1], capable of generating spherical panoramas of 26.6 Mp (7,296 x 3,648 px) and recording panoramic video in 4K resolution (3,840 x 1,920 px).

Fig. 1 - Spherical photo of the Pantheon, detail. Pedro M. Cabezos-Bernal.

Additionally, the *INSTA 360 X4* [2] results better in terms of performance and price, since it can obtain spherical panoramas of up to 72 Mp (11,968 x 5,984 px) and produce 360º video with 11K resolution (5,760 x 2,880 px). The problem with these dual-lens cameras is that the image sharpness obtained does not reach a professional level, so to obtain better image quality there is a considerable step in terms of price (between €6,000 and €17,000) to acquire professional models such as the *INSTA 360 PRO2*, with 6 lenses, or the *INSTA 360 TITAN*, which incorporates 8 lenses. The latter represents a notable image quality compared to the previous model thanks to the incorporation of micro 4/3 sensors.

Unfortunately, the professional range of panoramic cameras is unaffordable for many users, so to use the stitching methodology using conventional cameras can be an excellent option since it is more economical. When using conventional cameras, it is advisable to use high-quality wide-angle lenses and automated or manual panoramic heads. To avoid parallax errors In the capture process it is necessary to calibrate the position of the camera on the panoramic head properly. The optical centre of the lens has to be matched with the point of rotation of the panoramic head. It is also necessary to guarantee a minimum overlap of one third of the frame between adjacent images. In this way, the stitching software will be able to identify a sufficient number of homologous points to achieve a perfect union between images. The set of images are oriented in space in a first step and, subsequently, the spherical panorama is obtained by projecting the images onto a sphere. The resulting spherical panorama is an equidistant cylindrical projection, similar to that used in the world maps. This projection is also known as equirectangular projection and that is the reason why spherical panoramas are also called equirectangular images.

There are various stitching programs to generate spherical panoramas, with *PTGUI* [3] being one of the most versatile and efficient that can be obtained for a very affordable price. However, there are also very interesting and effective free options available such as *HUGIN* [4], which is licensed under the GNU General Public License v2.

A virtual tour can be achieved by concatenating a series of spherical panoramas, captured from different viewpoints along a route. In this way, the viewer can move forward or backward by jumping from one panorama to another, as for example, when visiting Google Streetview. Moreover, the visit can be enriched with interactivity nodes or hotspots that provide additional information to the user in the form of images, texts, videos or sounds that are superimposed on the panorama.

To generate an online virtual tour with spherical panoramas there is specific software such as *KRPANO* [5] and *3DVISTA* [6] that are some of the most versatile. Additionally, *LAPENTOR* [7] is a very interesting online editor, which offers generating and hosting up to three virtual visits for free.

Virtual tours can be viewed with a computer or any mobile device. Furthermore, it is also possible to view the visit in an totally immersive way thanks to the Web XR standard, which is supported by most of the current HMD (Head Mounted Display)

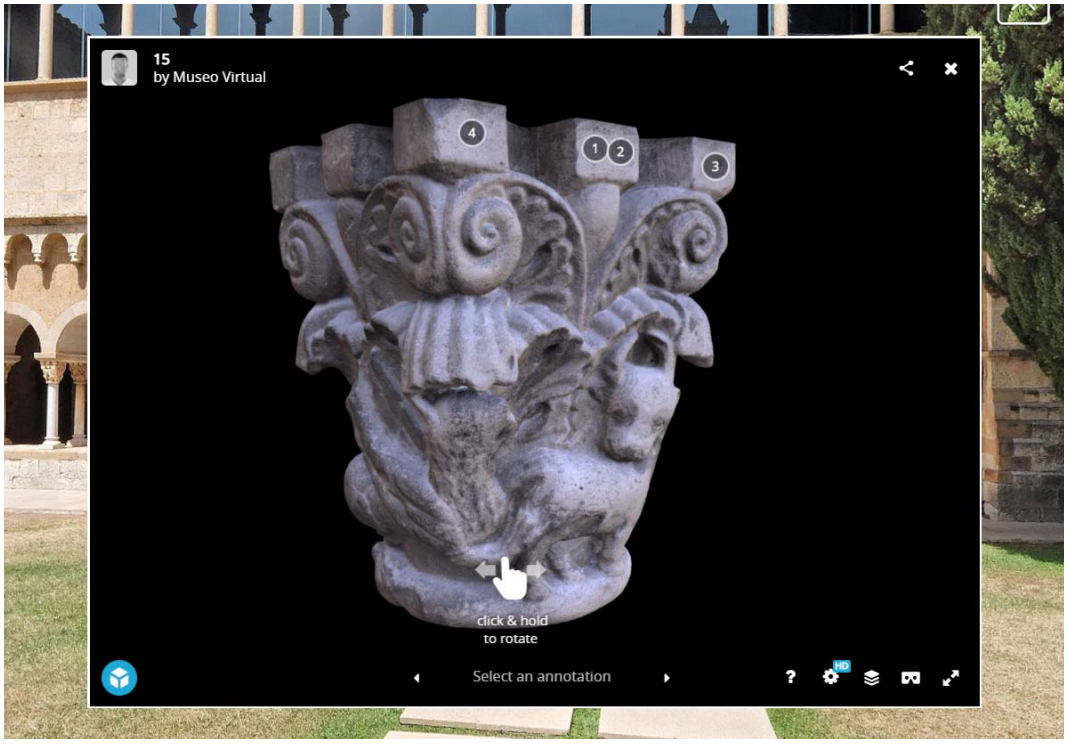


Fig. 2 - Interactive website of the project. https://pcabezos.webs.upv.es/cugat/SanCugat.html

virtual reality devices such as, *Oculus Quest 2*, *Oculus Quest 3*, *Pico 4* models, *HTC Vive* Series and *Apple Vision Pro*.

Next, there will be shown some examples of research results that are disseminated through the Internet by browsing spherical panoramas. The first example was carried out in order to explain the relationship between music and the Romanesque iconography in the capitals of the monastery of San Cugat based on the studies of the musicologist Marius Schneider (Schneider, 1946,1955) and Adriana Rossi, from the Luigi Vanvitelli University of Naples, who expanded the findings by Schneider discovering some other relationships of the capitals with another topics such as astrology, geometry and arithmetic (Rossi, 2014, 2023). In this virtual musealization, a spherical panorama of the cloister of the Monastery of San Cugat is used as an interface of the visit. The interactive tour provides different layers of information that are accessible through many hotspots. They give access to the visualization of the three-dimensional geometry of the capitals, which was obtained with a photogrammetric survey. A link to the SketchFab platform is used to carry out the 3D visualization of the capitals (Cabezos & Rossi, 2017). Additional information is shown to describe the relationship between the iconography of the Romanesque bestiary and its corresponding musical note, according to Schneider's theories. The spatial succession of the cloister capitals composes a chaunt, practically identical to an existing medieval Gregorian hymn

dedicated to Saint Cucufate, patron saint of the monastery. This melody can also be heard during the virtual visit.The access to the virtual visit can be carried out by using the QR code in figure 2 or by following the link at the bottom of the same figure.

Another example comes out as a game in which art, geometry, physics, and mathematics are combined to reveal a space that remained trapped in the form of a reflection in one of the best-known works of the fascinating Dutch artist M. C. Escher, entitled Hand with reflecting sphere. This work is a self-portrait in which the artist reproduces his own hand holding a specular globe in which he is reflected sitting in his studio at Rome, where he lived between 1925-1935. Thanks to the precision with which the artist executed his works, was possible to restore this space from his reflection. A specific algorithm, programmed with Matlab, was designed specifically to transform the reflection in the globe into a spherical panorama of the reflected scene (Cabezos & Cisneros, 2018). As a result, the virtual visit allows visualizing the resulting panorama and one can feel immersed with the artist in his studio. The virtual tour shows some additional contents to the user, such as the history of some decoration details and photos of the real house. The virtual tour can be visited by using the QR code in figure 3, or by following the link at the bottom of the same figure.

Another interesting application of the panoramic photography can be achieved by mixing the panoramic photography with rephotography, a photographic technique consisting in taking a photograph from the same viewpoint as another picture from the past. This technique allows analysing the evolution of the photographed scene over the time and may help to recover the historical memory of places that have already disappeared or have undergone a profound transformation. One of the first photographers who used this technique was Mark Klett and his collaborators (Klett et al., 1984).

In the next example, the main aim was the diachronic analysis of the sanitary complex of San Francisco de Borja in Fontilles (Spain). The complex was initiated in the beginning of the twentieth century and has suffered many renovations and extensions until nowadays.

The first step of this research was collecting old photographs from photographic archives. The pictures where digitalized and the radial distortions were eliminated. In order to restore the spatial position of the viewpoints of the old photographs, a graphical analysis was carried out. This graphic procedure consisted in inversely applying the geometric rules of the perspective projection.

After knowing the precise location of the viewpoints of the historical images, the spherical panoramas were taken so as to match the previous viewpoints. The virtual visit allows viewing the panoramas of the current state and interactively superimpose the historical images on top of them, so that the visitor can make a direct comparison between different stages of construction of the sanatorium (Cabezos & Higón, 2018).

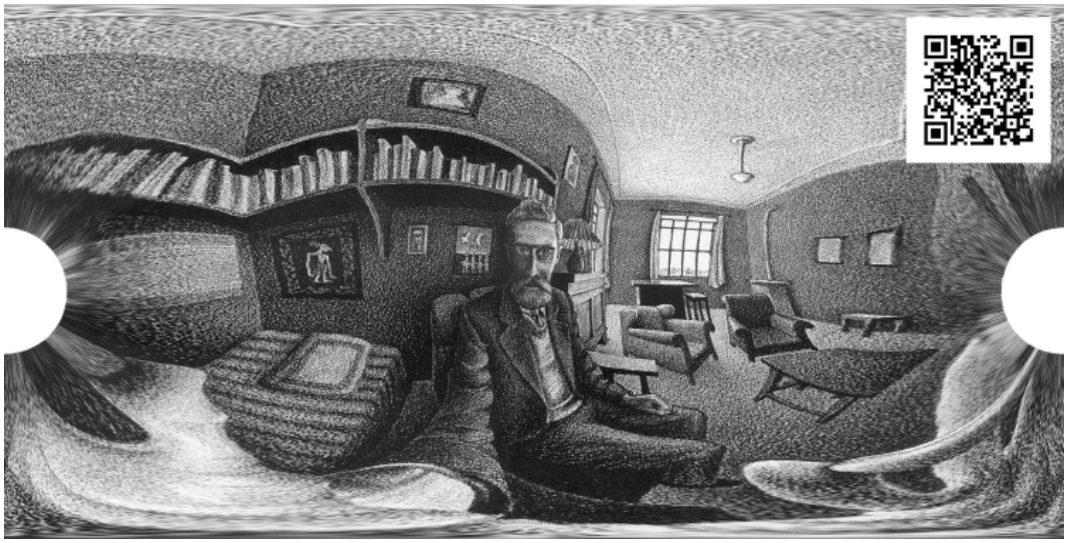


Fig. 3 - Spherical panorama of the reflection. https://pcabezos.webs.upv.es/escher/escher.html

Fig. 4 - Rephotography technique example. https://pcabezos.webs.upv.es/fontilles/p3/p3.html

The resulting panoramas can be visualized online by using the QR codes in figure 4 and 5, or by following the links at the bottom of the same figures.

The last example that will be show in this article is not exactly a virtual visit related to spherical panoramas but gigapixel images, which are those images having a resolution greater than 1000 megapixels. Such gigapixel images can be obtained using the same stitching techniques and considerations that involves creating spherical panoramas. The only difference is that this kind of ultra-high-resolution images are not immersive equirectangular images but partial panoramas.

The gigapixel capture technique has been used in this case to document the most important pictorial artworks of the *Museo de Bellas Artes de Valencia*. Gigapixel images allow documenting and analysing the paintings accurately, which is very useful for curators and art scholars. Moreover, the virtual visualizations that can be generated from this kind of images make the artwork accessible to anyone connected to the Internet. The viewers will be able to dive into the work, in such a way, that they would appreciate many details, which would be negligible to the eye in a real visit (Cabezos et al., 2021, 2022).

For capturing gigapixel images long focal or telephoto lenses are employed to acquire a highly detailed mosaic of images that will be stitched together to compose the resulting gigapixel image. The mosaic can be assembled with conventional stitching software, but the resulting gigapixel image can be very heavy and difficult to handle unless a powerful computer is used. Fortunately, the dissemination of such heavy gigapixel images through the Internet can be carried out by decomposing the image in a multiresolution mosaic, which is also called pyramidal image. The process consists in applying an algorithm that generates different tiles from the gigapixel image, with different sizes and levels of resolution. Then, these image tiles can be loaded progressively in real time by using a specific html5 viewer, such as Openseadragon [8]. In this way, when the user demands more definition by zooming up, the viewer loads only the specific tiles for the visualization area. When visualizing the resulting multiresolution mosaic through the Internet, there is no need to use powerful equipment, since even a conventional smartphone can manage this kind of pyramidal image. This technique is used in very well-known applications such as Google Maps or Google Earth.

As a result, the musealization website containing the gigapixel images can be visited online by using the QR code on Figure 6 or by following the link at the bottom of the same figure.

Fig. 5 - Rephotography technique example. https://pcabezos.webs.upv.es/fontilles/p4/p4.html

Fig. 6 - Website of the project to show the gigapixel images. https://gpix.webs.upv.es

Notes

[1] https://theta360.com

[2] https://store.insta360.com

[3] https://ptgui.com

[4] https://hugin.sourceforge.io

[5] https://krpano.com

[6] https://www.3dvista.com

[7] https://lapentor.com

[8] https://openseadragon.github.io/

References

Cabezos-Bernal, P. M., & Cisneros Vivó, J. J. (2018). La habitación de Escher. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica, 23*(32), 122-131. https://doi.org/10.4995/ega.2018.9806

Cabezos-Bernal, P. M., & Higón-Calvet, J. L. (2017). The photographic reconstruction of the historical image. In J. Llopis-Verdú (Ed), *Architecture and landscape in the Sanatorium of Fontilles* (pp. 230-241). Universitat de València.

Cabezos-Bernal, P. M., Rodriguez-Navarro, P., & Gil-Piqueras, T. (2021). Documenting Paintings with Gigapixel Photography. *Journal of Imaging, 7*, 156. https://doi.org/10.3390/jimaging7080156

Cabezos-Bernal, P. M., Rodrigez-Navarro, P., Gil-Piqueras, T., Cisneros-Vivó, J., & Gil-Gil, C. (2022). *Captura fotográfica gigapíxel de obras de arte*. edUPV.

Cabezos Bernal, P. M., & Rossi, A. (2017). Técnicas de musealización virtual. Los capiteles del Monasterio de San Cugat. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica, 22*(29), 48-57. https://doi.org/10.4995/ega.2017.7340

Klett, M., Manchester, E., Verburg, J., Bushaw, G., & Dingus, R. (1984). *Second View. The Rephotographic Survey Project*. University of New Mexico Press.

Schneider, M. (1946). *El origen musical de los animales-símbolos en la mitología y la escultura antiguas*. Higher Council for Scientific Research.

Schneider, M. (1955). *Singende Steine. Rhythmus-Studien an drei katalanischen Kreuzgängen romanischen Stils*. Bärenreiter-Verlag.

Rossi, A. (2014). *Melodie di pietre*. Edizioni scientifiche e artistiche.

Rossi, A. (2023). *Sant Cugat del Vallès. Verso l'accessibilità dei dati*. Libreriauniversitaria.it.

DISEGNARE

PRESENTAZIONE DELLA SEZIONE

Lorella Pizzonia, Andrea Tomalini, Maria Bélen Trivi

Disegnare è esplicitare ciò che osserviamo con gli occhi, ciò che vediamo nella mente. La sezione ***DISEGNARE*** ci conduce in un percorso nel quale rappresentazione e interpretazione empatica danno luogo a racconti e visioni. Questa sezione esplora il ruolo multiforme del disegno nel campo dell'architettura, in particolare come mezzo per comprendere, documentare e comunicare il patrimonio culturale. Il disegno, lungi dall'essere una mera rappresentazione tecnica, si rivela come uno strumento interpretativo, critico e analitico, capace di svelare significati profondi e relazioni complesse all'interno del processo progettuale. Attraverso l'analisi di disegni, è possibile ricostruire le fasi di sviluppo di un progetto, le scelte progettuali, le intenzioni dell'architetto e il contesto storico-culturale in cui l'opera si inserisce.

I temi che maggiormente ricorrono sono tre:
"Il disegno come strumento di conoscenza" esplora come il disegno, in architettura, possa andare oltre la semplice rappresentazione grafica, per svelare la complessità del processo creativo e progettuale. Non si tratta solo di linee su un foglio, ma di un percorso di esplorazione, analisi e interpretazione che permette di comprendere a fondo un'opera architettonica e il pensiero dell'architetto che l'ha concepita. La ricostruzione del processo mentale si sviluppa attraverso l'analisi di schizzi, disegni preparatori e rilievi e consente di seguire l'evoluzione del progetto, dalle intuizioni iniziali alle scelte definitive, evidenziando il ragionamento e le sperimentazioni dell'architetto. Durante il processo analitico ricorre il superamento dei limiti dell'apparenza. Attraverso il disegno è possibile andare oltre la superficie dell'opera, analizzandone geometria, proporzioni, dettagli costruttivi e principi generatori. L'interpretazione critica come atto soggettivo, che riflette la visione dell'architetto, offre spunti per la critica architettonica e nuove interpretazioni.

Il "disegno come strumento di documentazione". I disegni, in tutte le loro forme, costituiscono una preziosa testimonianza del patrimonio culturale. Dai rilievi tradizionali alle nuove tecnologie digitali, il disegno permette di documentare lo stato di fatto di un edificio, di un sito archeologico, di un paesaggio, contribuendo alla sua salvaguardia e valorizzazione. Dal punto di vista metodologico si può leggere l'evoluzione tecnologica delle applicazioni pratiche. Dai rilievi manuali alla fotogrammetria, dagli scanner 3D al BIM, il disegno si è adattato per rispondere alle esigenze della conservazione e della valorizzazione. La documentazione per la conoscenza e la conservazione, si concretizza in disegni che permettono di analizzare caratteristiche architettoniche, valutare lo stato di conservazione e pianificare interventi di restauro. Si sottolinea l'importanza di documentare tradizioni, saperi e linguaggi per trasmettere il patrimonio intangibile alle generazioni future. La definizione di protocolli e standard si concretizza in iniziative, come quelle dell'ICCD, che garantiscono la qualità e l'interoperabilità della documentazione.

Il "disegno come strumento di comunicazione". Il disegno è un linguaggio universale, capace di superare le barriere linguistiche e culturali. Attraverso il disegno, l'architetto può comunicare le proprie idee, le proprie visioni, le proprie emozioni. Il disegno è uno strumento fondamentale per la divulgazione e la fruizione del patrimonio culturale, rendendolo accessibile a un pubblico sempre più ampio. Schizzi e modelli traducono il pensiero progettuale in immagini condivisibili con collaboratori, committenti e pubblico. Illustrazioni e ricostruzioni virtuali rendono il patrimonio comprensibile anche a chi non può accedervi fisicamente. Tecnologie come VR e AR creano esperienze immersive che arricchiscono la percezione del patrimonio. Gli articoli raccolti in questa sezione offrono una panoramica dei diversi approcci al disegno, tra metodi tradizionali a tecniche digitali all'avanguardia.

Vengono presentati casi studio che illustrano l'utilizzo del disegno per la ricostruzione virtuale di edifici storici, la documentazione di siti archeologici, la progettazione di nuovi interventi nel patrimonio costruito e la creazione di esperienze immersive per la fruizione del patrimonio culturale.

Il contributo *Rendere visibile* di Francesco Maggio e Alessia Garozzo propone – a seguito di un procedimento ermeneutico – un omaggio, attraverso il disegno, a Lina Bo Bardi. Vengono presentati l'interpretazione e il ridisegno critico-analitico di Casa do Chame-Chame, realizzata da Lina Bo Bardi nel 1958 a Salvador, capitale dello Stato di Bahia, in Brasile. La casa, venduta nel 1984 fu successivamente demolita. Gli autori hanno tracciato un percorso che ha tenuto conto delle fonti disponibili, e che, allo stesso tempo, ha condotto ad una rielaborazione del progetto di architettura. Il processo creativo viene individuato in quattro fasi progettuali, che corrispondono ad altrettante soluzioni compositive. Nel progetto di Casa do Chame-Chame viene letto un momento di revisione dei principi progettuali propri del razionalismo. Rendere visibile, attraverso immagini virtuali, significa recuperare l'essenza del progetto.

Valeria Menchetelli in *Il valore (in)tangibile. Protocolli per la documentazione, la catalogazione e la comunicazione del Patrimonio Culturale Immateriale* propone una ricognizione delle pratiche di catalogazione e documentazione volte alla salvaguardia del patrimonio culturale immateriale italiano. Il testo analizza il patrimonio culturale immateriale in Italia, evidenziando come, nonostante il riconoscimento crescente della sua importanza, manchino ancora normative e metodologie codificate per la sua gestione e digitalizzazione. A differenza dei beni materiali, per i quali esistono standard consolidati, la documentazione del patrimonio immateriale pone sfide legate alla selezione degli elementi da preservare e alle modalità di digitalizzazione. Il contributo propone quindi un'indagine sulle pratiche di catalogazione esistenti e sulla necessità di protocolli standardizzati per garantire la conservazione e la trasmissione di queste tradizioni culturali.

Il testo *Il modello ligneo della Chiesa di san Giuseppe a Firenze: alcune considerazioni* di Marcello Scalzo, Francesco Tioli e Andrea Caprara, descrive un modello ligneo conservato nel Museo del Convento di San Marco a Firenze, attribuito a Baccio d'Agnolo e databile ai primi decenni del 1500. Si ipotizza che fosse un progetto per la chiesa di San Giuseppe o per l'ampliamento della chiesa annessa al Convento di San Marco. Il modello, presenta uno schema a croce latina con cappelle disposte secondo un'idea spaziale brunelleschiana. Privo di segni che ne attestino datazione e utilizzo, è menzionato per la prima volta dal Vasari e successivamente descritto come

abbandonato. Si suppone che fosse destinato a San Marco ma poi riproposto per San Giuseppe, dove il progetto fu ridimensionato per motivi economici. Il modello è stato analizzato con rilievi tradizionali nel 2003 e con scansione 3D nel 2023, permettendo un confronto tra le due metodologie.

Eleonora Di Mauro e Salvatore Damiano con il contributo *Dal disegno al virtuale. Quando la realtà distorce il progetto: un palazzo romano di Gaetano Rapisardi*, si muovono nel contesto dell'evoluzione della rappresentazione del progetto architettonico in Italia, nella prima metà del XX secolo. Tra gli architetti dell'epoca Gaetano Rapisardi, negli anni '30, progettò edifici plurifamiliari nella periferia romana, tra cui la Casa Signorile in Piazza Istria (1934). Il progetto originale, caratterizzato da due volumi collegati da un elemento trilitico, non fu realizzato come previsto. Poiché i disegni d'archivio sono risultati insufficienti per una ricostruzione esaustiva, l'analisi ha previsto l'applicazione dei principi operativi della restituzione prospettica per dedurre gli alzati e, insieme ad altro materiale d'archivio, un modello tridimensionale. Questo approccio permette di esplorare virtualmente un'architettura parzialmente realizzata, combinando analisi scientifica e interpretazione figurativa.

Rosaria Parente e Riccardo Tavolare sono autori del paper *Il rilievo per la fruizione dei beni in digitale: il caso studio dell'Eremo di Santa Maria a Cetrella sull'Isola di Capri*. Il testo descrive un approccio innovativo alla fruizione immersiva di spazi architettonici poco accessibili attraverso la modellazione 3D e la realtà virtuale (VR). Nell'applicazione svolta sull'eremo di Santa Maria a Cetrella (Capri), è stato sperimentato un workflow basato su rilievi laser e machine learning per ottimizzare la resa visiva, migliorando la qualità delle parti salienti degli ambienti. Il metodo proposto consente di inserire la nuvola di punti nel calcolo dell'illuminazione globale e delle mappe di riflessività. Grazie alle tecnologie di *ray tracing* e *shading*, viene offerta un'esperienza immersiva. L'obiettivo è garantire una fruizione completa e accurata degli ambienti digitalizzati, senza distorsioni geometriche, preservando i dettagli e la libertà di movimento dell'utente.

Il testo *La Realtà Estesa come strumento inclusivo per un progetto urbano nel patrimonio archeologico di Canosa di Puglia. Il caso degli Ipogei Lagrasta e della Fullonica*, di Roberto Pedone, Rossella Laera,

Emanuela Borsci, Ali Yaser Jafari, Gianluigi De Stradis e Giada Vignola, analizza il caso di Canosa di Puglia, città con un ricco patrimonio archeologico il cui sviluppo urbano moderno ha frammentato la continuità tra passato e presente. Lo studio, condotto a seguito del workshop 'L'antico Futuro a Canosa di Puglia. Archeologia e Progetto' ha coinvolto diversi enti per esplorare nuove strategie di conservazione e valorizzazione, con un focus sugli ipogei Lagrasta e della Fullonica. La realtà estesa (XR) viene proposta come strumento volto a migliorare la comprensione del patrimonio, favorendo l'apprendimento e la fruizione immersiva e interattiva di realtà in abbandono.

Nel contesto delle trasformazioni barocche delle cattedrali romaniche pugliesi, il testo *La rappresentazione dello spazio sacro nella Cattedrale di Bitonto. Dal rilievo alla ricostruzione grafica* di Gabriele Rossi, Massimo Leserri, Davide Sanzio e Domenico Pastore, analizza il caso della cattedrale di Bitonto, evidenziando come i restauri ottocenteschi abbiano rimosso gran parte degli apparati decorativi seicenteschi per ripristinare un'estetica medievale. Attraverso tecnologie, come laser scanner e fotogrammetria, è stato ricostruito un modello virtuale della struttura attuale. Parallelamente è stata condotta un'ampia ricerca archivistica. La documentazione dell'architetto Ettore Bernich ha permesso di comprendere il modo in cui l'architetto ha ricostruito l'immagine medievale, attraverso rappresentazioni sullo smontaggio degli elementi barocchi e proiezioni prospettiche. Sono dunque state ricostruite le fasi evolutive della cattedrale. Lo studio permette di comprendere come la percezione dello spazio sacro sia cambiata nel tempo.

In *Architetture tattili di terra per i ciechi: dalla comunicazione alla realizzazione*, Elena De Santis propone nuove modalità di rappresentazione tattile del patrimonio culturale in terra, rendendolo accessibile anche a un pubblico affetto da cecità. L'obiettivo è quello di sviluppare strumenti plurisensoriali per comunicare la complessità architettonica dei manufatti, utilizzando materiali tattili e naturali. La percezione aptica diventa un mezzo fondamentale per fornire informazioni su forma, dimensione e texture, consentendo alle persone cieche di creare immagini mentali coerenti. Il materiale terra, con le sue qualità evocative e plasmabili, viene considerato ideale per trasmettere la fragilità e il valore del patrimonio, combinando razionalità ed emozione in un'esperienza inclusiva e sensoriale.

Marco Proietti propone un contributo che vuole configurarsi quale proposta per la ricostruzione digitale di progetti architettonici e contesti storici fortemente mutati nel corso dei secoli. *La ricostruzione digitale del Viridarium: complesso del giardino botanico di Federico Cesi e dell'Accademia dei Lincei* fa riferimento al *Viridarium* del giardino botanico di Federico Cesi, oggetto di profonde trasformazioni, che ne hanno modificato la dimensione figurativa e percettiva, nel corso del tempo. Il complesso edilizio, di notevole pregio storico e artistico, fu utilizzato negli anni '20 del seicento dal Duca Federico Cesi e dagli altri componenti della prima "Accademia dei Lincei", come Giardino Botanico e Laboratorio per l'osservazione scientifica. A seguito dello studio dei disegni bidimensionali è stato realizzato un modello tridimensionale finalizzato a ricondurre il fruitore allo scenario del 1600, anche grazie ad espedienti grafici quali il rendering.

Il contributo di Analía Jara *From Sketch to Immersive Reality: Construction Methodology of the 360° Panoramic Drawing from planimetric information. The case of the heritage buildings of the Universidad Nacional de La Plata*, mette in evidenza esperienze grafiche accademiche sviluppate presso l'Università Nazionale di La Plata, focalizzandosi sulla comunicazione e sull'esplorazione degli edifici storici dell'istituzione. Il progetto '*Ciudad de La Plata en 360°*', diretto dall'Architetto Analia Jara, integra tecniche grafiche analogiche con strumenti digitali, combinando metodologie derivate dalla geometria descrittiva con la visualizzazione panoramica a 360°. Il progetto consente di esplorare virtualmente le opere architettoniche, offrendo esperienze immersive accessibili tramite piattaforme online.

Il contributo *Scan2BIM methodology applied to the Faculty of Theatral Art of La Habana* di Carlo Biagini e Andrea Bongini, presenta i risultati di un progetto di cooperazione internazionale intitolato '*¡Que no baje el telón*', finanziato dall'Agenzia Italiana per la Cooperazione allo Sviluppo e dal Ministero della Cultura di Cuba. Il progetto, realizzato tra il 2019 e il 2023, ha avuto due componenti principali: il restauro dell'edificio della Facoltà di Arte Teatrale (FAT) e la formazione degli operatori nel settore della conservazione e valorizzazione del patrimonio culturale. L'edificio, progettato nel 1961 dall'architetto italiano Roberto Gottardi, non è mai stato completato. La ricerca si è concentrata sulla creazione di un modello BIM (*Building Information Modeling*) della FAT, utilizzato per la gestione operativa e manutentiva futura. Il modello BIM è stato costruito a partire da dati di rilievo e

diagnosi, e validato geometricamente tramite il software open-source CloudCompare. Inoltre, sono state raccolte informazioni tramite documentazione fotografica e archivistica per supportare la gestione futura dell'edificio.

Nicoletta Campofiorito e Cettina Santagati, in *Ricostruzione digitale e immagine urbana. La Specola dell'ex Regio Osservatorio Astrofisico presso il Monastero dei Benedettini a Catania* presentano uno studio finalizzato alla ricostruzione virtuale della cupola della Specola del Regio Osservatorio Astrofisico, situata nel Monastero dei Benedettini a Catania, un edificio che ha subito numerose trasformazioni nel corso della sua storia. Realizzato nel 1558, il monastero è stato destinato a scopi civili nel XIX secolo, con l'installazione dell'Osservatorio Astrofisico nel 1866. La Specola, costruita sopra l'antirefettorio e dotata di una cupola girevole, è stata smantellata nel 1982, dopo un incidente. Lo studio ha utilizzato strumenti di indagine digitale, tra cui fotografie, disegni storici e rilievi, per ricostruire virtualmente la cupola e le trasformazioni dell'area circostante. Il processo interpretativo è stato finalizzato con un modello tridimensionale. Il processo decisionale e le fonti utilizzate sono stati dichiarati nel modello, rispettando i principi di "trasparenza scientifica" e "rigore storico" della Carta di Londra e dei Principi di Siviglia.

Ne *Il cinema Excelsior di Catania: rilievo e documentazione digitale per la fruizione virtuale di un'architettura degli anni Trenta abbandonata*, Graziana D'Agostino, Raissa Garozzo e Mariateresa Galizia presentano un caso studio relativo all'attuale Cinema Excelsior (originariamente Cinema Eden), progettato nel 1930 dall'architetto Settimio Mastrojanni. La ricerca utilizza un modello tridimensionale digitale, creato attraverso una nuvola di punti ottenuta tramite laser scanner e SLAM, per documentare lo stato di fatto dell'architettura, non accessibile al pubblico e degradata. Il modello digitale è stato confrontato con i disegni originali per analizzare le modifiche subite nel tempo. I dati raccolti e l'analisi della documentazione archivistica, sono stati utilizzati per produrre elaborati aggiornati e creare nuove opportunità di fruizione e diffusione del patrimonio cinematografico. L'approccio mira non solo a consentire l'esplorazione virtuale di edifici ormai inaccessibili, ma anche a proporre progetti di riuso che ne preservino e valorizzino lo stile architettonico.

Camila Martin e Fabiana Carbonari nel contributo *Il patrimonio del Bioparque La Plata, ex Zoo. Conoscenza e divulgazione attraverso il disegno integrato* presentano una ricerca che si concentra sulla valorizzazione del Bioparque di La Plata, un'area che contiene un ricco patrimonio culturale, ma che attualmente è inaccessibile al pubblico. Creata nel 2018 dopo la chiusura dello Zoo, l'area rappresenta un cambiamento nel trattamento della natura e degli animali, promuovendo un equilibrio ambientale. Il progetto ha coinvolto la Facultad de Arquitectura y Urbanismo della UNLP, che ha collaborato con il Comune di La Plata, per realizzare un rilievo planimetrico delle preesistenze naturali e costruite nel Bioparque, utilizzando tecnologie come la fotogrammetria. L'obiettivo è creare una documentazione che permetta di conoscere e valorizzare questo patrimonio, poco conosciuto dai cittadini di La Plata, migliorando l'accessibilità e la consapevolezza nel pubblico. Il rilievo digitale e la tecnologia GIS sono stati strumenti chiave in questo processo, che ha preso avvio da un approccio fondato sul disegno manuale.

La sezione ***DISEGNARE*** si propone di stimolare una riflessione sul ruolo del disegno nell'era digitale. L'avvento di nuove tecnologie digitali ha profondamente trasformato il modo di progettare e rappresentare l'architettura. Tuttavia, il disegno, nella sua essenza, rimane uno strumento fondamentale per la creazione e la comprensione dell'architettura. Invitiamo il lettore a esplorare le diverse sfaccettature del disegno presentate in questa sezione, per scoprire come questo antico strumento si rinnova e si adatta alle sfide del XXI secolo.

DISEGNARE

Rendere visibile

Francesco Maggio[1], Alessia Garozzo[1]

[1]Dipartimento di Architettura - D'ARCH, Università degli Studi di Palermo, ITALY

francesco.maggio@unipa.it; alessia.garozzo@unipa.it

Parole chiave: Architettura demolita; Analisi; Interpretazione; Ridisegno; Modello.

Abstract

Questo breve studio vuole rendere omaggio, attraverso il disegno, a una donna di grande coraggio e intelligenza che col suo lavoro di progettista è da annoverarsi come una delle figure più interessanti dell'architettura della seconda metà del Novecento. È certamente la sua poliedrica attività, caratterizzata da una costante ricerca priva di adesioni formali, che farà sì che su di lei prenderanno avvio mostre, studi e ricerche di grande interesse, alcune delle quali ancora in atto.
Designer, scenografa, urbanista, raffinatissima disegnatrice, esperta di museografia ma soprattutto 'architetto' nell'accezione più ampia del termine, Lina Bo Bardi lascia un testamento, non solo grafico, di grande raffinatezza intellettuale che stupisce ancora per la sua straordinaria bellezza e che necessita di ulteriori approfondimenti disciplinari, anche se sono moltissimi gli studi relativi alla sua figura e al suo lavoro.
Il contributo, per mezzo delle discipline della rappresentazione, vuole rendere omaggio all'architetta naturalizzata brasiliana attraverso lo studio, l'interpretazione e il ridisegno critico-analitico di una casa realizzata da Lina Bo nel 1958 e demolita nel 1984. È un atto di rispetto del 'Disegno' a chi ha trascorso la propria vita disegnando.
Casa do Chame-Chame viene realizzata a Salvador, capitale dello Stato di Bahia in Brasile. Lina Bo Bardi produce una serie di studi preparatori che manifestano il passaggio da forme razionaliste a forme organiche in un processo evolutivo e congetturale quasi mimesi di una libertà di pensiero e di ricerca del bello.
Nel processo interpretativo delle varie soluzioni sembra affiorare che Lina Bo stesse quasi progettando una nuova casa per sé, talmente tanti sono gli schizzi e i disegni prodotti per il progetto dai quali traspare una empatia che supera le possibili future vicende costruttive. Erano trascorsi otto anni dalla realizzazione della propria casa, la *Casa de Vidro*, in cui le aderenze alla poetica del razionalismo, e soprattutto delle istanze lecorbuseriane sono più che evidenti, a meno del rapporto tra natura e architettura che Lina Bo ha curato molto di più rispetto al figlio del decoratore di orologi.
Quando progetta *Casa do Chame-Chame* l'architetta aveva già realizzato *casa Cirell* e aveva condotto gli studi per case economiche e per l'abitazione di Mario Cravo in cui il verde e l'ambiente sono parte integrante del progetto, veri e propri 'materiali' dell'architettura.
Lo studio ermeneutico delle varie fasi progettuali cerca di interpretare e di capire quale processo sia celato dietro le rappresentazioni, tentando di rendere visibile ciò che purtroppo non c'è più; perché demolire significa perdere.

Fig. 1 - Lina Bo Bardi, *Casa do Chame-Chame*, 1958 <https://www.archdaily.com.br/br/01-135915/classicos-da-arquitetura-casa-do-chame-chame-slash-lina-bo-bardi/52152a8ce8e44e4ee3000051-classicos-da-arquitetura-casa-do-chame-chame-slash-lina-bo-bardi-imagem?next_project=no> (ultimo accesso 22 gennaio 2024).

The aim of this short study is to pay tribute, through drawing, to a woman of great courage and intelligence whose work as a designer has made her one of the most interesting figures in the architecture of the second half of the 20th century. It is undoubtedly her multifaceted activity, characterised by constant research without formal adherence, that will lead to exhibitions, studies and research on her of great interest, some of which are still in progress.
Designer, stage designer, town planner, refined draughtswoman, museographer, but above all 'architect' in the broadest sense of the word, Lina Bo Bardi has left behind a testimony, not only graphic, of great intellectual refinement, which is still astonishing for its extraordinary beauty and which requires further disciplinary study, even though there are many studies on her figure and her work.
This brief study is intended as a contribution from the disciplines of representation that wish to pay homage to the naturalised Brazilian architect through the study, interpretation and critical-analytical redesign of a house built by Lina Bo in 1958 and demolished in 1984. It is an act of respect for those who have spent their lives drawing.
Casa do Chame-Chame will be realised in Salvador, capital of the state of Bahia in Brazil.
Lina Bo Bardi carried out a series of preparatory studies that manifest the transition from rationalist to organic forms, in an evolutionary and conjectural process that almost imitates a freedom of thought and certainly a search for beauty.
In the process of interpreting the various solutions, it seems as if Lina Bo was almost designing a new house for herself, so numerous are the sketches and drawings produced for the project, from which shines an empathy that transcends possible future building events. Eight years had passed since the completion of her own house, the Casa de Vidro, in which adherence to the poetics of Rationalism and, above all, to the examples of Le Corbusier are more than evident, except for the relationship between nature and architecture, which was much more important to Lina Bo than to the son of the clock decorator.
When she designed Casa do Chame-Chame, the architect had already built Casa Cirell and carried out studies for low-cost housing and for Mario Cravo's house, in which greenery and the environment are an integral part of the project; they are true 'materials' of architecture.
This contribution, through the hermeneutic study of the various design phases, seeks to interpret and understand the process behind the representations, trying to make visible what is unfortunately no longer there; because to demolish is to lose.

Introduzione

Qualsiasi scritto di architettura, qualsiasi rivista di settore, nel presentare i propri contenuti compie, o meglio dovrebbe compiere, finalità etiche ovvero contribuire, attraverso la divulgazione degli argomenti trattati, alla trasmissione di un sapere i cui risultati soddisfino bisogni e desiderio di conoscenza.
Rendere 'visibile' un'architettura demolita, soprattutto quando essa ha e, purtroppo, ha avuto, un conclamato valore, legittimato peraltro dalla storiografia architettonica, è un atto morale.
Non bastano più le fotografie d'epoca o i disegni degli archivi per soddisfare la conoscenza; soprattutto oggi in cui la finta consapevolezza del conoscere è diventato un atto così breve, demandato a poche immagini condivise sul web, il cui uso è inversamente proporzionale alla costruzione di una reale conoscenza.
Il disegno analitico e critico contribuisce, invece, con la sua naturale lentezza, sinonimo di riflessione, ad alimentare la conoscenza del progetto, del fare architettura, dei processi compositivi e figurativi e, non in ultimo, dei principi costitutivi un pensiero architettonico.

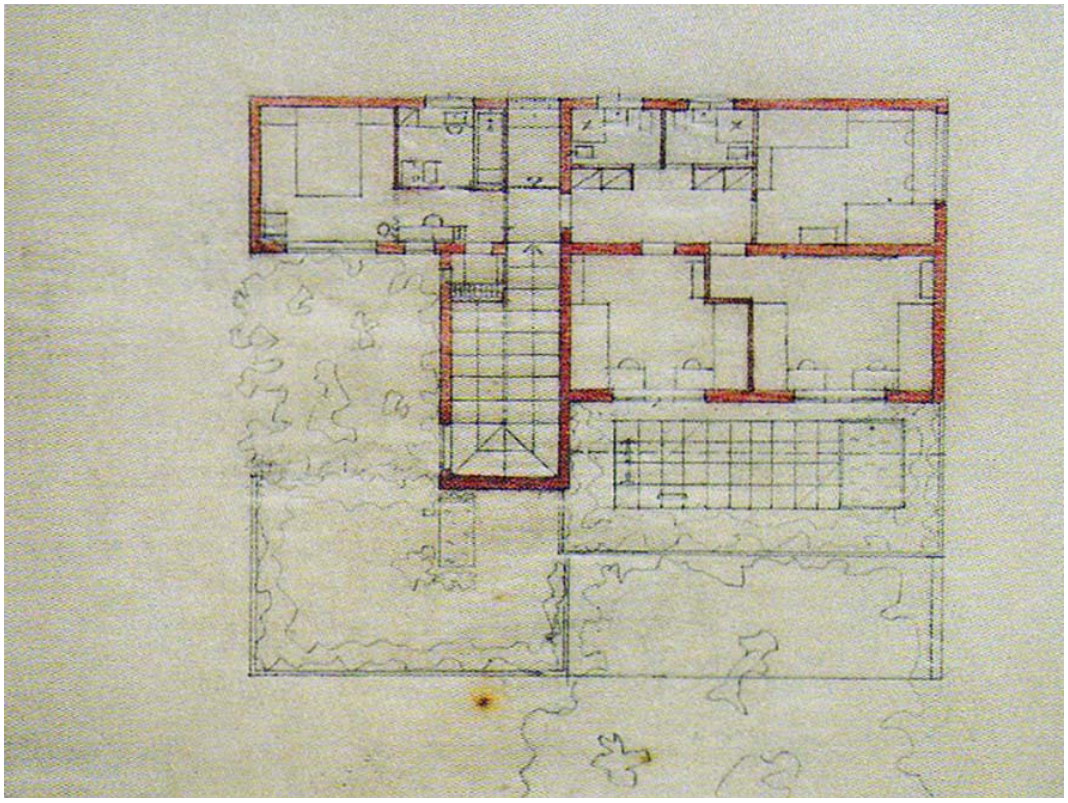
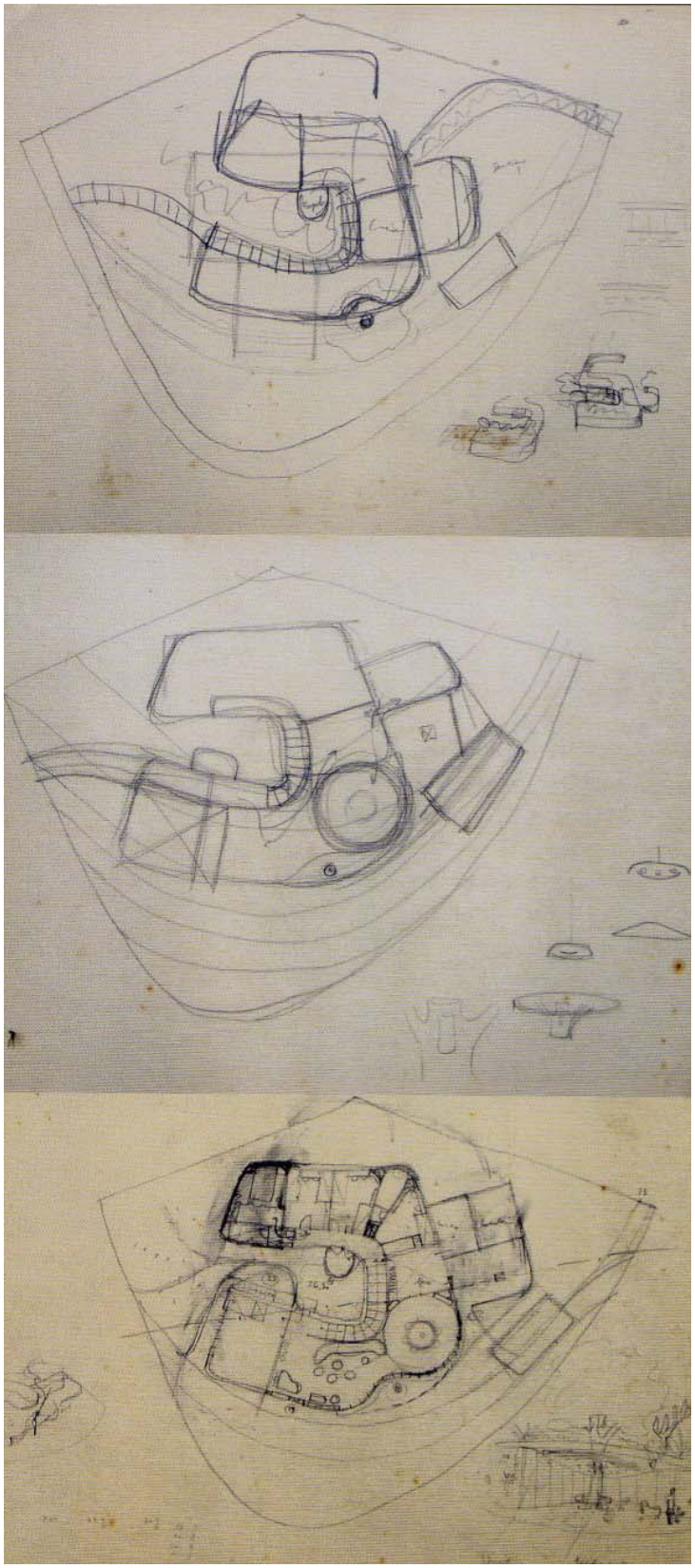


Fig. 2 - Lina Bo Bardi, *Casa do Chame-Chame*, 1958, 50,1x70,0 cm, São Paulo, Instituto Bardi - Casa de Vidro, *Fondo Bardi*, 038ARQd0014.

Come ha affermato Leon Krier "[...] il disegno ha poco valore in sé, poiché tutto il suo potere e la sua autorità risiedono nella sua capacità di descrivere, di suggerire, di dirigere, di dar forma, di plasmare oggetti, strutture, eventi secondo una volontà e un'etica ben precise… l'autorità del disegno è esclusivamente morale. Disegnare è un esercizio di autorità e, di conseguenza, un'attività eminentemente morale che impegna la responsabilità e la coscienza individuali, il sentimento di verità e di giustizia così come il senso della bellezza e della misura" (Krier, 1995, pp. 17-18).
Nessuna verità esiste nell'interpretazione di un progetto se non la storia del suo processo raccontata dal suo autore ma il procedimento ermeneutico, quando autore e opera sono scomparsi, tenta di avvicinarsi il più possibile alla costruzione delle vicende del 'fare' in un processo in cui soggetto indagante, soggetto indagato e oggetto indagato tentano, attraverso il primo, di trovare una simbiosi (Quici, 1992).
Il disegno allora, parafrasando Paul Klee (*kunst gibt nicht das Sichtbare wieder, sondern macht sichtbar* - l'arte non riproduce il visibile, ma lo rende visibile), non ripete soltanto le cose visibili ma rende visibile non solo ciò che non esiste o che un giorno sarà, ma sostanzialmente delinea le tracce di un pensiero (Ugo, 1996, pp. 145-162). Ridisegnare è l'arte del comprendere e del rendere comprensibile; è un procedimento lento il cui inizio necessita di un 'sentire'.

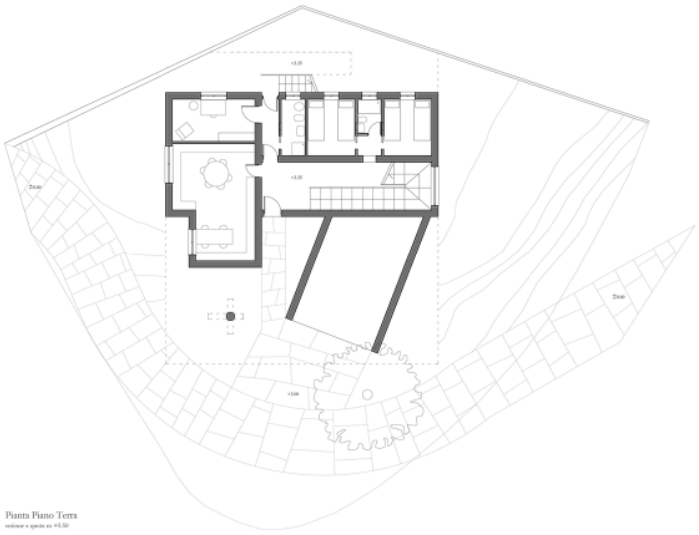
"Quando Kahn dice che 'ogni inizio è sentire in termini di religione', non sembra probabile si riferisca all'esistenza di un soprannaturale. Semmai a un sovrapersonale, a un prodotto di elaborazione lenta, costituito da variazioni appena impercettibili di elementi dati, fondate principalmente - esclusivamente verrebbe da dire - sulla ripetizione e sulla differenza [...]. Religione è parola che evoca inesorabilmente eccessi, fanatismi, esasperazioni, contrapposizioni, rifiuti, e condanna a ripetere errori di cui troppo spesso ci siamo pentiti, e chissà quante altre volte dovremo farlo.
La parola religione deriva da *religare* 'legare insieme' o da *relegere* 'raccogliere in maniera ordinata'. La prima radice etimologica ci costringe a pensare a un corpo disciplinare capace di porsi come un insieme di regole senza le quali risulterebbe impossibile ogni loro infrangimento. La seconda, invece, alla necessità della riflessione teorica come imprescindibile premessa a ogni elaborazione specifica. Tuttavia, se per religione intendiamo un profondo rispetto dell'ordine con cui, attraverso il nostro lavoro, diamo forma alle cose del mondo, allora le parole di Kahn assumono un senso comprensibile e capace di indicare un tragitto. Tutto questo, forse, ha a che fare con la bellezza, parola in disuso che spesso ci si è vergognati di pronunziare, attribuendole un valore disumanizzante, come se il bisogno di bellezza potesse mettere in subordine gli altri bisogni, quelli materiali, quelli derivanti da un malinteso materialismo. Marx scriveva, nell'*Introduzione alla Critica della filosofia hegeliana*, che 'la religione è il respiro dell'anima in un mondo senza anima' e - aggiungeva - che essa 'è l'oppio dei popoli'. Come diverso appare il senso di quella frase se si ripete per intero, senza forzature, senza tendenziose omissioni. Giovanni Paolo II, nella sua lettera agli artisti del 4 aprile 1999, afferma che 'nel rilevare che quanto aveva creato era cosa buona, Dio vide anche che era cosa bella' e aggiunge più avanti che '... la bellezza è in un certo senso l'espressione visibile del bene, come il bene è l'espressione metafisica della bellezza. Lo avevano ben capito i Greci che, fondendo insieme i due concetti, coniarono una locuzione che li abbraccia entrambi: *kalokagathía*, ossia bellezza-bontà', forma della verità, allontanamento faticoso dalla menzogna e dall'atto arbitrario e autocompiaciuto [...]" (Cuccia, 2007, pp. 17-19).
La lunga citazione dello studioso siciliano potrebbe essere considerata una sintesi del lavoro di chi pratica l'architettura in tutte le sue 'discipline settoriali' quindi nella sua vera accezione di mestiere e di pratica; sostanzialmente è quasi una sintesi autobiografica, il tassello di un pensiero di chi, del 'fare', ha fatto un lavoro sempre teso alla *kalokagathia*. Leggendo con attenzione e lentezza le parole e i riferimenti di Gaetano Cuccia si può, in punta di piedi e timidamente, parafrasare il titolo del libro di Carlo Levi, edito nel 1955, *Le parole sono pietre*, perché esse rappresentano l'essenza stessa di un 'sentimento'. Una parola può creare, esaltare, estasiare, immortalare, sottolineare, affermare con decisione; ma può anche ferire, lacerare, distruggere.
Ma andiamo con ordine.

Fig. 3 - Lina Bo Bardi, *Casa do Chame-Chame*, 1958, 34,8x50,1 cm, São Paulo, Instituto Bardi - Casa de Vidro, *Fondo Bardi*, 038ARQd0042-0048-0046.

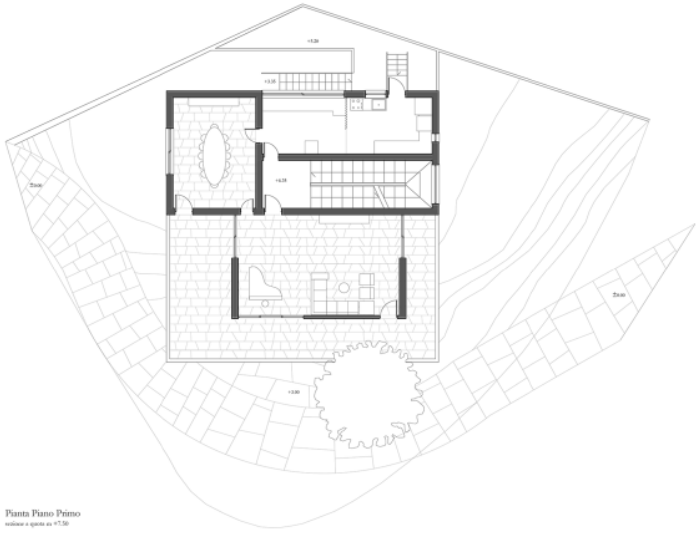


Quali sono le pietre 'lanciate' in questa citazione e che rimandi hanno al 'Disegno'?
Religione, *religare*, *relegere*, 'riflessione teorica', 'rispetto dell'ordine', tragitto, bellezza, 'forma della verità', sono parole ed espressioni utili per delineare alcune antiche ma, ancora, attuali questioni.
L'inizio dell'atto del disegno, e conseguentemente anche del ridisegno, è un atto religioso in quanto non è altro che una riflessione teorica antecedente qualsiasi tipo di rappresentazione, il mettere insieme appunto. Vittorio Ugo su questo tema è stato illuminante quando ha affermato: "Sebbene l'architettura non consista affatto nella rappresentazione, con una tale ricchezza di significati e implicazioni questa si configura dunque non soltanto quale specifico campo d'azione e di ricerca dell'architetto, dello storico, del critico, del teorico, ma anche quale indispensabile strumento di conoscenza e di scambio delle idee e quale termine di mediazione e di 'connesione' - peraltro dotato di ampi margini di autonomia - fra la teoria e il costruito (o costruibile): fra le 'parole' e le 'cose', fra la *ratiocinatio* e la *fabrica* di cui parla Vitruvio. Precisando inoltre che il termine rappresentazione, indistinguibile in lingua italiana, va qui inteso più nel senso del tedesco *Vorstellung* (struttura eminentemente concettuale e formale), che non in quello di *Darstellung*, che si riferisce piuttosto all'immagine, al disegno in senso grafico da percepire visivamente" (Ugo, 2002, p. 13).
Ridisegnare, usando la lingua tedesca, è quindi *Vorstellung* perché è prassi teorica e non soltanto la costruzione di un'immagine, che è invece il suo esito coerente.
Un'altra questione è la 'forma della verità'; essendo il ridisegno una prassi ermeneutica appare consequenziale che il suo 'tragitto' sia rivolto, attraverso il metodo, alla ricerca di una 'verità'.
Lo spiegava bene Gadamer quando affermava: "Ogni opera d'arte, non solo letteraria, va compresa come ogni altro testo, e questo comprendere esige una capacità specifica. In tal modo la coscienza ermeneutica acquista un'ampiezza che supera anche quella della coscienza estetica. *L'estetica deve risolversi nell'ermeneutica*. Questo non è solo un'affermazione che voglia delineare i dati del problema, ma vuol valere alla lettera. E ciò significa che, a sua volta, l'ermeneutica nel suo insieme deve definirsi in modo da rendere giustizia all'esperienza dell'arte" (Gadamer, 1983/2004, pp. 202-203).
Le nuove manifestazioni della rappresentazione sembrano talvolta dimenticare che il disegno è un linguaggio, è che, come tale, bisogna comprendere la sua strutturazione logica prima ancora di qualsiasi azione analogica o digitale che sia.
L'analisi grafica e la lettura critica aiutano il comprendere, coadiuvano la prassi ermeneutica soprattutto quando l'architettura è stata demolita o non è mai esistita, rimanendo nei cassetti degli archivi.
"La lettura critica può essere definita come l'analisi di un'opera architettonica, nella sua realtà fenomenica e nella sua progettazione, per ricostruirne graficamente il processo interno. È, cioè, una operazione critica, mediata dalla restituzione grafica dei vari

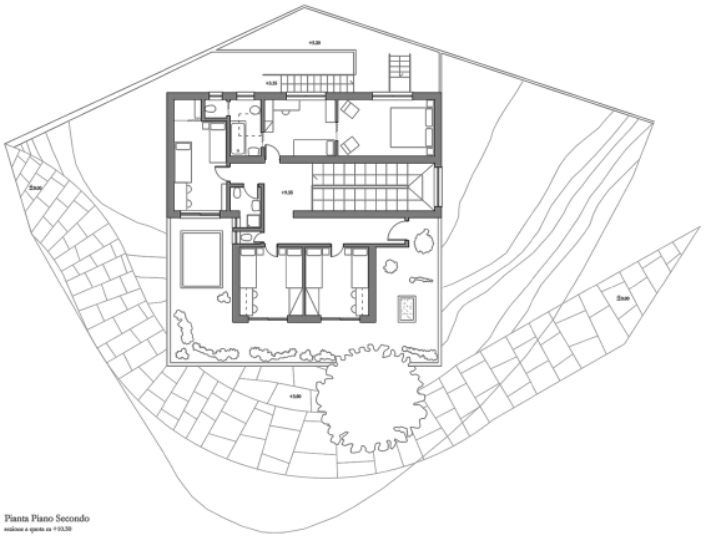
Fig. 4 - *Casa do Chame-Chame*, ridisegno delle piante ai vari livelli della prima versione (elaborazione grafica di M. G. Carollo).



Pianta Piano Terra
sezione a quota m +5.50



Pianta Piano Primo
sezione a quota m +7.50



Pianta Piano Secondo
sezione a quota m +10.50

momenti in cui si attua tutto il processo architettonico" (Pagnano, 1975, p. 9).
Questo studio, attraverso le azioni grafiche e critiche, indaga il processo progettuale di Lina Bo Bardi per la costruzione di Casa do Chame-Chame che è da annoverarsi tra i suoi tanti capolavori. Attraverso l'analisi dei grafici prodotti da Lina si vuole qui rintracciare il filo conduttore di sviluppo dell'intero processo progettuale, non solo per coglierne i valori formali e spaziali ma per sottolineare ancora il valore etico del disegno, di un'architettura scomparsa ma ancora 'manifesto' di un modo di progettare come atto morale.

Casa do Chame-Chame

Esempio emblematico di architettura non più esistente è la casa do Chame-Chame, progettata da Lina Bo Bardi per il deputato statale Ruben Noguiera, della quale rimane testimonianza visibile soltanto nei disegni di progetto. Deve il suo nome al luogo in cui fu costruita intorno al 1958: un'antica favela di Salvador, nello Stato di Bahia, che l'espansione della città verso sud – avvenuta intorno agli anni '50 – aveva inglobato in una nuova zona residenziale, denominata Jardim Salvador.
La data di inizio dei lavori è indicativa, essi furono interrotti nel 1961 e ripresi l'anno successivo, per concludersi nel 1964.
Il lotto su cui insisteva l'abitazione, posto tra due strade, la rua Plinio Moscoso e la rua Ary Barroso, era caratterizzato da una ricca vegetazione e, in particolare, dalla presenza di un raro esemplare di *artocarpus heterophyllus* (albero del pane, in brasiliano *Jaqueira*) il quale condizionò non poco l'idea di casa che Lina aveva in mente. La singolare forma a ventaglio del lotto e il notevole dislivello di circa sette metri, rispetto al piano stradale, influenzarono notevolmente la relazione tra il progetto di architettura e il contesto che doveva accoglierlo.
Lina elaborò diversi disegni di studio (figg. 2, 3) che consistono essenzialmente in schizzi a mano libera su carta lucida; non esistono infatti disegni definitivi. I disegni conservati nell'archivio dell'Instituto Bardi sono quelli che più si avvicinano al progetto realizzato e ciò si evince dal confronto tra i disegni e le foto della casa.
Il progetto di casa do Chame-Chame è uno dei più significativi di Lina Bo Bardi; di esso sono state rintracciate quattro fasi progettuali che individuano due differenti ipotesi di lavoro, il cui sviluppo sembra delineare una linea evolutiva che conduce l'architetta ad abbandonare le forme razionaliste per approdare a forme più organiche, in una fusione armonica tra natura e architettura che può essere considerata anche una reazione critica al funzionalismo. Nel 1984 casa do Chame-Chame venne venduta e successivamente demolita. Con il ridisegno degli schizzi di studio realizzati da Lina Bo Bardi si è tentato di 'fissare' ciascuna delle fasi progettuali in immagini che, ricavate dai modelli digitali, non sono soltanto immagini virtuali ma, nel caso delle architetture scomparse, possono rappresentare l'unica realtà esistenziale dell'edificio.

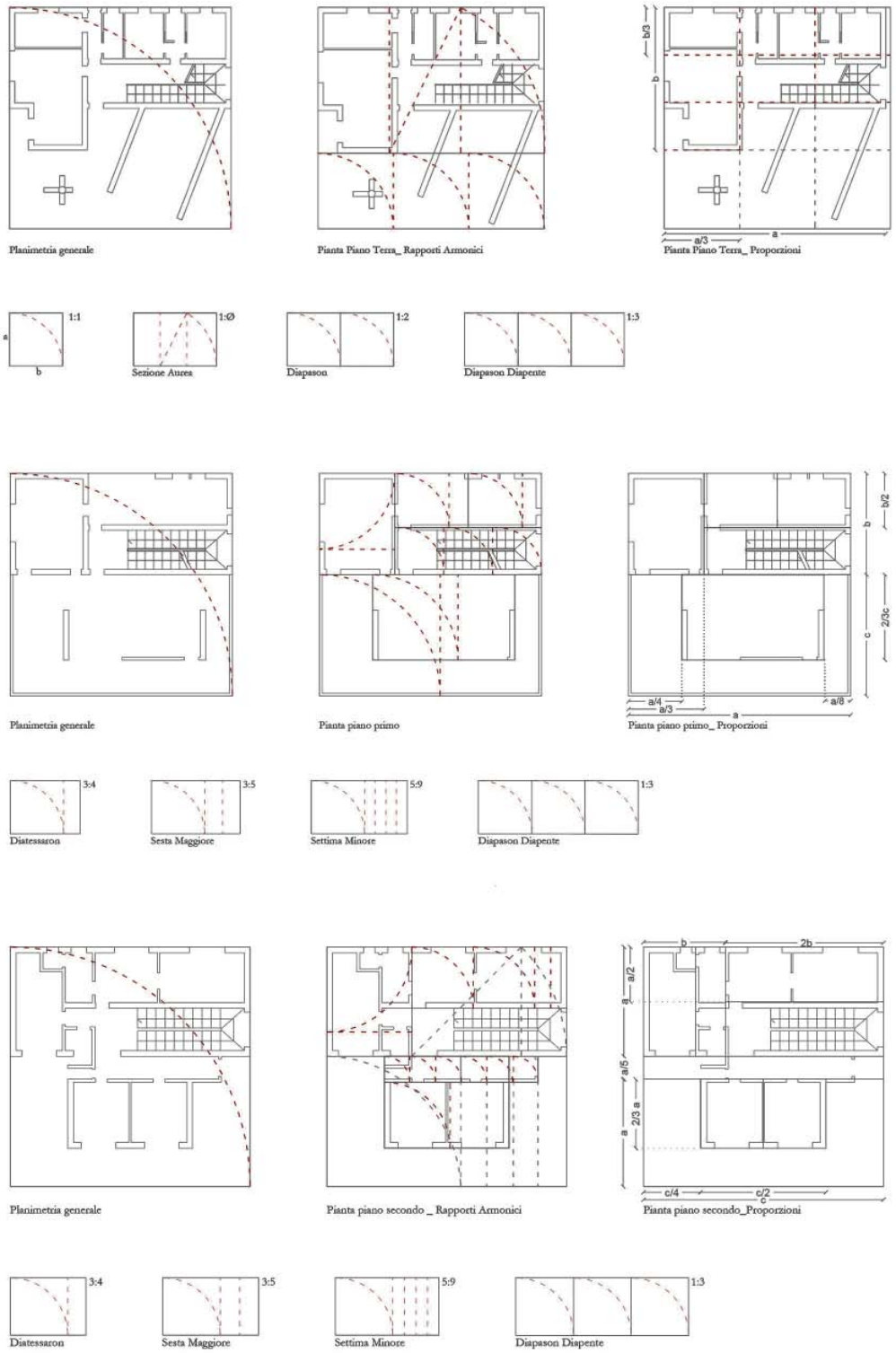


Fig. 5 - *Casa do Chame-Chame*, analisi dei rapporti proporzionali delle piante della prima versione (elaborazione grafica di M.G. Carollo).

Le fasi progettuali

È stato sottolineato come la geometria della casa do Chame-Chame sia una "geometria virtuale che si rivela solo a chi è disposto a studiarla" (Bierrenbach, 2008, p. 57). Lo studio condotto sui disegni di progetto della casa, di seguito esposto, parte dal presupposto implicito in questa frase e procede consapevole della notorietà e della rilevanza dell'opera architettonica in oggetto, anche alla luce della vastissima bibliografia prodotta sull'argomento.

È noto che la prima soluzione proposta da Lina Bo Bardi per la casa do Chame-Chame fu quella di una costruzione a pianta rettangolare, sviluppata su tre piani di elevazione e collegati da una scala posta in senso trasversale rispetto alla pianta (fig. 4).

L'analisi grafica condotta sui disegni delle piante dei vari livelli ha permesso di rilevare plausibili rapporti armonici proporzionali che definiscono l'organizzazione interna degli ambienti. Nel piano terra, ad esempio, si nota che i limiti dei setti murari, che separano la zona giorno dalla zona notte, definiscono un quadrato racchiuso in una sezione aurea. La restante parte del livello, con la rampa di accesso al garage e la superficie occupata dallo sbalzo del primo piano, è invece racchiusa all'interno di un rettangolo armonico diapason diapente. È stato inoltre individuato un rapporto proporzionale di 1:3 definito da una griglia modulare che coincide con la suddivisione interna degli ambienti (fig. 5).

Questa prima soluzione, che rimanda al progetto della casa de Vidro, prevedeva un sistema a terrazze che, con la loro orizzontalità, contrastavano la verticalità del volume, incastrato parzialmente nel declivio del lotto (Gallo, 2004, p. 124). La vegetazione avrebbe dovuto ricoprire interamente la superficie esterna della casa dissimulando le spigolose geometrie del volume; tuttavia, il contesto naturale, con l'albero del pane davanti al prospetto principale, non appare completamente integrato all'architettura (figg. 6, 7).

La famiglia di Nogueira e l'ingegnere Fernando Pedreira, che doveva dirigere i lavori, furono affascinati da questo primo progetto elaborato dall'architetta, la quale però, inaspettatamente, decise di trasformarlo.

Si conosce poco della seconda versione del progetto che Lina Bo Bardi presentò ai committenti ma ciò che immediatamente risalta, nei disegni di studio, è il totale abbandono della linea retta a favore di forme sinuose, in armonia con la natura del sito. Sembra persistere, ancora, la presenza del volume cubico originario che, attraverso operazioni di sottrazione, si trasforma in un 'nuovo' volume a forma di 'C' invertita, che interseca la 'S' della rampa di accesso alla casa (fig. 8).

Indispensabile, in questa seconda fase progettuale, il ruolo della vegetazione che, arricchita da nuove piantumazioni, non è più un elemento complementare, accessorio al progetto, ma diventa essenziale, sostanza e fondamento dell'idea. L'albero del pane viene rappresentato in ogni disegno, in sezione, in prospetto e in pianta, con un tratto denso e spesso, quasi come se fosse un'architettura preesistente, viene 'recuperato' e integrato nel nuovo progetto.

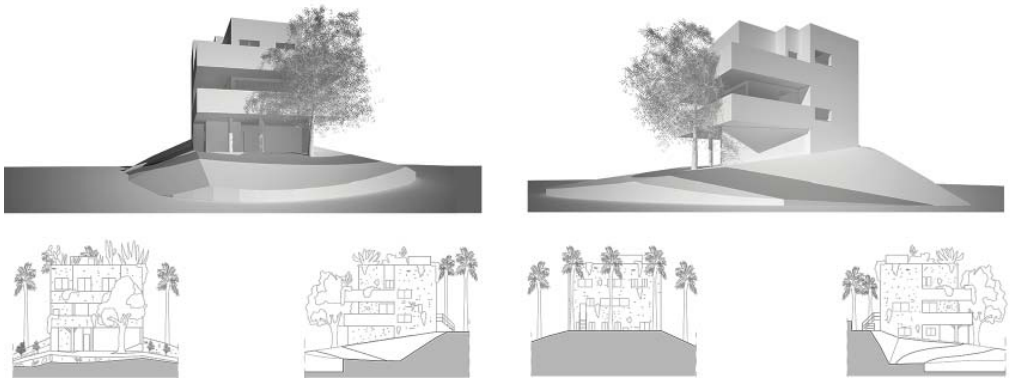


Fig. 6 - *Casa do Chame-Chame*, viste prospettiche e prospetti della prima versione (elaborazione grafica di M. G. Carollo).

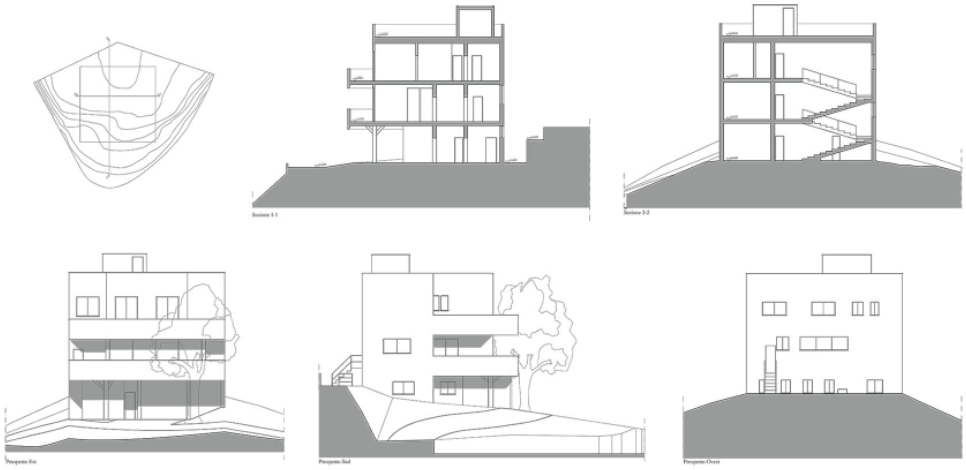


Fig. 7 - *Casa do Chame-Chame*, sezioni e prospetti della prima versione (elaborazione grafica di M. G. Carollo.

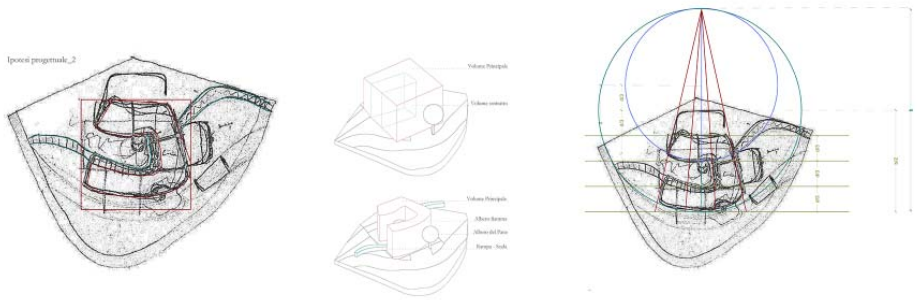


Fig. 8 - *Casa do Chame-Chame*, sezioni e prospetti della prima versione (elaborazione grafica di M. G. Carollo.

Ciascuna delle fasi della seconda ipotesi progettuale rappresenta un'evoluzione naturale di quella precedente. In ognuna di esse la geometria è dominata da archi di circonferenza, i cui centri si trovano al di fuori del disegno, cosa che comporta la genesi di nuovi rapporti tra le parti.
Si può indicare come terza fase progettuale (fig. 9) quella in cui l'articolazione della forma a 'C' diventa più complessa, anche grazie all'addizione, sul lato nord, di un nuovo corpo parallelepipedo con uno spigolo smussato, destinato a ospitare la cucina. La scala-rampa, che nella versione precedente attraversava trasversalmente il lotto, segue la curvatura interna del volume a 'C' e definisce il cortile, elemento ricorrente nelle abitazioni progettate da Lina, che adesso ospita un nuovo albero voluto dalla committenza.
Nell'ultima fase progettuale, in ogni caso diversa da quella realizzata, il volume cubico principale assume una forma trapezoidale con angoli smussati. Scompare il cortile centrale, ridotto a semplice ingresso alla casa. La rampa carrabile avvolge l'edificio seguendo le curve di livello, rafforzando ancora di più la connessione tra architettura e natura (fig. 10).
I muri esterni sembrano limitare lo sviluppo centrifugo degli ambienti interni e modellandosi di conseguenza si evolvono in una soluzione che risulta un tutt'uno con l'ambiente circostante. Le superfici esterne sarebbero state rivestite da frammenti di oggetti in ceramica e piastrelle, tracce evocative di ciò che è assente fisicamente ma che continua a vivere nello spirito del luogo. L'estensione in altezza del volume è ridotta a due livelli, oltre al tetto giardino accessibile attraverso una scala richiudibile al secondo piano; la scala principale interna, invece, assume in pianta la forma a 'J' e la configurazione generale diventa pertanto più compatta. Dall'analisi grafica del disegno in pianta di quest'ultima soluzione si evince che due grandi circonferenze intercettano, con i loro archi, rispettivamente, il prospetto a est e il limite di separazione tra la zona notte e il grande salone con la biblioteca. La scansione orizzontale tra le parti, di passo d/3, rimane invariata, a scandire l'organizzazione interna degli ambienti (fig. 11).
Le diverse soluzioni a cui giunge Lina Bo Bardi per il progetto della casa do Chame-Chame rappresentano l'evoluzione di un'unica idea progettuale, infatti, è facile notare come persistano delle invarianti. La fusione nel volume della casa dell'albero preesistente, la posizione della scala, la rampa di accesso – pensata come la prosecuzione del giardino all'interno degli ambienti – la sala da pranzo con la grande vetrata in comunicazione visiva con l'esterno, la contaminazione tra natura e architettura sono segni che perdurano durante tutto il processo creativo, trasformandosi però continuamente.

Conclusioni

Con il progetto di casa do Chame-Chame Lina Bo Bardi ha attraversato un momento di revisione dei principi progettuali propri del razionalismo, sperimentando una personale idea di architettura organica che si potesse inserire all'interno del dibattito sull'architettura moderna.

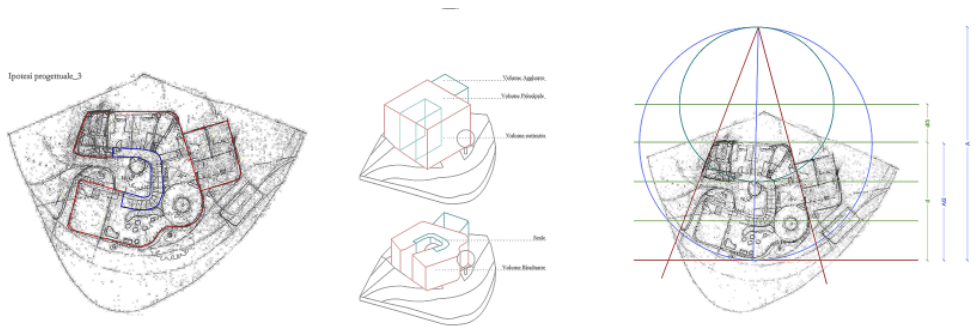


Fig. 9. *Casa do Chame-Chame*, schizzo relativo alla pianta con sovrapposizione geometrica, schemi assonometrici e analisi grafica della pianta della terza versione (elaborazione grafica di M. G. Carollo).

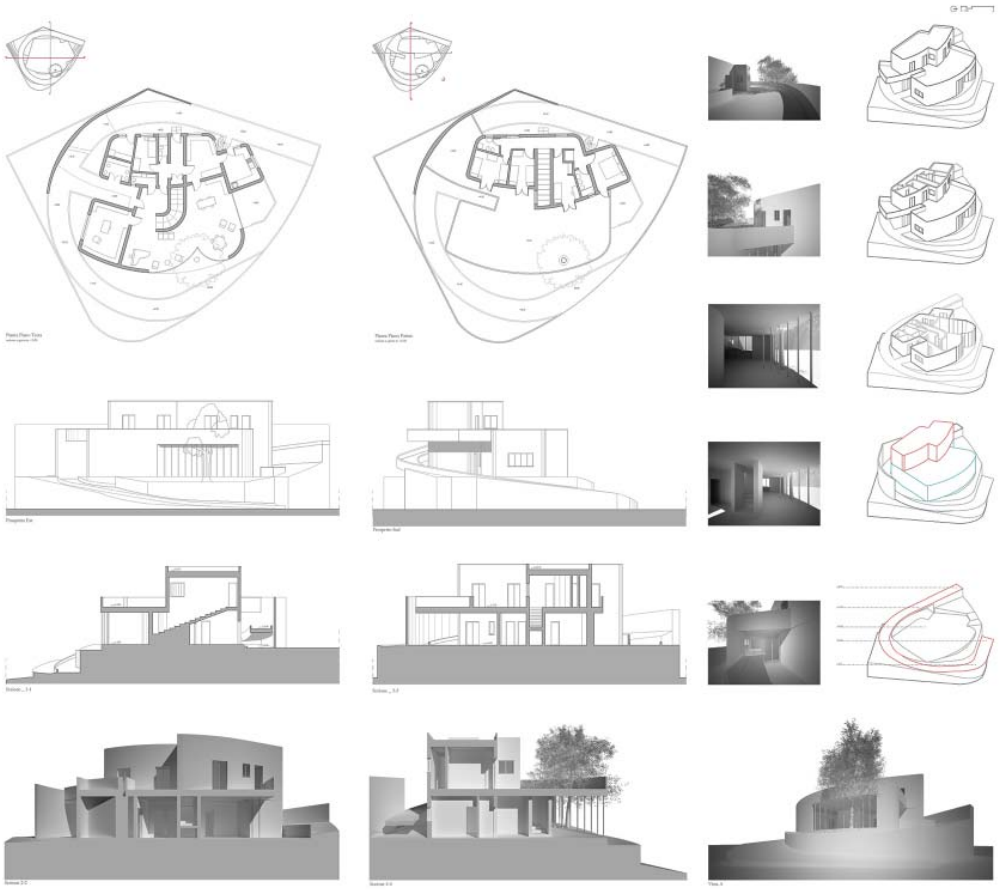


Fig. 10 -*Casa do Chame-Chame*, schemi, ridisegno delle piante, dei prospetti, delle sezioni, viste prospettiche, sezioni prospettiche e schemi assonometrici della quarta versione (elaborazione grafica di M. G. Carollo).

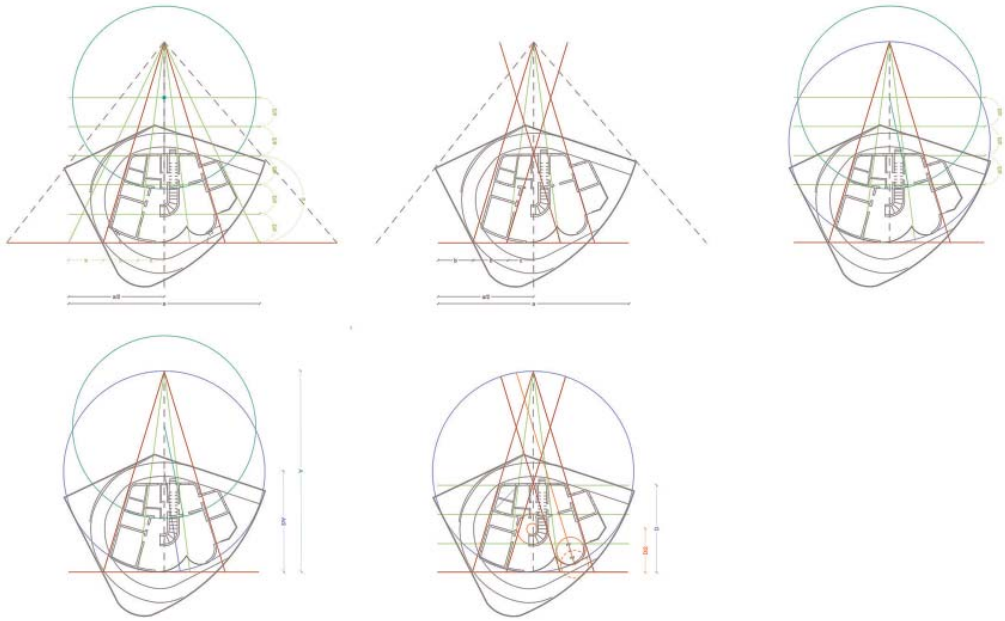


Fig. 11. *Casa do Chame-Chame*, analisi dei rapporti proporzionali delle piante della quarta versione (elaborazione grafica di M.G. Carollo).

L'analisi critica dei disegni realizzati da Lina Bo Bardi per la casa do Chame-Chame rappresenta un'opportunità unica per chi indaga gli aspetti connessi alla rappresentazione del progetto di architettura (Ugo & Masiero 1990, pp. 23-24). I disegni realizzati dall'architetta seguono un processo creativo lento e nonostante in questa sede si sia tentato, forse forzando un po' la mano, di ristabilire un ordine di sviluppo del progetto, appare chiaro che ogni fase abbia una coerenza indipendentemente dalle altre. Ciascuna fase manifesta un momento di riflessione in cui la progettista assimila l'idea e la trasferisce sulla carta. L'obiettivo del disegno per Lina non è il fine ma il percorso, il progetto infatti non si risolve nella sua versione definitiva, della quale non abbiamo testimonianza, ma nelle sue versioni intermedie, per essere sottoposto, nella sua fase di realizzazione, ancora ad ulteriori trasformazioni, a noi visibili oggi solo attraverso fotografie.

La qualità indiscussa dei grafici prodotti da Lina Bo Bardi risiede soprattutto nella loro irripetibilità, nell'uso sincero di segni e geometrie non convenzionali, è stato scritto che essi "valgono quello che sono, indipendentemente da ciò che possono rappresentare per l'esecuzione del progetto" (Bierrenbach, 2008, p. 51).

Lina, ancora una volta, ci insegna che se c'è qualcosa di immorale nel fare architettura è arrendersi all'ordinario, alla banalità di una visione impersonale. I suoi disegni ci educano al racconto del progetto di architettura, alla sua essenzialità e autenticità (Catalano, 2022).

Alla luce di quanto sopra esposto si potrebbe affermare che l'operazione di ridisegno di architetture scomparse rischia di essere tanto meno efficace quanto più alto è il livello di iconicità dell'immagine architettonica originale, ovvero quanto più profonda è la connessione tra la sua forma e il suo significato. Accogliere appieno questo pensiero, che è certamente valevole nel nostro caso, condurrebbe tuttavia a una semplificazione eccessiva. L'analisi critica di architetture non più esistenti può avere un senso, se le "trascrizioni dell'oggetto architettonico" non sono utilizzate così come sono ma "trascritte di nuovo", rielaborate attraverso un continuo confronto tra tutte le fonti disponibili (Pagnano, 1975, p.10). Per 'trascrivere' il lavoro compiuto da Lina Bo Bardi occorre una rilettura lenta, che proceda seguendo lo sviluppo diacronico del progetto ma che, parimenti, ne restituisca una visione astratta dalla sua evoluzione temporale. Ricostruire attraverso il ridisegno può rappresentare un utile supporto per riportare alla luce la genesi progettuale dell'opera architettonica scomparsa, recuperare l'essenzialità del progetto e rendere visibile, attraverso immagini virtuali, 'quello che non c'è'.

Ringraziamenti

Gli autori sono grati all'arch. Maria Grazia Carollo per aver fornito alcuni disegni elaborati nell'ambito della propria tesi di laurea discussa presso l'Università di Palermo nell'anno accademico 2012-2013.

Crediti

Pur condividendo le posizioni espresse nell'articolo, risultato di elaborazioni comuni, l'*Introduzione* è da attribuire a Francesco Maggio, mentre i paragrafi *Casa do Chame-Chame*, *Le fasi progettuali* e le *Conclusioni* sono da attribuire ad Alessia Garozzo. Il presente lavoro è parte del progetto di ricerca finanziato dall'Unione europea – NextGenerationEU – fondi MUR D.M. 737/2021, condotto da Alessia Garozzo nell'ambito della propria attività di ricerca.

Riferimenti bibliografici

Bierrenbach, A. C. de S. (2008). Entre adultos e crianças: considerações sobre o processo criativo de Lina Bo Bardi. *PosFAUUSP*, (24), pp. 44-61.

Carollo, M.G. Lina Bo Bardi. Unbuilt. (Tesi di laurea), Università degli Studi di Palermo.

Catalano, S. (2022). *1940-1946. Lina Bo [Bardi] in Italy*. Ordine degli Architetti Pianificatori Paesaggisti e Conservatori di Roma e provincia.

Cuccia, G. (2007). *Note sulla variazione. Appunti per una didattica del progetto*. Grafill.

de Oliveira, O. (2006). *Lina Bo Bardi. Sutis substâncias da arquitetura*. Gustavo Gili, Romano Guerra.

Gadamer, H.G. (2004). *Verità e metodo*. (G. Vattimo, Trans.). Studi Bompiani (Original work published 1960).

Gallo, A. (2004). *Lina Bo Bardi. Architetto*. Marsilio Editori.

Krier, L. (1995). *Architettura. Scelta o fatalità*. Editori Laterza.

Pagnano, G. (1975). La lettura critica: Analisi di cinque opere di Adolf Loos. *Supplemento al Quaderno dell'Istituto dipartimentale di Architettura e Urbanistica dell'Università di Catania*, *7*.

Quici, F. (1992). Per una ermeneusi storica del disegno di architettura. In R. De Rubertis, A. Soletti & V. Ugo (Eds.), *Temi e codici del disegno d'architettura* (pp. 267-289). Officina Edizioni.

Ugo, V. & Masiero, R. (1990). *La questione architettura*. Cluva Editrice.

Ugo, V. (1996). *Architettura ad vocem...* Guerini Studio.

Ugo, V. (2002). *Fondamenti della rappresentazione architettonica*. Società Editrice Esculapio.

Il valore (in)tangibile. Protocolli per la documentazione, la catalogazione e la comunicazione del Patrimonio Culturale Immateriale

Valeria Menchetelli[1]

[1]Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale

valeria.menchetelli@unipg.it;

Parole chiave: Patrimonio culturale immateriale; Documentazione; Comunicazione; Digitalizzazione; Protocolli / *Intangible cultural heritage*; *Documentation*; *Communication*; *Digitization*; *Protocols.*

Abstract

A fronte di un'accezione sempre più ampia e inclusiva del patrimonio culturale, ormai definitivamente acquisita dopo un lungo processo di revisione legislativa e linguistica, l'attenzione per la componente immateriale del patrimonio è una conquista relativamente recente, se si considera che la *Convenzione per la Salvaguardia del Patrimonio Culturale Immateriale* risale ad appena un ventennio fa ed è stata ratificata dall'Italia solo nel 2007. Nel quadro normativo italiano, le disposizioni di riferimento in materia di beni culturali (ovvero il *Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio*) non contemplano prassi o provvedimenti specificamente dedicati al patrimonio immateriale. Inoltre, questa componente del patrimonio non viene elencata esplicitamente nel Catalogo dei Beni Culturali, ma deve essere ricercata all'interno della categoria dei beni demoetnoantropologici. La presa di coscienza del valore di civiltà associato a questo patrimonio è ormai storicizzata, tanto che per tutta la seconda metà del Novecento sono state intraprese numerose iniziative rivolte alla sua salvaguardia, ma una disciplina organica orientata all'accezione contemporanea di patrimonio immateriale non è ancora pienamente disponibile. Di conseguenza, se i soggetti deputati alla gestione del patrimonio culturale dispongono oggi di metodologie codificate e di prassi operative consolidate da applicare nel caso in cui l'oggetto di interesse sia un bene culturale materiale (sia esso mobile o immobile, architettonico o archeologico, librario o archivistico ecc.), non si può dire altrettanto per il patrimonio immateriale, soprattutto considerando le esigenze tecniche per la codifica digitale delle informazioni. Da un lato, infatti, le procedure per la digitalizzazione dei beni materiali, che si avvalgono ormai fisiologicamente delle tecnologie digitali integrate, hanno raggiunto una diffusa standardizzazione e hanno delineato nel tempo protocolli di documentazione e gestione unificati. Dall'altro lato, tuttavia, la codifica di protocolli standardizzati per la documentazione e la digitalizzazione del patrimonio culturale immateriale è una frontiera ancora da esplorare nell'ottica di un complessivo allineamento delle procedure di amministrazione dei beni alla definizione estensiva del patrimonio culturale.

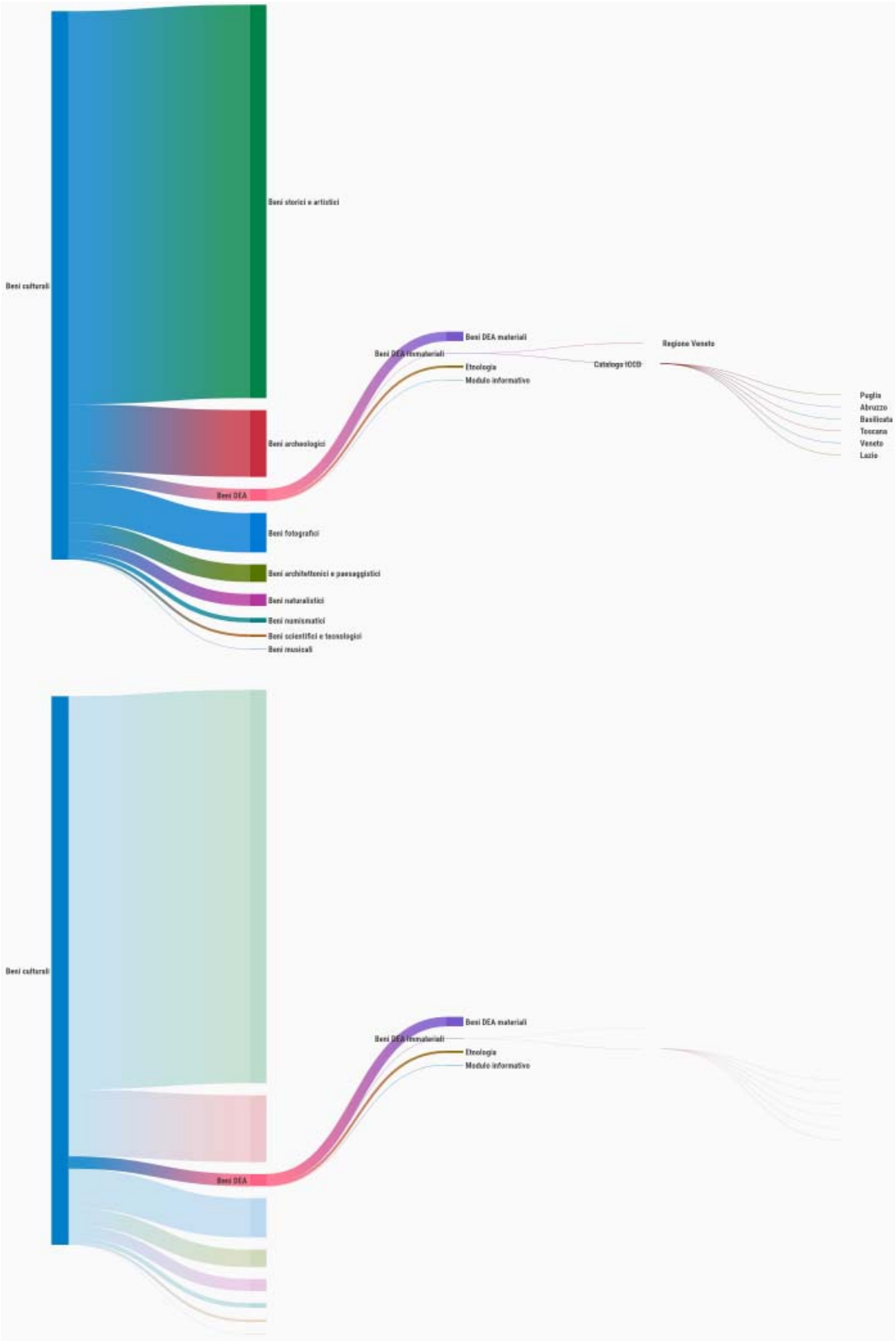
Di fronte alla necessità di stabilire metodologie codificate per il patrimonio culturale immateriale, che di norma è formato sia da componenti tangibili (luoghi, arredi, strumenti, attrezzi, prodotti ecc.) sia da componenti intangibili (gesti, riti, saperi, racconti ecc.), emergono allora due interrogativi cruciali. Il primo si sofferma su 'cosa' documentare: nell'impossibilità di replicare integralmente il patrimonio oggetto di studio, si pone il tema della selezione critica degli elementi da preservare e tramandare. Il

Fig. 1 - Spello (PG), infiorata, 2014. Foto Roberto Composto.

secondo interrogativo si sofferma su 'come' documentare: in questo contesto, le questioni della rapida obsolescenza tecnologica e della definizione di standard per la digitalizzazione del patrimonio pongono la necessità di individuare le modalità di documentazione più idonee.
Sulla scorta delle considerazioni esposte, questo contributo propone una ricognizione delle pratiche di catalogazione e documentazione volte alla salvaguardia del patrimonio culturale immateriale italiano. Inoltre, basandosi sulle applicazioni già sperimentate e interrogandosi sul ruolo della digitalizzazione e delle ICT nell'acquisizione e nella trasmissione della conoscenza, pone l'attenzione sulla standardizzazione dei protocolli per la gestione di questa componente del patrimonio, che occupa oggi un'importanza decisiva per la sopravvivenza delle tradizioni culturali e per la salvaguardia della memoria dei luoghi e delle comunità.

Given an increasingly broad understanding of cultural heritage, now definitively acquired after a long process of legislative and linguistic revision, attention to the intangible component of heritage is a relatively recent achievement, if one considers that the Convention for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage dates back only two decades and was ratified by Italy only in 2007. In the Italian legal framework, the reference provisions on cultural heritage (i.e., the Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio) do not include practices or provisions specifically dedicated to intangible heritage. Moreover, this heritage component is not explicitly listed in the Catalogo dei Beni Culturali but must be sought within the category of demo-ethno-anthropological heritage. Awareness of the civilizational value associated with this heritage is now historicized, so much so that throughout the second half of the twentieth century numerous initiatives aimed at its preservation were undertaken. Still, an organic discipline oriented to the contemporary meaning of intangible heritage is not yet fully available. Consequently, if those charged with the management of cultural heritage now have codified methodologies and established operational practices to apply when the object of interest is a tangible cultural asset (whether movable or immovable, architectural or archaeological, library or archival, etc.), the same cannot be said for intangible heritage, especially considering the technical requirements for the digital encoding of information. Indeed, on the one hand, procedures for digitizing tangible assets, which now make physiological use of integrated digital technologies, have achieved widespread standardization and have outlined unified documentation and management protocols over time. However, on the other hand, the codification of standardized protocols for the documentation and digitization of intangible cultural heritage is a frontier that has yet to be explored with a view to an overall alignment of asset administration procedures with the expansive definition of cultural heritage.
Faced with the need to establish unified methodologies for intangible cultural heritage, which usually consists of tangible components (places, furnishings, tools, products, etc.) and intangible components (gestures, rituals, knowledge, stories, etc.), two crucial questions emerge. The first dwells on 'what' to document: in the impossibility of exhaustively reproducing all aspects of this heritage, the issue of critical selection of the elements to be preserved and handed down arises. The second question dwells on 'how' to document: in this context, the issues of rapid technological obsolescence and the definition of standards for digitizing heritage pose the need to identify the most suitable modes of documentation.
Based on the above considerations, this contribution proposes a survey of cataloguing and documentation practices aimed at safeguarding Italy's intangible cultural heritage. Moreover, analysing the applications already experimented and questioning the role of digitisation and ICTs in the acquisition and transmission of knowledge, focuses on the standardisation of protocols for the management of this heritage component, which is nowadays of decisive importance for the survival of cultural traditions and the preservation of the memory of places and communities.

Fig. 2 - Presenza dei beni demoetnoantropologici all'interno del Catalogo dei Beni Culturali. a. Distribuzione delle schede di catalogo per tipologia di bene. b. Distribuzione delle schede di catalogo all'interno della categoria dei beni demoetnoantropologici; si evidenzia la minima incidenza dei beni immateriali. Infografica ed elaborazione digitale dell'autrice.


Beni culturali
Beni storici e artistici
Beni archeologici
Beni DEA
Beni fotografici
Beni architettonici e paesaggistici
Beni naturalistici
Beni numismatici
Beni scientifici e tecnologici
Beni musicali
Beni DEA materiali
Beni DEA immateriali
Etnologia
Modulo informativo
Regione Veneto
Catalogo IOCD
Puglia
Abruzzo
Basilicata
Toscana
Veneto
Lazio
Beni culturali
Beni DEA materiali
Beni DEA immateriali
Etnologia
Modulo informativo
Beni DEA

Introduzione

Questo contributo, a partire dall'analisi del contesto di riferimento in cui in Italia si colloca il patrimonio culturale immateriale, propone una ricognizione dello stato della catalogazione di questo patrimonio ed esplora le relative pratiche di documentazione, salvaguardia e comunicazione. La relazione tra le tecnologie digitali e gli ambiti della conoscenza e della valorizzazione del patrimonio culturale è ampiamente consolidata: le applicazioni sperimentate e le strategie integrate messe in atto sono numerose e in continua crescita. Proprio sulla base del ruolo imprescindibile della digitalizzazione e delle ICT nell'acquisizione e nella trasmissione della conoscenza sul patrimonio culturale, il contributo si interroga sulle possibilità di prefigurazione di protocolli standardizzati per la gestione del patrimonio immateriale, che tengano conto della sua eterogeneità e del carattere multiforme a esso connaturato affrontando al contempo le problematiche derivanti dall'individuazione delle testimonianze e dalla loro documentazione efficace al netto del rischio di obsolescenza cui tutti i materiali digitali sono necessariamente esposti. Il patrimonio culturale immateriale, che occupa un'importanza cruciale per la sopravvivenza delle tradizioni culturali e per la salvaguardia della memoria dei luoghi e delle comunità, necessita di metodologie di catalogazione e di salvaguardia specifiche, a cui la comunità scientifica del disegno può offrire un supporto decisivo.

Il patrimonio culturale immateriale: contesto e definizioni

Al fine di comprendere il significato, il contesto di utilizzo e le implicazioni della terminologia in uso, appare utile riepilogare alcune definizioni che, per passi successivi, consentono di individuare la natura e i caratteri valoriali del patrimonio culturale immateriale. In Italia, il processo di acquisizione di coscienza e di consapevolezza su questa componente del patrimonio matura gradualmente a partire dagli anni Settanta del Novecento, secondo tappe utilmente riepilogate dall'etnoantropologa Roberta Tucci (Tucci, 2013).

Una definizione di partenza, che costruisce in generale il contesto di riferimento in cui si colloca il tema del patrimonio culturale in senso ampio, è la stessa definizione di 'cultura' su cui si fondano gli studi sul patrimonio; si tratta di una definizione formulata dall'antropologo Edward Burnett Tylor nel volume *Primitive Culture* (1871), secondo cui "la cultura o civiltà, intesa nel suo ampio senso etnografico, è quell'insieme complesso che include la conoscenza, le credenze, l'arte, la morale, il diritto, il costume, e qualsiasi altra capacità e abitudine acquisita dall'uomo come membro di una società" (Tylor, 1871, citato in Fabietti & Remotti, 1997, s.v. *Cultura*) [1]. La portata e le conseguenze di questa definizione, il cui carattere aperto ci appare oggi ormai diffusamente assimilato, sono per l'epoca rivoluzionarie, poiché l'aura elitaria ed escludente che aveva precedentemente caratterizzato l'accezione tradizionalista della cultura viene sovvertita per approdare, per contro, a una connotazione estremamente inclusiva e in un certo senso 'democratica': "sono caratterizzate da cultura tutte le società umane

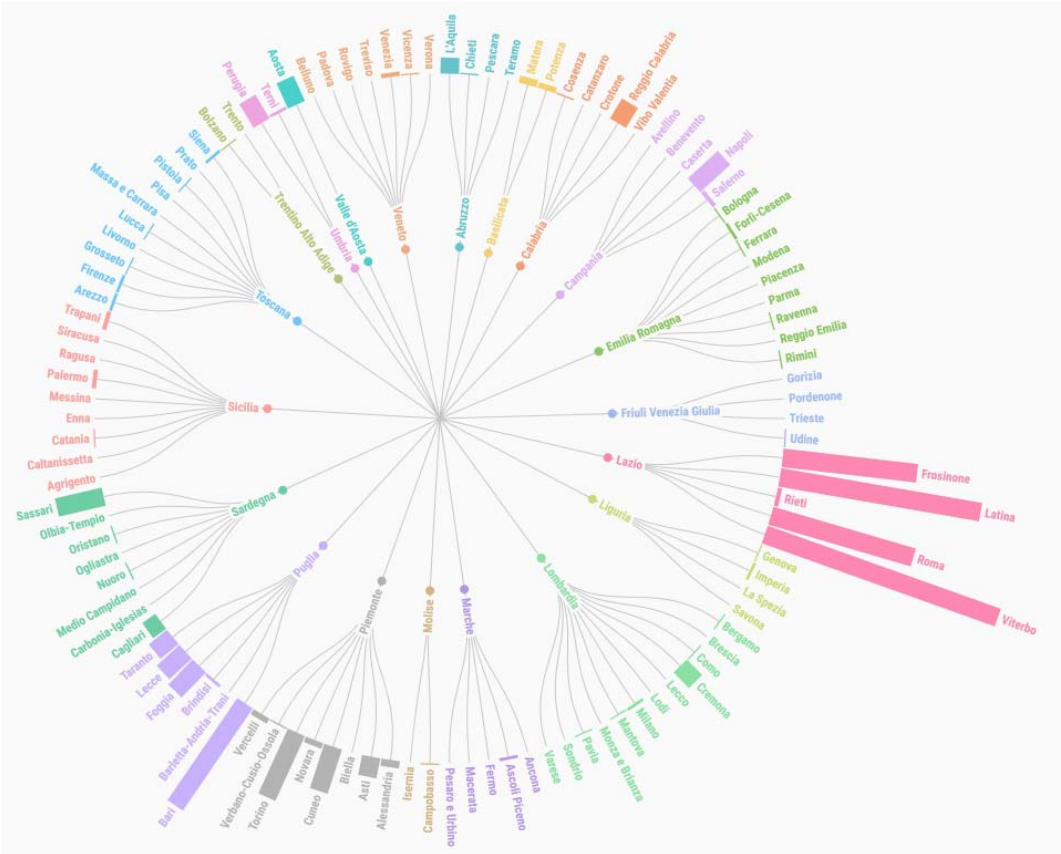


Fig. 3 - Catalogazione del patrimonio culturale immateriale italiano nell'ambito del progetto PACI - *Progetto integrato per il Patrimonio Culturale Immateriale e la Diversità Culturale* (2009-2012). Infografica ed elaborazione digitale dell'autrice.

in quanto tali […] dotate o meno di scrittura e fornite di apparati tecnologici più o meno elaborati" (Bravo & Tucci, 2006, p. 9) e, di conseguenza, la cultura si riferisce prevalentemente a tradizioni e modelli di comportamento che vengono trasferiti di generazione in generazione all'interno dei gruppi sociali. All'idea di bene culturale inteso come oggetto materiale dotato di un valore artistico intrinseco e che necessita di essere conservato (la Legge Rava Rosadi del 1909 parla di "cose immobili e mobili che abbiano interesse storico, archeologico, paletnologico, paleontologico o artistico" [2]) si inizia a sostituire il concetto di patrimonio in senso moderno, corrispondente a una presa di coscienza collettiva che intende il bene culturale come elemento espressivo di una tradizione, portatore di memoria e carico di valori identitari. Proprio questa accezione rinnovata si pone alla base dell'attuale definizione del patrimonio culturale: un contenitore ampio ed eterogeneo che comprende l'insieme delle componenti, sia materiali che immateriali, che concorrono a costruire la storia e la memoria dei luoghi e delle comunità [3]. Il progressivo allargamento dell'orizzonte della tutela e della documentazione alle testimonianze immateriali, che accompagna questa evoluzione

linguistica anche in termini legislativi, conduce alla necessità di documentare, accanto ai beni materiali, per i quali gli approcci sono definiti da una familiarità e da una consuetudine d'uso perché facenti capo a discipline e competenze tecniche specifiche (basti pensare a titolo di esempio agli ambiti del rilievo e del restauro architettonico, così come dell'archeologia), anche la componente immateriale del patrimonio culturale. La stesura e la formalizzazione di programmi, documenti di indirizzo, linee guida di riferimento sul patrimonio immateriale è una conquista relativamente recente, se si considera che la *Convention for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage* (UNESCO, 2003a) risale ad appena un ventennio fa e che è stata ratificata dall'Italia solo nel 2007. Nel contesto di questo documento, l'*intangible cultural heritage* viene definito come l'insieme delle "prassi, le rappresentazioni, le espressioni, le conoscenze, il know-how - come pure gli strumenti, gli oggetti, i manufatti e gli spazi culturali associati agli stessi - che le comunità, i gruppi e in alcuni casi gli individui riconoscono in quanto parte del loro patrimonio culturale" (Art. 2). Nel quadro normativo italiano, inoltre, la legislazione vigente in materia di beni culturali ovvero il *Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio* (D.Lgs. 42/2004) non contempla prassi o provvedimenti specificamente dedicati al patrimonio culturale immateriale. Questo viene citato nell'articolo 7bis dedicato alle *Espressioni di identità culturale collettiva* (articolo inserito ad hoc mediante il D.Lgs. 62/2008), in cui viene precisato che "le espressioni di identità culturale collettiva contemplate dalle Convenzioni UNESCO per la salvaguardia del patrimonio culturale immateriale e per la protezione e la promozione delle diversità culturali […] sono assoggettabili alle disposizioni del presente codice qualora siano rappresentate da testimonianze materiali" [4]. La tutela e la valorizzazione del patrimonio culturale immateriale vengono quindi normate soltanto relativamente alla sua componente materiale, per la quale le procedure e i protocolli di tutela sono ben definiti e consolidati. Il patrimonio culturale immateriale non viene elencato esplicitamente e organicamente nemmeno nel Catalogo dei Beni Culturali, nel cui ambito deve essere ricercato all'interno della categoria dei beni demoetnoantropologici (Bravo & Tucci, 2006) costituita comunque quasi esclusivamente da testimonianze materiali. La definizione di questi beni, coniata all'inizio degli anni Novanta del XX secolo fondendo demologia, etnologia e antropologia culturale (Broccolini, 2015), ricomprende oggi i "beni materiali e immateriali che appartengono alle tradizioni di gruppi umani europei ed extra-europei e testimoniano il tessuto culturale fondante delle differenti comunità" (Ministero della Cultura, 2022). Si tratta quindi di beni sia materiali (immobili o mobili), come ad esempio luoghi, edifici, strumenti di lavoro, oggetti o prodotti, che immateriali, come ad esempio mestieri, tradizioni, cerimonie, danze, musiche, leggende, dialetti o lingue (fig. 1). Queste componenti convivono in maniera integrata nel patrimonio demoetnoantropologico, che pone quindi sfide e interrogativi specifici nell'individuazione di un approccio alla documentazione, alla tutela e alla comunicazione.

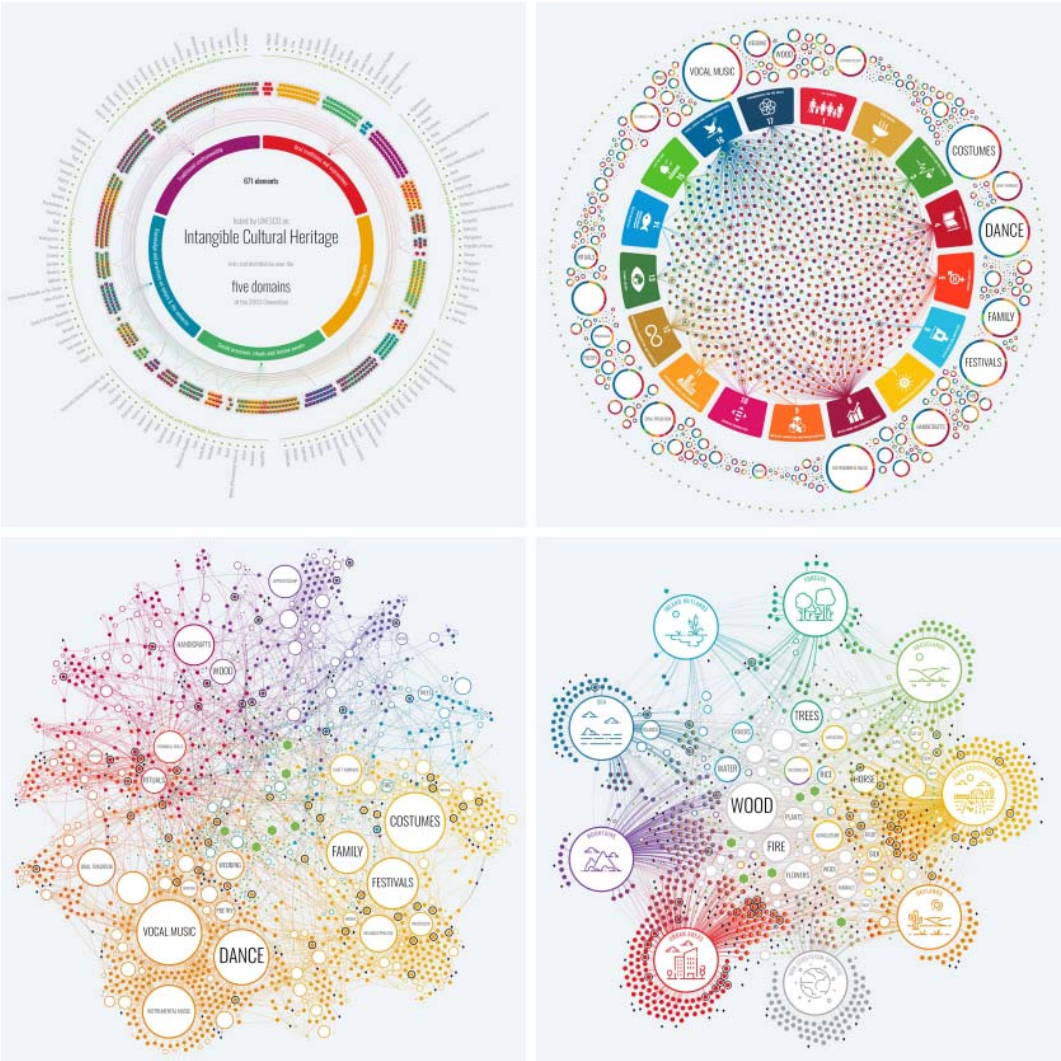


Fig. 4 - Infografiche interattive per l'esplorazione del Patrimonio Culturale Immateriale attraverso il portale UNESCO. <https://ich.unesco.org/en/dive> (ultimo accesso 10 gennaio 2024).

Il patrimonio culturale immateriale all'interno del Catalogo dei Beni Culturali

Al fine di comprendere la reale presenza e la consistenza attuale del patrimonio culturale immateriale nelle attività di documentazione condotte sul territorio italiano, appare utile analizzare in primo luogo le testimonianze catalogate all'interno del Catalogo dei Beni Culturali (figg. 2 a, b).

Il Catalogo [5] comprende 2.983.677 schede. Di queste, la maggior parte (2.139.435 schede, corrispondenti al 71,7% del totale) sono dedicate a Beni storici e artistici, mentre in percentuali meno consistenti sono presenti i Beni archeologici (363.482 schede, corrispondenti al 12,2% del totale), i Beni fotografici (214.058 schede, corrispondenti al 7,2% del totale), i Beni architettonici e paesaggistici (95.171 schede,

corrispondenti al 3,2% del totale), i Beni demoetnoantropologici (66.753 schede, corrispondenti al 2,2% del totale), i Beni naturalistici (64.720 schede, corrispondenti al 2,2% del totale), i Beni numismatici (25.169 schede, corrispondenti allo 0,8% del totale), i Beni scientifici e tecnologici (13.149 schede, corrispondenti allo 0,4% del totale) e i Beni musicali (1.740 schede, corrispondenti allo 0,1% del totale).
Tra i Beni demoetnoantropologici rientrano 4 tipologie: i Beni demoetnoantropologici materiali catalogati sono 52.394 (pari al 78,5%), le schede di Etnologia sono 12.921(pari al 19,4%, i Moduli informativi sono 1.028 (pari all'1,5%) e, infine, i Beni demoetnoantropologici immateriali sono 410 (pari soltanto allo 0,6%), prevalentemente documentati attraverso schede di rilevazione e documenti audio, video-cinematografici o fotografici. Si può quindi desumere che il patrimonio propriamente immateriale catalogato corrisponde a 410 schede su 2.983.677 ovvero allo 0,1 per mille del totale, una percentuale quasi irrilevante, che stimola a una riflessione di natura strutturale sull'individuazione e sulla catalogazione di questi beni.
Spingendo l'analisi ancora più in dettaglio e risalendo alle fonti dei dati catalogati, è possibile rilevare che le 410 schede provengono in gran parte dalla Regione Veneto (317 schede su 410 ovvero il 77,3%), mentre solo le restanti 93 riportano dati censiti da parte dell'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione [6] e quindi sono schedate attraverso strumenti catalografici standard. Tali 93 schede rilevano beni demoetnoantropologici immateriali distribuiti nelle regioni Puglia (22 schede), Abruzzo (21 schede), Basilicata (21 schede), Toscana (18 schede), Veneto (9 schede) e Lazio (1 scheda).
Lo strumento utilizzato per la rilevazione è la scheda BDI - Beni Demoetnoantropologici Immateriali che, assieme alla scheda BDM - Beni Demoetnoantropologici Materiali, rappresenta l'esito di un processo di estensione e di allineamento degli standard catalografici all'accezione più ampia e generale dei beni demoetnoantropologici; si tratta di "una nuova fase di produzione schedografica dell'ICCD, basata sull'informatizzazione e sulla normalizzazione dei tracciati" (Bravo & Tucci, 2006, p. 93) che, sviluppata secondo un iter di costruzione partecipato e pluralistico [7], tiene conto di una gamma diversificata di esigenze di catalogazione. La scheda e le relative norme di compilazione vengono aggiornate con continuità: l'ultimo aggiornamento risale all'agosto 2023 ed è riscontrabile nella versione 4.00 della scheda BDI [8]. La scheda è uno strumento duttile, che può essere applicato sia a beni di nuova catalogazione che a beni rilevati in precedenza e documentati mediante materiali audiovisivi. Per la natura "volatile" dei beni immateriali, "la schedatura sul terreno prevede obbligatoriamente la realizzazione di un corredo audiovisivo per una stabile restituzione e fruizione del bene", consistente in "registrazioni/riprese sonore e/o videocinematografiche e/o fotografiche" che a loro volta costituiscono "beni audiovisivi" da conservare e tutelare (Bravo & Tucci, 2006, p. 99).

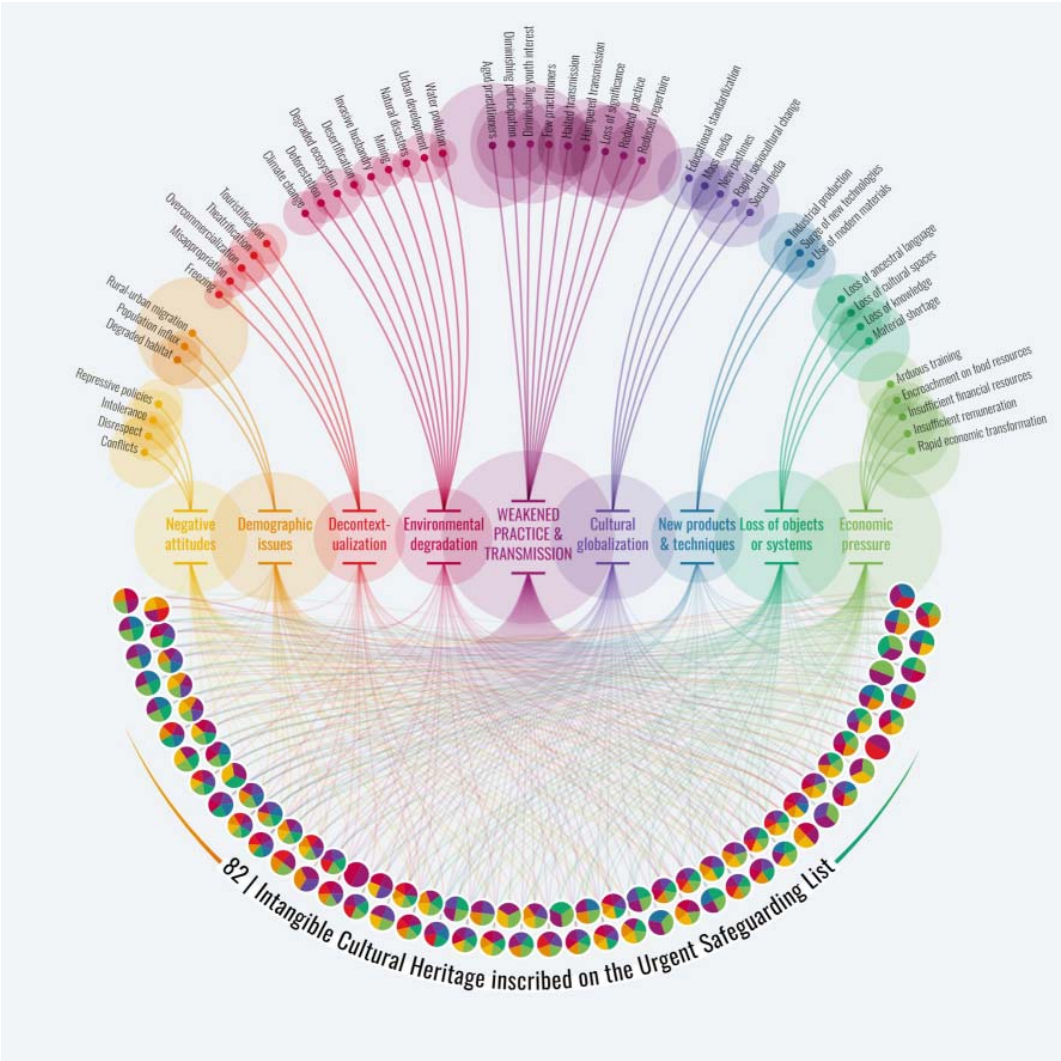


Fig. 5 - Infografica interattiva per l'esplorazione del Patrimonio Culturale Immateriale che necessita di urgente tutela attraverso il portale UNESCO. <https://ich.unesco.org/en/dive> (ultimo accesso 10 gennaio 2024).

Pratiche di catalogazione del patrimonio culturale immateriale in Italia

Con l'obiettivo di sviluppare e di incentivare le attività di conoscenza del patrimonio culturale immateriale italiano, a partire dal 2009 è stato intrapreso il *Progetto integrato per il Patrimonio Culturale Immateriale e la Diversità Culturale* (PACI) con il coordinamento dell'ICCD [9]. Il progetto è stato articolato in due fasi (2009-2010 e 2011-2012) e ha previsto lo svolgimento sia di attività di ricognizione e di recupero di catalogazioni pregresse sia di attività di nuova catalogazione sul campo. Il rilevamento e la documentazione sono stati effettuati mediante l'applicazione di una versione ridotta della scheda BDI; gli esiti delle operazioni di documentazione sono raccolti nella sezione PACI interna al portale ICCD [10], consultabile secondo percorsi differenziati. I beni

censiti risultano in totale 975, con una maggiore copertura di alcune regioni (Lazio, Puglia, Piemonte) e sporadiche presenze nel resto del territorio nazionale; occorre sottolineare che molte di queste schede derivano dalla trascrizione secondo i nuovi standard catalografici di testimonianze censite in precedenza (fig. 3).
L'Istituto Centrale per il Patrimonio Immateriale (ICPI), deputato alla valorizzazione e alla promozione dei beni che compongono il patrimonio immateriale e in generale demoetnoantropologico italiano, promuove ed elabora attività di catalogazione dei beni immateriali. Nel portale dell'Istituto sono raccolti i progetti, realizzati o in corso, promossi attraverso iniziative di finanziamento dedicate e attivi su tematismi specifici. Tra questi, il censimento dei gruppi folcloristici italiani (icpi.beniculturali.it/gruppi-folcloristici), la mappatura delle rievocazioni storiche (icpi.beniculturali.it/tutela-e-salvaguardia-delle-rievocazioni-storiche), la ricognizione delle minoranze linguistiche d'Italia (icpi.beniculturali.it/435), il progetto *GeCA - Geoportale della Cultura Alimentare* (www.culturalimentare.beniculturali.it/geca), e molti altri esemplificano il carattere sfaccettato del patrimonio culturale immateriale e, di conseguenza, la natura flessibile e versatile che gli strumenti di rilevazione e documentazione devono necessariamente possedere. Il tema del folklore è uno dei primi a essere stato oggetto di studio; non è un caso se le metodologie originarie di catalogazione dei beni demoetnoantropologici risalgono alla fine degli anni Settanta del Novecento e sono frutto di un lavoro congiunto tra il Ministero per i beni culturali e ambientali e il Museo Nazionale delle Arti e Tradizioni Popolari (MNATP) che portò alla costruzione e alla pubblicazione delle schede FK (Folklore) [11]. Una preziosa raccolta di testimonianze immateriali relative al folklore è inoltre presente all'interno del *repository* Rai Teche sotto forma di *Archivio del folclore italiano* (www.teche.rai.it/archivio-del-folclore-italiano), da cui è possibile accedere a numerose registrazioni orali oltre che consultare il *Catalogo informativo* edito nel 1977 (Documentazione e Studi RAI, 1977).
Con l'approvazione della Convenzione UNESCO del 2003 sono state istituite due liste di riferimento relative rispettivamente al "Patrimonio Culturale Immateriale" (figg. 4 a, b, c, d), al "Patrimonio Culturale Immateriale che necessita di urgente tutela" (fig. 5); inoltre, è stata formalizzata la costituzione di uno speciale Registro dedicato alle "Buone Pratiche di Salvaguardia". Nella lista UNESCO sono attualmente iscritti 18 elementi del patrimonio immateriale italiano (www.unesco.it/it/iniziative-unesco/patrimonio-culturale-immateriale), ciascuno documentato attraverso materiali video e fotografici (fig. 6); inoltre, Rai Cultura ha pubblicato la serie di mini-documentari *Patrimonio Immateriale UNESCO* dedicati ai primi 14 elementi iscritti nella lista. Dopo la ratifica della Convenzione da parte dell'Italia, avvenuta nel 2007 [12], è stata avviata un'attività di catalogazione a partire dal progetto PACI, che ha portato alla costruzione dei primi inventari (fig. 7) per la presentazione di istanze di candidatura per l'iscrizione nella Lista rappresentativa. Come riportato nel portale ICCD, tali inventari sono stati redatti

Fig. 6 - Elementi del patrimonio culturale immateriale italiano iscritti nelle liste UNESCO al 2023. Immagini da <https://ich.unesco.org/en/dive>, elaborazione digitale dell'autrice.

Intangible Cultural Heritage
Italy
Canto a tenore, Sardinian pastoral songs
Opera dei Pupi, Sicilian puppet theatre
Traditional violin craftsmanship in Cremona
Mediterranean diet
Celebrations of big shoulder-borne processional structures
Traditional agricultural practice of cultivating the 'vite ad alberello' (head-trained bush vines) of the community of Pantelleria
Art of Neapolitan 'Pizzaiuolo'
Art of dry stone walling, knowledge and techniques
The art of glass beads
Musical art of horn players, an instrumental technique linked to singing, breath control, vibrato, resonance of place and conviviality
Falconry, a living human heritage
Truffle hunting and extraction in Italy, traditional knowledge and practice
Lipizzan horse breeding traditions
The practice of opera singing in Italy
Traditional irrigation: knowledge, technique, and organization
Transhumance, the seasonal drowing of livestock
Alpinism
Celestinian forgiveness celebration

utilizzando la scheda BDI ridotta e la base dati di PACI. Successivamente, tuttavia, gli strumenti di inventariazione sono stati sostituiti da modelli più evoluti: il Modulo informativo MODI-AEI Applicazione alle entità immateriali (www.iccd.beniculturali.it/getFile.php?id=4885) e, dal febbraio 2019, lo strumento MEPI - Modulo per l'inventariazione degli elementi del Patrimonio Culturale Immateriale (www.iccd.beniculturali.it/it/780/inventari-convenzione-unesco-2003-dal-2019). Ulteriori inventari sono stati redatti a partire dal 2013 nell'ambito del progetto *Patrimonio culturale immateriale: l'inventariazione delle entità immateriali nei documenti audiovisivi*, sviluppato dall'ICCD nell'ambito del programma *500 giovani per la cultura*, teso a individuare il patrimonio culturale immateriale italiano all'interno della fonti audiovisive di interesse demoetnoantropologico, disponibili nel web o in luoghi di cultura pubblici o privati, con riferimento alle quattro aree tematiche "Culture alimentari", "Feste e riti del ciclo dell'anno", "Espressività di tradizione orale" e "Artigianato" (fig. 8); questo progetto ha portato alla produzione di 715 schede redatte secondo il modello MODI-AEI, pubblicamente consultabili e disponibili anche per la costruzione dei cosiddetti "percorsi culturali" (www.iccdold.beniculturali.it/500giovani) derivati dall'attività di inventariazione (Spagnuolo, 2016). Sul tema della Cultura alimentare, un progetto specifico è poi la realizzazione dell'*Inventario delle memorie della cultura alimentare della Campania*, che ha portato alla produzione di 100 schede nel formato MODI-AEI. Le schede afferenti a tutti gli inventari (fig. 9) sono disponibili nel portale ICCD (http://paci.iccd.beniculturali.it/iccd/cards/ricercaPaci).
Il Ministero dell'Istruzione e del Merito, congiuntamente con la Fondazione Scuola dei beni e delle attività culturali, lavora inoltre al progetto *UNESCO New Generation* (www.fondazionescuolapatrimonio.it/innovazione-e-sperimentazione/unesco-new-generation), che promuove azioni di sensibilizzazione e di educazione sul patrimonio culturale immateriale rivolte alle giovani generazioni, nel cui contesto vengono organizzati percorsi formativi per studenti e docenti. Il Ministero della cultura ha formato poi, nel gennaio 2022, l'*Osservatorio nazionale per il patrimonio immateriale dell'UNESCO*, che ha il compito di "monitorare, comprendere, valutare e orientare lo stato e l'attività degli elementi italiani iscritti nella lista del Patrimonio culturale immateriale dell'UNESCO" (unesco.cultura.gov.it/news/insediato-losservatorio-nazionale-per-il-patrimonio-immateriale-dellunesco). Ancora nel 2022, il patrimonio culturale immateriale UNESCO è stato protagonista dell'Italian Youth Forum annuale dell'Associazione Italiana Giovani per l'UNESCO, organizzato a Cagliari (aiguofficial.it/forum_aigu/iyf-2022).

Documentazione, conservazione e comunicazione del patrimonio culturale immateriale: il ruolo delle tecnologie digitali

Il ricorso alle tecnologie digitali integrate negli ambiti della documentazione e della valorizzazione del patrimonio culturale è ormai una prassi consolidata. Legittimato

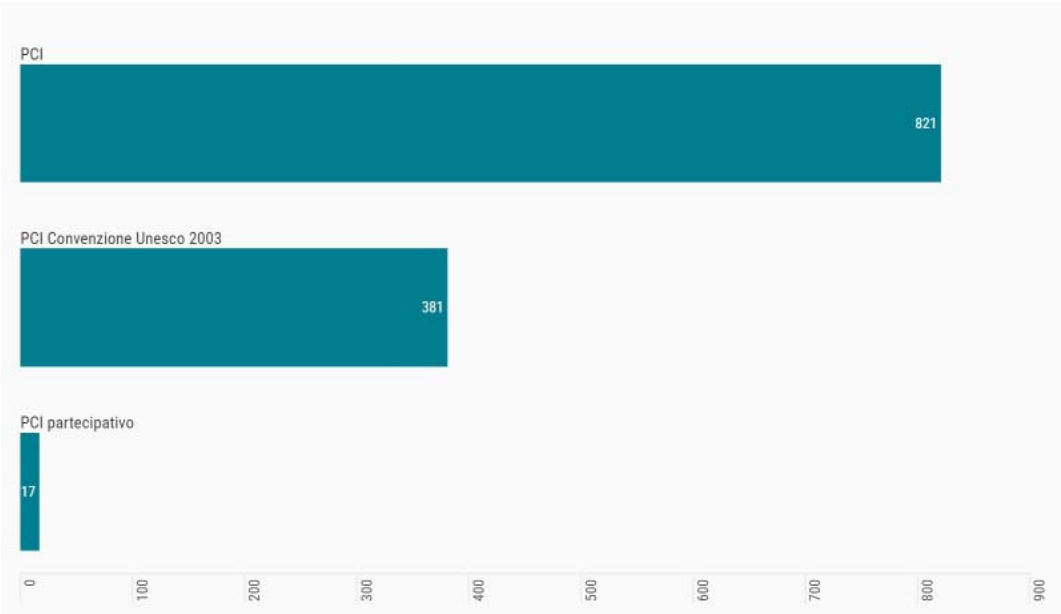


Fig. 7 - Inventari del patrimonio culturale immateriale italiano. Dati da portale ICCD, elaborazione digitale dell'autrice.

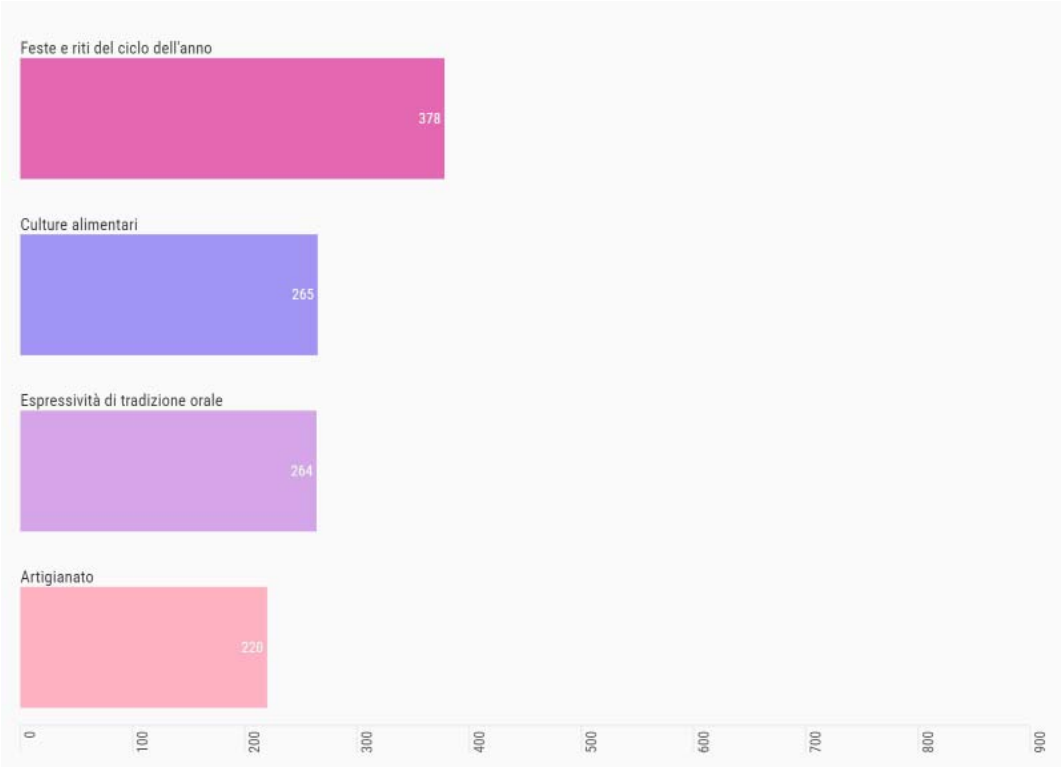


Fig. 8 - Catalogazione del patrimonio culturale immateriale italiano nell'ambito del programma *500 giovani per la cultura*. Dati da portale ICCD, elaborazione digitale dell'autrice.

dagli indirizzi della Carta di Londra per la visualizzazione digitale dei beni culturali (*London Charter, 2009*) e dei Principi di Siviglia per l'archeologia virtuale (International Forum of Virtual Archaeology, 2011), è stato ampiamente dibattuto in relazione al suo potenziale applicativo nel settore del patrimonio culturale (Brusaporci & Trizio, 2013; Cataldo, 2020) ed è attualmente ineludibile nelle pratiche di gestione dei beni. Tra gli ambiti di ricerca e innovazione individuati dal *Piano Nazionale della Ricerca 2021-2027* (Ministero dell'Università e della Ricerca, 2020) quello dedicato alla cultura fonda ogni azione sulle strategie di digitalizzazione del patrimonio. Inoltre, nella visione adottata dal *Piano nazionale di digitalizzazione del patrimonio culturale* (2022) emerge un orizzonte ancora più allargato, in cui lo scenario di un patrimonio costituito dalle sue componenti materiale e immateriale si inserisce nel più ampio "concetto di cultura digitale", all'insegna di una realtà sociale e culturale [intesa come] ecosistema digitale fondato sulle relazioni" (p. 13). All'interno di questa visione, la Traiettoria 2 (Digitale come ambiente) fa riferimento al valore del Patrimonio culturale digitale, inteso sia come componente del patrimonio (allineandosi agli intenti della convenzione UNESCO sulla salvaguardia del patrimonio digitale, cfr. UNESCO, 2003b) sia come sistema di servizi derivati dai processi di digitalizzazione. L'obiettivo della digitalizzazione del patrimonio culturale diviene dunque indispensabile per operare una reale trasformazione digitale: "l'ambiente digitale è […] un elemento abilitante per creare nuovi percorsi di senso del patrimonio culturale […] che tradizionalmente si valorizza nel tempo attraverso le interpretazioni che di esso vengono offerte [e che] nello spazio digitale accoglie diversi modelli interpretativi e nuovi pubblici ed è quindi in grado di produrre contenuti ulteriori" (*Piano nazionale di digitalizzazione del patrimonio culturale*, 2022, p. 16). Le tecnologie digitali svolgono un ruolo decisivo in tutte le fasi del *workflow* di gestione del patrimonio culturale (Menchetelli et al., 2023) e sono efficaci protagoniste dei processi di presentazione e di interpretazione (Brunelli, 2014), divenuti centrali nello scenario internazionale a partire dalla Carta di Ename (2005) e dalla *ICOMOS Charter for the Interpretation and Presentation of Cultural Heritage Sites* (2008) e ulteriormente amplificati con la nascita dell'associazione *Interpret Europe* (2009) e con la *Freiburg Declaration on Heritage Interpretation* (2011). Inoltre, offrono una gamma di possibilità applicative capaci di incrementare il coinvolgimento dei cittadini, in un'ottica di trasmissione e divulgazione della conoscenza basata su strategie di educazione al patrimonio (Ministero della Cultura, 2019) e capace di rafforzare la coesione delle comunità sociali.

In questo contesto generale riferito complessivamente al patrimonio culturale, appare significativo soffermarsi sulle pratiche incentrate sulla componente immateriale, fondate, oltre che sulla documentazione digitale attraverso opportune codifiche, anche sulla modalità narrativa attraverso lo *storytelling* digitale (Bonacini, 2021; Fiore & De Marco, 2022; Luigini & Moretti, 2023). All'interno della comunità scientifica del disegno sono state sviluppate alcune recenti esperienze che hanno di volta in volta fornito un quadro strategico e applicativo generale (Luigini & Panciroli, 2018), stipulato

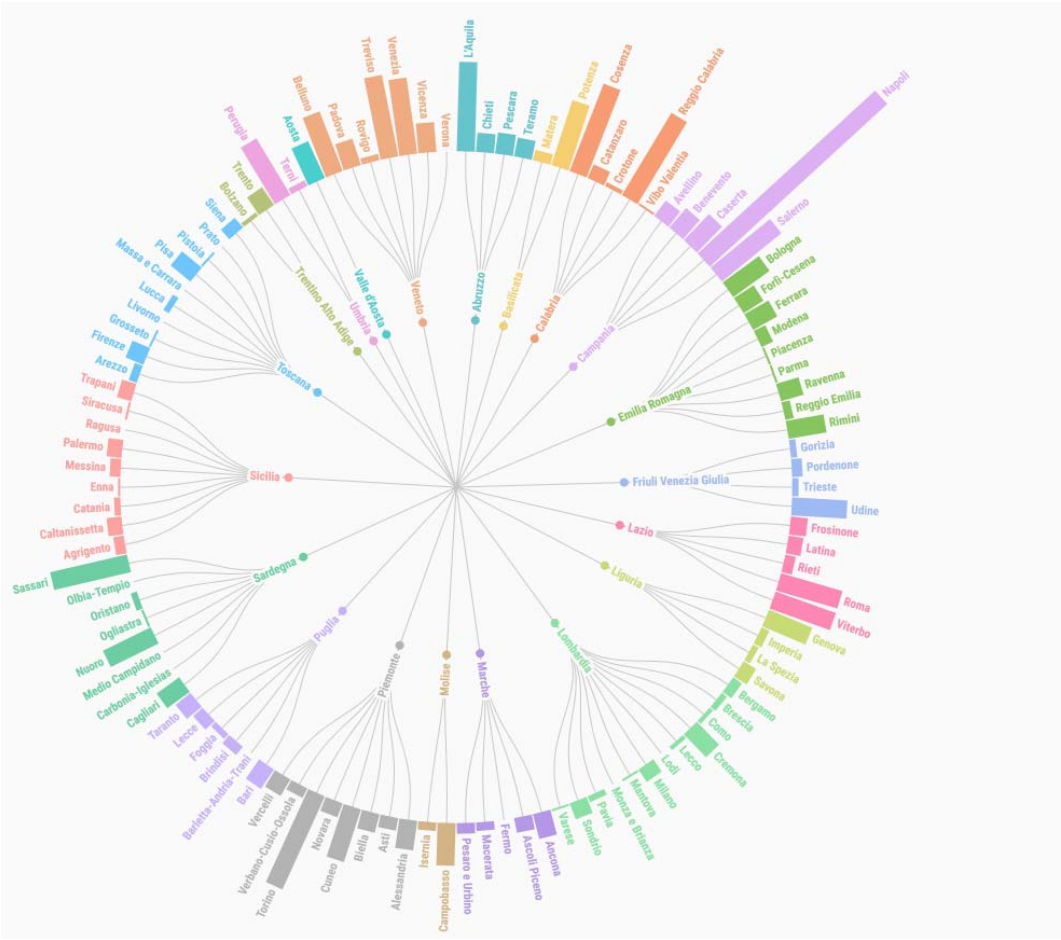


Fig. 9 - Catalogazione del patrimonio culturale immateriale italiano; sintesi complessiva degli inventari. Infografica ed elaborazione digitale dell'autrice.

protocolli strategici per il supporto alla documentazione digitale (Università Politecnica delle Marche), formulato approcci metodologici per la catalogazione sistematica di patrimoni complessi (Bertocci & Cioli, 2023), affrontato specifiche componenti del patrimonio immateriale (Rossi, 2020a; Lo Turco et al., 2021; Belardi et al., 2022).
Le politiche di gestione e amministrazione del patrimonio devono valutare opportunamente le possibili azioni di documentazione, conservazione e valorizzazione, stabilendo strategie mirate, di volta in volta calate nello specifico contesto dell'oggetto di studio. Come detto, nel caso dei beni culturali materiali gli approcci e le prassi operative sono ormai sperimentati e consolidati, come appare evidente dall'articolazione delle *Linee guida per la digitalizzazione del patrimonio culturale* (2022) al cui interno sono normate le scelte tecniche da compiere in relazione allo specifico progetto di digitalizzazione del bene. All'opposto, il dibattito in merito alla codificazione di metodologie standardizzate per l'indagine conoscitiva, la documentazione, la conservazione e la valorizzazione attraverso le tecnologie digitali del patrimonio immateriale, di norma formato sia da

componenti tangibili (luoghi, arredi, strumenti, attrezzi, prodotti) sia da componenti intangibili (gesti, riti, saperi, racconti), è aperto.
In proposito emergono due interrogativi cruciali. Il primo si sofferma su 'cosa' documentare: nell'impossibilità di digitalizzare la totalità degli aspetti delle espressioni del patrimonio immateriale, in particolare la dimensione performativa nelle sue continue rigenerazioni (basta pensare alle feste o alle rievocazioni, che vengono vissute e performate a ogni riproposizione, determinando una fruizione sempre nuova che contrasta con la ripetizione identica dell'esperienza di fruizione di un video), si pone la questione della selezione critica degli elementi da documentare e tramandare. Il secondo interrogativo si sofferma su 'come' documentare: i temi della rapida obsolescenza tecnologica e della definizione di standard opportuni per la digitalizzazione del patrimonio pongono in questo caso la necessità di individuare le procedure di documentazione più idonee: competenze, ruoli operativi, strumenti e attrezzature, tipologia di acquisizione (audio, video, fotografia ecc.), formati di codifica informatica, risoluzione, modalità e sedi di archiviazione sono solo alcuni degli aspetti da valutare e regolamentare.
La fase di documentazione del patrimonio immateriale può avvenire utilizzando gli strumenti e le tecniche disponibili per il rilievo digitale relativamente alla componente materiale, costituita da spazi interni o esterni, strumenti di lavoro, prodotti, oggetti, abiti ecc., che possono essere poi rappresentati attraverso cloni digitali e modelli 3D con arricchimento semantico e talora riprodotti attraverso tecniche FDM (*fused deposition modeling*). Relativamente alla componente immateriale, la documentazione digitale può avvenire mediante la scansione 3D di gesti e movimenti, la registrazione di riprese video o di interviste, l'acquisizione di file audio, che costituiranno poi i materiali di partenza per la costruzione di prodotti audiovisivi finalizzati alla narrazione.
Per quanto riguarda le fasi di presentazione e comunicazione, queste possono avere esiti in due ambiti distinti. Un primo ambito di sistemi *high-tech* può comprendere applicazioni di *edutainment* tra cui i *serious games* (Anderson et al., 2009; Mortara et al., 2014; Luigini et al., 2020; DaCosta & Kinsell, 2023), applicazioni di realtà virtuale, aumentata, mista o estesa con partecipazione immersiva (Rossi, 2020b), *virtual tour* o altre esperienze di fruizione a distanza (Trizio et al., 2021; Trizio & Savini, 2023). Un secondo ambito di sistemi *low-tech* può comprendere esperienze divulgative a bassa tecnologia prevalentemente basate sullo *storytelling* e sulle pratiche di interpretazione, comunicazione ed educazione (fig. 10).
In generale, come emerso già nel corso dell'edizione 2021 del forum LUBEC (Lucca Beni Culturali - Cantiere Cultura), l'obiettivo di rinnovare strutturalmente le modalità di documentazione e conservazione della memoria del patrimonio immateriale, per natura volatile e mutevole, deve condurre all'utilizzo di "tecniche audiovisuali che avvicinano l'opera documentaria a forme prossime alla videoarte, nel tentativo di rendere l'immagine non solo valida da un punto di vista scientifico di documentazione etnografica, ma anche coinvolgente dal punto di vista emotivo" (www.lubec.it/rinnovare-la-memoria-le-nuove-tecnologie-al-servizio-del-patrimonio-culturale-immateriale.html).

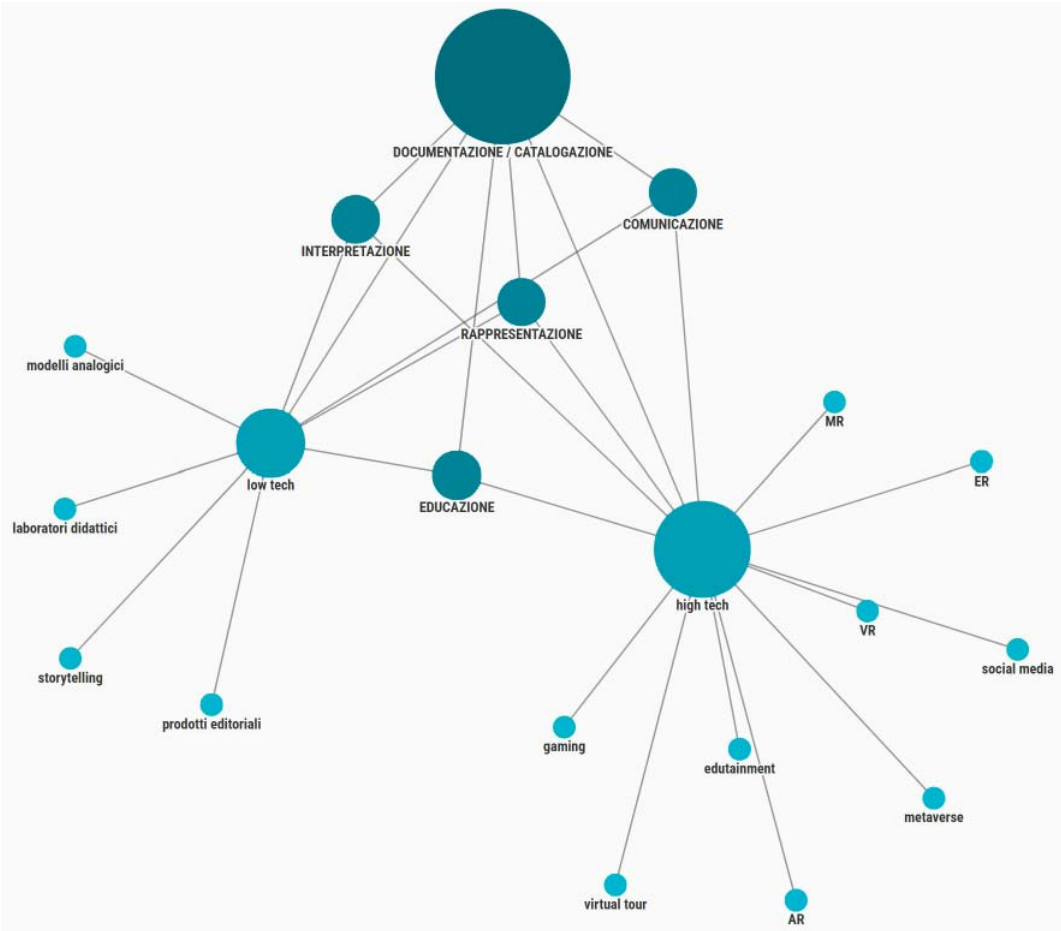


Fig. 10 - Mappa delle strategie di documentazione e comunicazione del patrimonio culturale immateriale. Infografica ed elaborazione digitale dell'autrice.

I primi esiti di questo approccio rinnovato sono raccolti nella piattaforma digitale *Unwritten Structures - Racconti (in)visibili* (www.raccontinvisibili.com), un evento espositivo itinerante che ha come fine primario la valorizzazione del patrimonio immateriale italiano all'estero.

Conclusioni

A fronte di un'accezione sempre più ampia e inclusiva del patrimonio culturale, ormai definitivamente acquisita dopo un lungo processo di revisione legislativa e linguistica, l'attenzione per la componente immateriale del patrimonio è una conquista relativamente recente.

Nel quadro normativo italiano, le disposizioni di riferimento in materia di beni culturali non contemplano prassi o provvedimenti specificamente dedicati al patrimonio immateriale. Inoltre, questa componente del patrimonio non viene elencata esplicitamente nel Catalogo dei Beni Culturali, ma deve essere ricercata tra i beni

demoetnoantropologici. La presa di coscienza del valore di civiltà associato a queste testimonianze è ormai storicizzata, tanto che per tutta la seconda metà del Novecento sono state intraprese numerose iniziative rivolte alla loro tutela, ma una disciplina organica pienamente orientata all'accezione contemporanea di patrimonio immateriale non è ancora disponibile. Di conseguenza, se i soggetti deputati alla salvaguardia e alla gestione del patrimonio culturale dispongono oggi di metodologie codificate e di prassi operative consolidate da applicare nel caso in cui l'oggetto di interesse sia un bene culturale materiale (sia esso mobile o immobile, architettonico o archeologico, librario o archivistico ecc.), non si può dire altrettanto per il patrimonio immateriale. Anche le procedure per la digitalizzazione dei beni materiali, che si avvalgono ormai fisiologicamente delle tecnologie digitali integrate, hanno raggiunto una diffusa standardizzazione e hanno delineato nel tempo protocolli di documentazione e gestione unificati. Tuttavia, la codifica di protocolli standardizzati per la documentazione e la digitalizzazione del patrimonio culturale immateriale è una frontiera ancora da esplorare nell'ottica di un complessivo allineamento delle procedure di amministrazione alla definizione estensiva del patrimonio culturale.

Note

[1] Il testo originale recita "*Culture or Civilization, taken in its wide ethnographic sense, is that complex whole which includes knowledge, belief, art, morals, law, custom, and any other capabilities and habits acquired by man as a member of society*" (Tylor, 1871, p. 1).

[2] *Legge 20 giugno 1909, n. 364 che stabilisce e fissa norme per l'inalienabilità delle antichità e delle belle arti* (G.U. 28 giugno 1909, n. 150), disponibile in <https://www.parcoarcheologicoappiaantica.it/wp-content/uploads/2018/06/L364_1909.pdf> (ultimo accesso 10 gennaio 2024).

[3] "*Cultural heritage includes artefacts, monuments, a group of buildings and sites, museums that have a diversity of values including symbolic, historic, artistic, aesthetic, ethnological or anthropological, scientific and social significance. It includes tangible heritage (movable, immobile and underwater), intangible cultural heritage (ICH) embedded into cultural, and natural heritage artefacts, sites or monuments. The definition excludes ICH related to other cultural domains such as festivals, celebration etc. It covers industrial heritage and cave paintings*" (UNESCO, 2009).

[4] Il riferimento non è soltanto alla *Convention for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage* (UNESCO, 2003a), volta alla tutela degli usi, dei saperi e delle pratiche che le comunità riconoscono come parte del loro patrimonio culturale, così come gli oggetti materiali a questi connessi, ma anche alla *Convention on Diversity of Cultural Expressions* (UNESCO, 2005), incentrata sulla salvaguardia delle specifiche identità culturali di popoli e gruppi sociali e sulla tutela della varietà dei modi di creazione artistica, di produzione e di diffusione delle espressioni culturali.

[5] Il Catalogo è consultabile all'indirizzo <https://www.catalogo.beniculturali.it/> (ultimo accesso 10 gennaio 2024).

[6] Ente del Ministero della Cultura per sua natura deputato alla predisposizione "di normative nazionali e […] norme e standard internazionali" nonché alla gestione del Catalogo dei Beni Culturali (www.iccd.beniculturali.it/it/istituto/chi-siamo).

[7] Regione Lazio, Istituto Italiano per il Catalogo e la Documentazione, Associazione italiana per le scienze etnoantropologiche. Per un approfondimento sulla metodologia adottata e sulla struttura della

scheda cfr. Bravo, Tucci, 2006, pp. 98-101.

[8] Tutta la documentazione è disponibile all'indirizzo <http://www.iccd.beniculturali.it/it/ricercanormative/67/bdi-beni-demoetnoantropologici-immateriali-4_00> (ultimo accesso 11 gennaio 2024).

[9] Il progetto è coordinato dall'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD) e condiviso dall'Istituto Centrale per i Beni Sonori ed Audiovisivi (ICBSA) e dall'Istituto Centrale per la Demoetnoantropologia (IDEA), ora Istituto Centrale per il Patrimonio Immateriale (ICPI).

[10] <http://paci.iccd.beniculturali.it/iccd/cards/ricercaPerRegione> (ultimo accesso 12 gennaio 2024).

[11] Le schede prevedevano modelli distinti per i documenti etnico-musicali (FKM), i documenti di narrativa (FKN), le testimonianze legate a cerimonie, riti e feste (FKC); esisteva anche una scheda FKO per le testimonianze materiali, poi evoluta e trasformata nell'attuale scheda BDM (Ministero per i beni culturali e ambientali, 1978; Tucci, 2006, p. 24).

[12] L. 167 del 27 settembre 2007 avente ad oggetto la *Ratifica ed esecuzione della Convenzione per la salvaguardia del patrimonio culturale immateriale*.

Riferimenti bibliografici

Anderson, E., McLoughlin, L., Liarokapis, F., Peters, C., Petridis, P., & Freitas, S. (2009). Serious Games in Cultural Heritage. In The M. Ashley, & F. Liarokapis (Eds.). *10th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage VAST - State of the Art Reports*, 29-48 <https://www.researchgate.net/publication/230778867_Serious_Games_in_Cultural_Heritage> (ultimo accesso 14 gennaio 2024).

Belardi, P., Menchetelli, V., Ramaccini, G., & Sorignani, C. (2022). MAD Memory Augmented Device: a Virtual Museum of Madness. In A. Giordano, M. Russo, & R. Spallone (Eds.), *Representation Challenges. New Frontiers of AR and AI Research for Cultural Heritage and Innovative Design* (pp. 245-252). FrancoAngeli.

Bertocci, S., & Cioli, F. (2023). *Firenze, città e commercio. Negozi storici e attività tradizionali*. Edifir.

Bonacini, E. (2021). Storytelling digitale in ambito culturale e il suo ruolo in ambito educativo. In *Culture digitali*, n. 0 (2021). <https://www.diculther.it/rivista/storytelling-digitale-in-ambito-culturale-e-il-suo-ruolo-in-ambito-educativo/> (ultimo accesso 13 gennaio 2024).

Bravo, G.L., & Tucci, R. (2006). *I beni culturali demoetnoantropologici*. Roma, Carocci.

Broccolini, A. (2015). Folclore, beni demoetnoantropologici e patrimonio immateriale. In *L'Italia e le sue Regioni* (pp. 175-188). Roma, Istituto della Enciclopedia Italiana. <https://www.treccani.it/enciclopedia/beni-demoetnoantropologici-e-patrimonio-immateriale-folclore_%28L%27Italia-e-le-sue-Regioni%29/> (ultimo accesso 10 gennaio 2024).

Brunelli, M. (2014). *Heritage interpretation: un nuovo approccio per l'educazione al patrimonio*. EUM edizioni università di macerata.

Brusaporci, S., & Trizio, I. (2013). La "Carta di Londra" e il patrimonio architettonico: riflessioni circa una possibile implementazione. *Scires.it*, 3(2), 55-68. https://doi.org/10.2423/i22394303v3n2p55

Carta ICOMOS de Ename (2005). Instituto del Patrimonio Cultural de España. <https://www.ge-iic.com/wp-content/uploads/2006/07/Carta_de_Ename.pdf > (ultimo accesso 13 gennaio 2024).

Cataldo, M.F. (2020). Preservare la memoria culturale: il ruolo della tecnologia. *Aedon*, 2, 88-95. https://doi.org/10.7390/98485

DaCosta, B., & Kinsell, C. (2023). Serious Games in Cultural Heritage: A Review of Practices and Considerations in the Design of Location-Based Games. *Education Sciences*, 13(47). https://doi.org/10.3390/educsci13010047

Documentazione e Studi RAI (1977). *Folk. Documenti sonori. Catalogo informativo delle registrazioni musicali originali*. Torino: ERI Edizioni RAI Radiotelevisione Italiana. <https://www.teche.rai.it/wp-content/uploads/2016/03/Folk-Documenti-sonori-P.pdf> (ultimo accesso 12 gennaio 2024).

Fabietti, U., & Remotti, F. (a cura di). (1997). *Dizionario di antropologia. Etnologia, antropologia culturale, antropologia sociale*. Zanichelli.

Fiore, I., & De Marco, E.L. (2022). Storytelling digitale ed educazione al patrimonio immateriale: una revisione descrittiva. *LLL Lifelong, Lifewide Learning*, 18(41), 84-99. https://doi.org/10.19241/lll.v18i41.681

Freiburg Declaration on Heritage Interpretation (2011). Interpret Europe. <https://www.interpret-europe.net/fileadmin/Documents/publications/Fbg-declaration-web.pdf> (ultimo accesso 13 gennaio 2024).

International Forum of Virtual Archaeology (2011). *Principles of Sevilla. International Principles of Virtual Archaeology*. <https://icomos.es/wp-content/uploads/2020/06/Seville-Principles-IN-ES-FR.pdf> (ultimo accesso 10 gennaio 2024).

Linee guida per la digitalizzazione del patrimonio culturale (2022). Digital Library. Istituto centrale per la digitalizzazione del patrimonio culturale. <https://digitallibrary.cultura.gov.it/wp-content/uploads/2023/06/PND-allegato1.pdf> (ultimo accesso 13 gennaio 2024).

Lo Turco, M., Giovannini, E.C., & Tomalini, A. (2021). Valorizzazione del patrimonio immateriale attraverso le tecnologie digitali: la Passione di Sordevolo/Enhancing intangible heritage through digital technologies: la Passione di Sordevolo. In A. Arena, M. Arena, D. Mediati, & P. Raffa (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Linguaggi Distanze Tecnologie. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Connecting. Drawing for weaving relationship. Languages Distances Technologies. Proceedings of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers* (pp. 1689-1708). FrancoAngeli.

London Charter (2009). La Carta di Londra. <https://londoncharter.org/fileadmin/templates/main/docs/london_charter_1_1_it.pdf> (ultimo accesso 10 gennaio 2024).

Luigini, A., Fanini, B., Basso, A., & Basso, D. (2020). Heritage education through serious games. A web-based proposal for primary schools to cope with distance learning. In *VITRUVIO - International Journal of Architectural Technology and Sustainability*, 5(2), 73-85. doi: 10.4995/vitruvio-ijats.2020.14665

Luigini, A., & Moretti, M.M. (2023). *Visual storytelling. 14 punti di vista*. List.

Luigini, A., & Panciroli, C. (2018). *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al Patrimonio*. Milano: FrancoAngeli.

Mandarano, N. (2019). *Musei e media digitali*. Carocci.

Menchetelli, V., Cotana, F., & Spippoli, C. (2023). A Methodological Workflow for Cultural Heritage Management. The Case Study of Umbrian Castles. In *DISEGNARECON*, 16(31). (in corso di pubblicazione)

Ministero della Cultura (2019). *Piano Nazionale per l'Educazione al Patrimonio*. <https://dgeric.cultura.gov.it/educazione/piano-nazionale-per-leducazione-al-patrimonio/> (ultimo accesso 13 gennaio 2024).

Ministero della Cultura (2022). Patrimonio demoetnoantropologico. <https://www.soprintendenzabrescia.beniculturali.it/it/259/patrimonio-demoetnoantropologico> (ultimo accesso 10 gennaio 2024).

Ministero per i beni culturali e ambientali (1978). *Ricerca e catalogazione della cultura popolare*. Roma: Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione - Museo Nazionale delle Arti e Tradizioni Popolari. <http://www.iccd.beniculturali.it/getFile.php?id=1622> (ultimo accesso 12 gennaio 2024).

Ministero dell'Università e della Ricerca (2020). *Piano Nazionale della Ricerca 2021-2027*. <https://www.mur.gov.it/sites/default/files/2021-01/Pnr2021-27.pdf> (ultimo accesso 13 gennaio 2024).

Mortara, M., Catalano, C.E., Bellotti, F., Fiucci, G., Houry-Panchetti, M., & Petridis, P. (2014). Learning cultural heritage by serious games. *Journal of Cultural Heritage*, 15(3), 318-325. <http://dx.doi.org/10.1016/j.culher.2013.04.004>

Piano nazionale di digitalizzazione del patrimonio culturale (2022). Digital Library. Istituto centrale per la digitalizzazione del patrimonio culturale. <https://digitallibrary.cultura.gov.it/wp-content/uploads/2023/10/PND_V1_1_2023-1.pdf> (ultimo accesso 13 gennaio 2024).

Rossi, D. (2020a). Le Marche in tavola: Realtà Virtuale e Realtà Aumentata per il patrimonio alimentare/Le Marche in tavola: Virtual and Augmented Reality for food heritage. In Arena A., Arena M., Brandolino R.G., Colistra D., Ginex G., Mediati D., Nucifora S., & Raffa P. (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Connecting. Drawing for weaving relationships. Proceedings of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers* (pp. 3756-377). FrancoAngeli.

Rossi, D. (2020b). *Realtà virtuale: disegno e design*. Aracne.

Spagnuolo, F. (2016). La valorizzazione del patrimonio culturale immateriale attraverso la realizzazione di percorsi culturali. In *paci.iccd.beniculturali.it* <http://www.iccd.beniculturali.it/getFile.php?id=5349> (ultimo accesso 12 gennaio 2024).

The ICOMOS Charter for the Interpretation and Presentation of Cultural Heritage (2008). ICIP ICOMOS. <https://www.icomos.org/images/DOCUMENTS/Charters/interpretation_e.pdf> (ultimo accesso 13 gennaio 2024).

Trizio, I., Savini, F., Marra, A., & Ruggieri, A. (2021). The Virtual Tour as a Digital Tool for Linking the Disciplines of the Drawing and the Archaeology of Buildings. *diségno*, 8, 157-178. https://doi.org/10.26375/disegno.8.2021.16

Trizio, I., & Savini, F. (2023). L'ultima dimora di Pino Zac: documentazione e valorizzazione digitale di uno studio d'artista/The Last Home of Pino Zac: Documentation and Digital Enhancement of an Artist's Studio. In M. Cannella, A. Garozzo, & S. Morena (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* (pp. 2107-2128). FrancoAngeli.

Tucci, R. (2006). Il patrimonio demoetnoantropologico immateriale fra territorio, documentazione e catalogazione. In *Scheda BDI 3.01*, pp. 20-29. <http://iccd.beniculturali.it/getFile.php?id=3263> (ultimo accesso 12 gennaio 2024).

Tucci, R. (2013). Beni culturali immateriali, patrimonio immateriale: qualche riflessione fra dicotomie, prassi, valorizzazione e sviluppo. In *Voci*, X, pp. 183-190. <http://paci.iccd.beniculturali.it/paciSito/index.php?option=com_content&view=article&id=146&Itemid=343> (ultimo accesso 12 gennaio 2024).

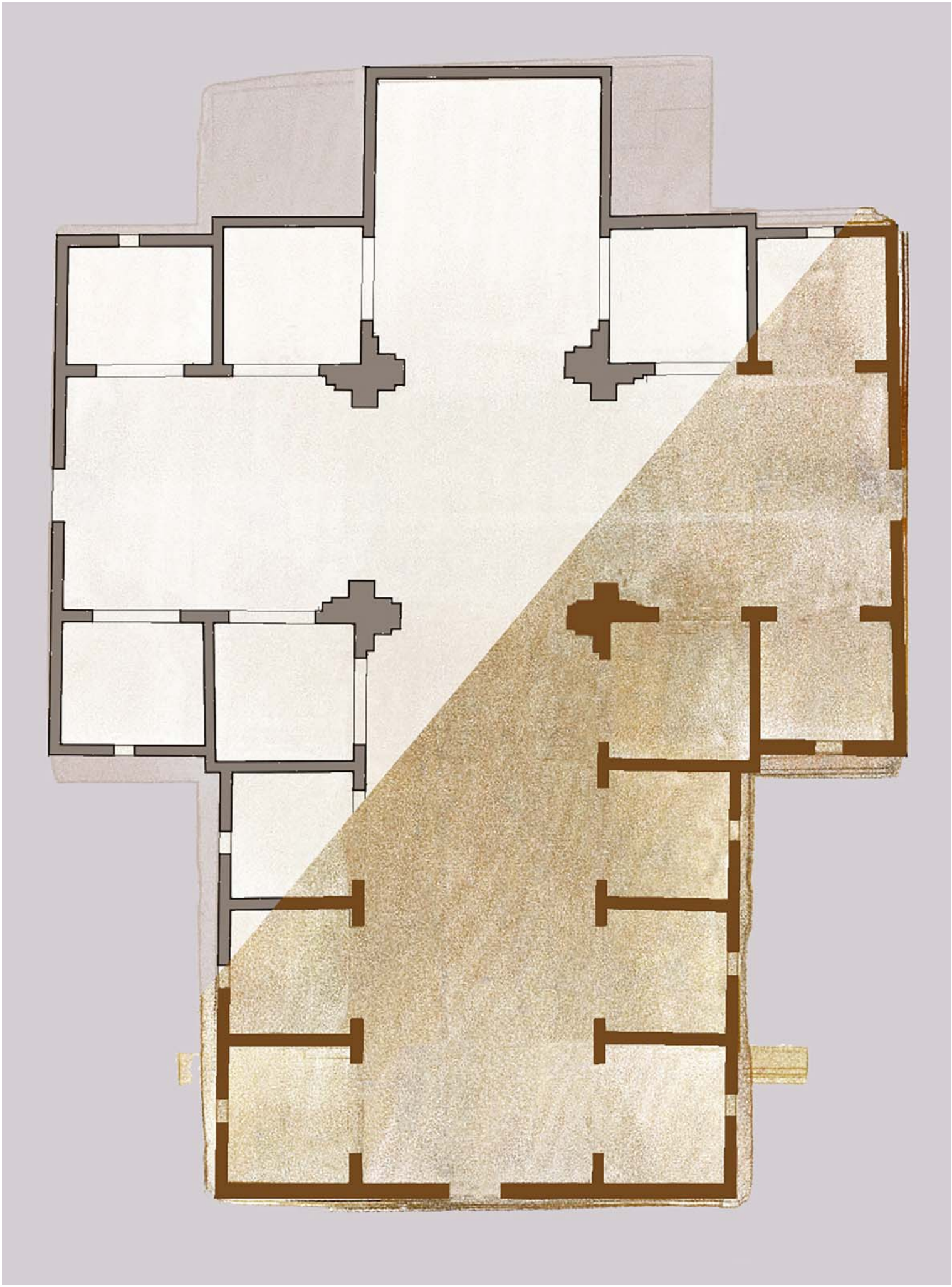
Tylor, E.B. (1871). *Primitive Culture. Researches into the Development of Mythology, Philosophy, Religion, Art, and Custom*. London: J. Murray.

UNESCO (2003a). Convention for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage. *ich.unesco*.org. <https://ich.unesco.org/en/convention> (ultimo accesso 13 gennaio 2024).

UNESCO (2003b). Charter on the Preservation of Digital Heritage. <https://www.unesco.org/en/legal-affairs/charter-preservation-digital-heritage> (ultimo accesso 13 gennaio 2024).

UNESCO (2005). *Convention on Diversity of Cultural Expressions*. unesco.org. <https://www.unesco.org/creativity/en/2005-convention> (ultimo accesso 10 gennaio 2024).

UNESCO Institute for Statistics (2009). *UNESCO Framework for Cultural Statistics* <https://uis.unesco.org/en/glossary-term/cultural-heritage> (ultimo accesso 10 gennaio 2024).



Il modello ligneo della Chiesa di san Giuseppe a Firenze: alcune considerazioni

Marcello Scalzo[1], Francesco Tioli[1], Andrea Caprara[1]

[1]Dipartimento di Architettura- DIDA, Università degli Studi di Firenze, ITALY

marcello.scalzo@unifi.it; francesco.tioli@unifi.it; andrea.caprara@gmail.com

Parole chiave: Modelli lignei; Chiesa San Giuseppe Firenze; Chiesa San Marco Firenze; Baccio d'Agnolo.

Abstract

Il modello ligneo oggetto di studio è conservato nel Museo del Convento di San Marco a Firenze; tradizionalmente è attribuito a Baccio d'Agnolo e probabilmente realizzato tra il primo e il secondo decennio del 1500. Si ritiene sia un progetto per la chiesa di San Giuseppe o, in alternativa, per un ampliamento di quella domenicana annessa al Convento di San Marco.
Il modello realizzato in legni di pioppo, abete e castagno, misura 171 cm x 129 cm, con un aula di 35 cm x 83 cm, cappelle laterali di pianta quadrata, con dimensioni massime di 19 cm x 19 cm; l'altezza alla cuspide del timpano è di 54 cm circa. La sua concezione originale presenta uno schema a croce latina, con tre cappelle lungo la navata e due sui bracci del transetto. Il modello sembra richiamarsi al concetto brunelleschiano di spazialità totale, schema che rimanda alle chiese di San Gallo di Giuliano da Sangallo e di San Salvatore al Monte del Cronaca, specie per la caratteristica disposizione delle cappelle posizionate intorno al perimetro murario interno.
Sul modello non vi sono segni o tracce di elementi che possano provarne datazione, paternità e finalità d'uso; la prima notizia sul manufatto è del Vasari nella *Vita di Baccio d'Agnolo*, è poi menzionato altre volte nella letteratura dal XVII al XIX secolo in cui lo si descrive abbandonato nel magazzino della chiesa di San Giuseppe. Alla luce di questi scritti, si potrebbe ipotizzare che il modello fosse stato realizzato da Baccio d'Agnolo per la ristrutturazione della chiesa di San Marco, intervento che alla fine non gli fu commissionato, e che successivamente l'Artista lo avesse riproposto per i lavori in San Giuseppe. Ma le risorse economiche della confraternita si rivelarono ben diverse da quelle dei Domenicani, per cui il progetto fu drasticamente ridimensionato.
Le campagne di rilievo del modello ligneo sono state condotte in due fasi distinte per epoca e metodologia: un primo intervento risale al 2003 ed è stato realizzato in modo tradizionale mediante misurazioni dirette, mentre nel 2023 è stata realizzata una copia digitale del modello utilizzando uno scanner tridimensionale. Si sono quindi sovrapposti e comparati i due risultati per procedere a una analisi delle diverse procedure.

The wooden model under study is kept in the Museum of the Convent of San Marco in Florence; it is traditionally attributed to Baccio d'Agnolo and probably made between the first and second decade of the 16th century. It is believed to be a project for the church of San Giuseppe or an extension of the Dominican church attached to the Convent of San Marco.

Fig. 1 - Pianta del modello con sovrapposizione tra rilievo tradizionale (2003) e rilievo digitale con scanner tridimensionale (2023).

The model, made of poplar, fir and chestnut wood, measures 171 cm x 129 cm, with a hall measuring 35 cm x 83 cm, square side chapels, with maximum dimensions of 19 cm x 19 cm; the height at the gable spire is approximately 54 cm. Its original design presents a Latin cross plan, with three chapels along the nave and two on the transept arms. The model seems to recall Brunelleschi's concept of total spatiality. This scheme refers to the churches of San Gallo by Giuliano da Sangallo and San Salvatore al Monte by Cronaca, especially for the characteristic arrangement of the chapels positioned around the inner wall perimeter.
No signs or traces on the model can prove its dating, authorship and purpose of use. The first mention of the artefact is by Vasari in the Vita di Baccio d'Agnolo*, and it is then mentioned other times in literature from the 17th to the 19th century in which it is described as being abandoned in the storeroom of the church of San Giuseppe. In light of these writings, one could speculate that Baccio d'Agnolo had made the model for the renovation of the church of San Marco. This intervention was ultimately not commissioned of him, and the artist later re-proposed it for the work in San Giuseppe. However, the economic resources of the confraternity turned out to be quite different from those of the Dominicans, so the project was drastically scaled down.*
The wooden model's survey campaigns were conducted in two phases, distinct in terms of time and methodology: the first dates back to 2003 and was carried out in the traditional way using direct measurements, while in 2023, a digital copy of the model was made using a three-dimensional scanner. The two results were then superimposed and compared to analyse the different procedures.

I modelli architettonici

Sin dal mondo antico è documentato l'utilizzo di modelli architettonici in scala ridotta, ci sono infatti giunti esempi egizi, etruschi, greci e romani di modelli raffiguranti case e templi. Solitamente non si tratta di modelli di progetto, ma di rappresentazioni di architetture esistenti realizzate, molto probabilmente, come offerte votive (Millon,1994, p. 19).
Anche nel medioevo il valore simbolico del modello è spesso documentato: i costruttori e i patrocinatori offrono il simulacro dell'edificio da realizzare alle autorità superiori (Gavinelli,1993, pp. 175-178); non è raro trovare nei dipinti medievali Santi che sostengono nelle mani il modello di una chiesa, o Santi patroni che sorreggono un modello schematico della città protetta. Un altro esempio vede i finanziatori dell'edificio che offrono un modellino della costruzione per richiedere protezione divina: in un esempio famoso, nel Giudizio Universale nella Cappella Scrovegni, Giotto ritrae il patrocinatore nell'atto di offrire l'edificio al Cristo e alla Madonna (Adorno, 1985, p. 540).
A partire dal XIV secolo esiste una ricca documentazione sull'uso di modelli lignei: ad esempio per il cantiere del Duomo di Firenze, tra il 1366 e il 1367, ne vengono eseguiti tre per i progetti di Arnolfo, di Giovanni di Lapo Ghini e di Francesco Talenti (Pietramellara, 1984, pp. 132-139). Anche per la costruzione delle cattedrali a Milano e Bologna si realizzano modelli in scala.
Il Rinascimento vede come prassi abituale l'utilizzo di modelli per i concorsi, per il giudizio della committenza, per la valutazione o per una verifica da parte dello stesso architetto di un progetto. Nel XV e XVI secolo i disegni, per quanto precisi, non bastano a fornire l'idea specifica della volumetria dell'edificio progettato, soprattutto a committenti che abbiano poca dimestichezza con i codici della rappresentazione grafica (Jestaz, 1995, pp. 121-125.).

Fig. 2 - Baccio d'Agnolo, modello ligneo di chiesa, Museo di San Marco, Firenze. Facciata laterale.

Nei grandi concorsi i candidati devono esporre i loro progetti avvalendosi di riproduzioni in scala; ad esempio, Brunelleschi, in collaborazione con Antonio Manetti Ciaccheri [1] ne realizza uno in mattoni e legno, e altri due lignei per la lanterna [2] e per il ballatoio della cupola di Santa Maria del Fiore. É inoltre documentata l'esistenza di altri modelli del Brunelleschi, oggi perduti, per le fabbriche di: San Lorenzo [3], Rotonda di Santa Maria degli Angeli [4], Cappella Pazzi e Santo Spirito.
Anche il cantiere della basilica di San Pietro ha una storia plurisecolare di modelli lignei realizzati; la lista degli artefici include: Donato Bramante, Raffaello, Baldassarre Peruzzi, Antonio da Sangallo il Giovane, Michelangelo, Giacomo Della Porta, Carlo Maderno. Alcuni di questi modelli hanno dimensioni tali da potervi perfino entrare dentro per valutarne la volumetria di progetto [5].
L'importanza dei modelli nel processo progettuale è sottolineata dalla numerosa iconografia che raffigura la presentazione di progetti ai committenti da parte di architetti proprio a mezzo di queste riproduzioni in scala [6].
I modelli possono essere estremamente descrittivi, arrivando alla definizione di fregi e decorazioni, oppure intenzionalmente sintetici, come quelli di Brunelleschi per la Cupola di Santa Maria del Fiore, indicanti esclusivamente volumetrie e rapporti proporzionali.
Qualunque sia il dettaglio raggiunto, il modello risponde al bisogno di tridimensionalità e fisicità dei sistemi della rappresentazione (Consalez & Bertazzoni, 1998, p. 4) e contiene, pur in maniera diversamente sintetica, tutto il bagaglio espressivo che permette la descrizione di un progetto (Ragazzo, 1994, pp. 408-409).
Per quanto a partire dal XVII secolo i progressi della Geometria Descrittiva rendano possibile la rappresentazione bidimensionale anche di architetture molto complesse,

il ruolo dei modelli non va esaurendosi; questo ne spiega l'esistenza anche nei secoli nel XVII e XVIII sino agli inizi del XIX, epoca in cui i progressi nel campo della scienza delle costruzioni trovano valide conferme nelle analogie formali e strutturali tra modello e architettura.

Vita e opere di Baccio d'Agnolo

Bartolomeo d'Agnolo Baglioni, detto Baccio d'Agnolo, nasce nel 1462 (Cecchi, 1990, p. 31) a Firenze da una famiglia di artigiani. Da giovane lavora come intagliatore insieme al padre (Vasari, 1993, p. 826), poi come apprendista presso i fratelli Da Maiano che hanno bottega in via de' Servi a Firenze, vicino all'abitazione dei Baglioni [7].
I suoi primi lavori, ornamenti in legno (Bocchi, 1677, p. 251), purtroppo perduti, sono del 1485 per la cappella in Santa Maria Novella (Marchini, 1981, pp. 163-170) proprietà della famiglia Tornabuoni, i cui lavori terminano nel 1496; in questi anni si sposa con Nanna. Dal 1495 realizza con altri legnaioli i cassettoni del soffitto per la Sala del Maggior Consiglio a Palazzo Vecchio [8], con Capomastro Simone del Pollaiolo detto il Cronaca (Vasari, 1993, pp. 649-653); i lavori sono eseguiti nel periodo della Repubblica fiorentina condizionata da Girolamo Savonarola.
Nel 1499, su indicazione del Cronaca di cui è collaboratore, Baccio viene nominato Capomastro (Cecchi, 1990, pp. 37, 72) del cantiere in Palazzo Vecchio: realizza un portale per la Sala del Maggior Consiglio e altri interventi nelle stanze del Gonfaloniere. Con lui collaborano Jacopo d'Andrea del Mazza e Benedetto da Rovezzano, ma vi transitano anche famosi artisti: Raffaello, Michelangelo, Sansovino (Benevolo, 1988, p. 231), una bottega che diventa un punto di riferimento di importanti personalità della cultura fiorentina (Borsi, 1974, p.137).
Nel 1500 realizza l'ancona dell'altare maggiore della SS. Annunziata (Cecchi,1990, p. 39), distrutta nel 1655 per far posto ad un altare in barocco. Nel 1503 lavora alla costruzione dei palazzi Borgherini in borgo Santi Apostoli e Taddei in Via dei Ginori: il modello di casa proposto da Baccio, desunto da Palazzo Horne del Cronaca, resta valido per almeno mezzo secolo (Ginori Lisci, 1985, pp. 359, 360). Del 1506 è il campanile di Santo Spirito (Lugli, 1971, p. 190), terminato dopo la sua morte, ma seguendo il suo disegno originale (Bocchi, 1677, p. 143). Sempre nel 1506 con i fratelli da Sangallo e col Cronaca (Cecchi, 1990, p. 40) ottiene la carica di Capomastro dell'Opera del Duomo, questi nel 1507, bandiscono il concorso per il ballatoio della Cupola (Corazzi, 1995, pp. 22-24): vincitore risulta il modello presentato dai quattro artisti. Nel 1508 Baccio si ritrova solo nel ruolo di Capomastro, in seguito alla morte del Cronaca e all'abbandono dei Sangallo. La costruzione del ballatoio (Chastel, 1983, p. 214) termina nel 1515 [9]: l'opera è aspramente criticata soprattutto da Michelangelo che la definisce 'gabbia per grilli', percependo il ballatoio di Baccio come un ornamento che deturpa la pulita volumetria della Cupola brunelleschiana.

Fig. 3 - Baccio d'Agnolo, modello ligneo di chiesa, Museo di San Marco, Firenze. A- Facciata; B- Interno.

Nel 1512, dopo un soggiorno a Roma, Baglioni torna a Firenze, realizza un modello per l'ampliamento della chiesa di San Marco, come attestato dal pagamento nel 1520 [10]; il progetto non si concretizza, l'intervento di Baccio si limita al solo campanile del convento [11]. Sul finire del 1512 viene rinominato responsabile della fabbrica di Palazzo Vecchio [12], realizza con aiuti la Cappella dei Priori [13]; di quest'anno è Palazzo Lanfredini (Lugli, 1971, p. 211), a ponte S. Trinita. Nel 1515 Leone X gli commissiona la costruzione della chiesa di San Giuseppe, per la quale prepara il modellino ligneo, oggetto del presente studio.
Tra il 1516 e il 1525, con Antonio da Sangallo il Vecchio, Baccio completa piazza SS. Annunziata: realizza la loggia della Confraternita dei Servi di Maria, di fronte a quella degli Innocenti (Bucci & Bencini, 1973a, pp. 4, 57). Nel 1517 Papa Leone X incarica il Baglioni e Michelangelo di proporre alcune idee per la facciata di San Lorenzo: della collaborazione, interrotta presto per evidenti incompatibilità, ci restano solo alcuni disegni e un modello ligneo [14].
Tra il 1517 e il 1520 Baccio lavora nel palazzo della famiglia Antinori e nella loro cappella in San Michele Visdomini di cui realizza il campanile e prepara il progetto per quello di San Miniato al Monte. Al 1520 [15] si data Palazzo Bartolini Salimbeni (Bucci & Bencini, 1973b, pp. 41-48) in piazza S. Trinita, un edificio innovativo, sebbene le sue originalità non siano apprezzate dai contemporanei. Del 1529 è palazzo Ridolfi [16] in via Maggio. Il Baglioni continua la sua attività di legnaiuolo: con la sua bottega realizza una cornice per una pala nella chiesa di Cestello [17] e un'altra per la Deposizione del Pontormo nella cappella Capponi in Santa Felicita.
Ormai collaborano con lui i figli Filippo, Francesco e Domenico; in San Marco esegue un tabernacolo nella Cappella di Sant'Antonino [18]; nel 1533 per Palazzo Strozzi (Bucci & Bencini, 1973b, p. 23) lavora come "legnaiolo" per porte, finestre, camini, soffitti e soppalchi e per la realizzazione dei sedili in pietra sulla facciate. Con il figlio Domenico, progetta il coro della chiesa di S. Agostino a Perugia; lavora nei palazzi fiorentini (Ginori Lisci, 1985, pp. 675-681) delle famiglie Nasi, Gerini, Niccolini (Bucci & Bencini, 1973a, pp. 64-68), e forse anche per Cocchi-Serristori e Sforza-Alimeni [19]. Un'ultima opera nel 1534 è la lanterna della cupola di S. Biagio a Montepulciano (Lotz, 1995, p. 42), di Antonio da Sangallo il Vecchio. Baccio muore a Firenze nel 1543 "essendo anco di saldo e buon giudizzio" (Vasari, 1993, p. 827).

Il modello di chiesa di Baccio d'Agnolo

La prima notizia sul modello ligneo per la chiesa di San Giuseppe è del Vasari nella Vita di Baccio d'Agnolo; in seguito viene citato dal Rossetti nel 1657, dal Richa (Richa, 1972, p. 180) nel 1754 che lo dà per smarrito, e dal Fioretti (Fioretti, 1885, p. 178) nel 1855 che lo ricorda nel magazzino della stessa chiesa. E qui lo rinviene Alessandro Chiappelli nel 1913, che lo presenta in un articolo del *Bollettino del Ministero della Pubblica Istruzione* (Chiappelli, 1922, pp. 563-566) nel 1922. Nel 1992 ne scrivono Borgo e

Fig. 4 - Baccio d'Agnolo, modello ligneo di chiesa, Museo di San Marco, Firenze. Vista dall'alto.

Saalman (L. Borgo & H. Saalman, 1978, p. 15-23) attribuendo il modello sempre al Baglioni, ma realizzato per la chiesa di San Marco, ricollegandosi al documento del 2 aprile 1512, con il quale i padri Domenicani approvano i lavori da eseguire seguendo il modello di Baccio. I due studiosi affermano che il plastico rappresenti un progetto troppo monumentale per essere ricondotto alla piccola Confraternita di San Giuseppe. Del modello torna a parlare Vittorio Vasarri (Vasarri, 1982, p. 11) nel 1982 che ne riassegna la realizzazione per San Giuseppe.
Se l'incarico dei padri Domenicani per i lavori in San Marco è del 1512 e quello di Leone X per la costruzione del San Giuseppe è del 1515, potremmo supporre che il modello sia stato realizzato inizialmente per la prima chiesa e che Baccio lo abbia poi riproposto (identico o semplificato) per la seconda, ciò spiegherebbe il ritrovamento nei suoi magazzini.
La situazione finanziaria della Confraternita, ben diversa da quella dei Domenicani, porta al ridimensionamento di un'impresa troppo monumentale. Questo giustificherebbe le differenze riscontrate tra il modello e la chiesa poi realizzata.
Il modello (figg. 2-5) costruito in legni di pioppo, abete e castagno, attualmente conservato nel Museo di San Marco di Firenze [20], misura 171 cm x 129 cm, con un aula di 35 cm x 83 cm, cappelle laterali, di pianta quadrata, con dimensioni massime

Fig. 5 - Baccio d'Agnolo, modello ligneo di chiesa, Museo di San Marco, Firenze. Vista dall'alto, particolare.

di 19 cm x 19 cm (figg. 6, 9); l'altezza alla cuspide del timpano è di 54 cm circa [21]. Rappresenta una chiesa con pianta a croce latina, con aula e transetto fiancheggiati da cappelle e coro aggettante. In facciata e sulle teste dei transetti sono collocate le porte di ingresso; di dimensioni leggermente maggiori rispetto alle altre risultano le quattro cappelle poste all'incrocio tra aula e transetto. L'impianto planimetrico proposto da Baccio è decisamente originale, benché richiami i progetti per le chiese di San Gallo di Giuliano da Sangallo, del San Salvatore del Cronaca, del San Paolino a Lucca di Baccio da Montelupo, e forse del Sant'Andrea a Mantova dell'Alberti (Scalzo, 2010, p. 55).

La chiesa di San Giuseppe

La chiesa di San Giuseppe (fig. 8) viene edificata nel luogo dove era ubicato un Oratorio dedicato a Santa Maria del Giglio, di cui si hanno notizie dal 1405 [22]. Papa Leone X nel 1515 promulga delle indulgenze a favore della Compagnia di San Giuseppe per la costruzione della chiesa [23]; i lavori di ristrutturazione dell'antico Oratorio (Landucci, 1883, p. 365) iniziano il 19 maggio 1519 [24] per continuare anche dopo la morte dell'architetto nel 1543.

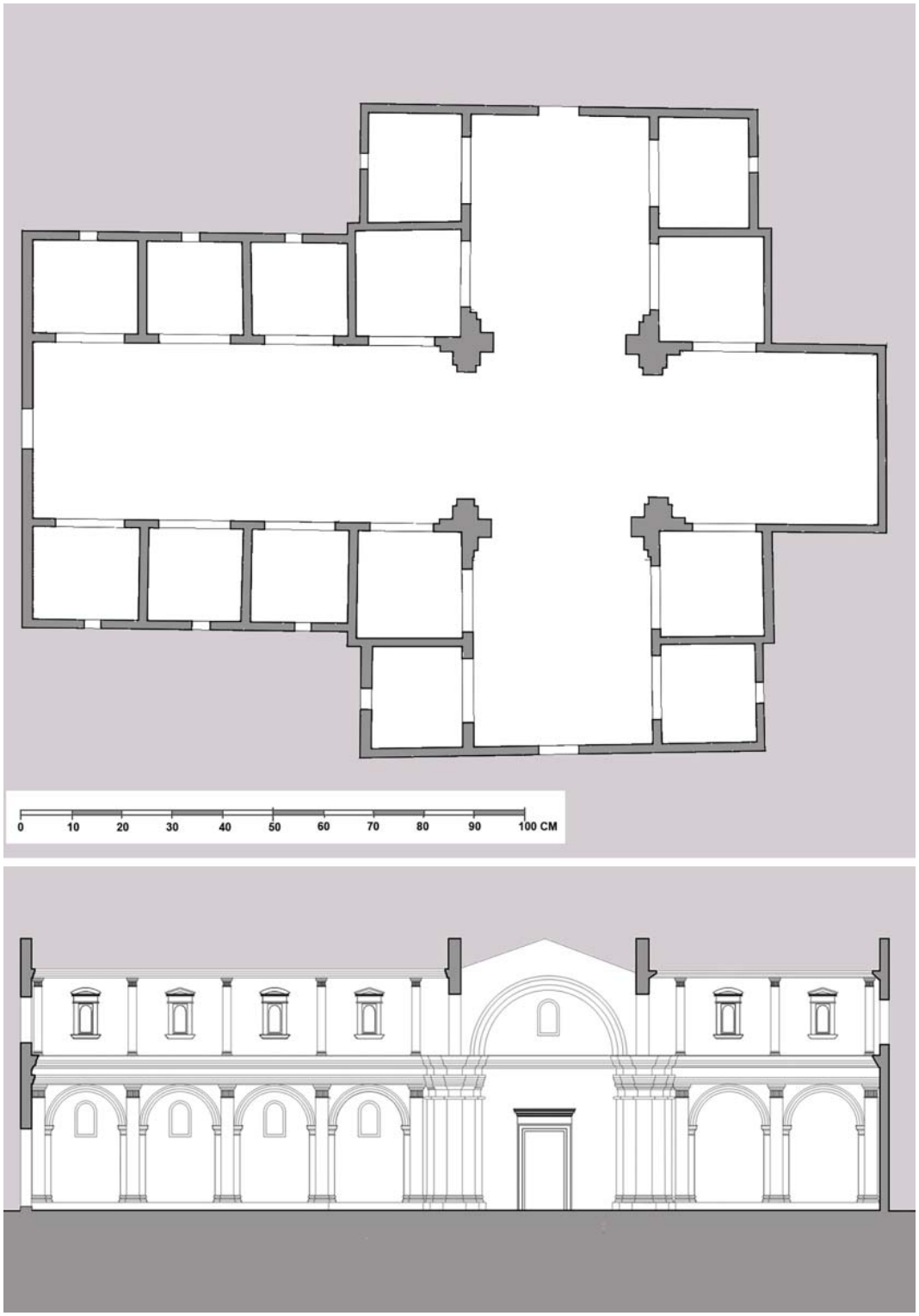


Fig. 6 - A- Pianta del modello ligneo. B- Sezione del modello con ipotesi dell'apparato decorativo.

Fig. 7 - Modello della Chiesa. Interno, rendering con ipotesi dell'apparato decorativo.

L'edificio si presenta con tre cappelle per lato, ripartite da pilastri corinzi in pietra serena sovrastati da un cornicione che, correndo per tutta la fabbrica, contribuisce a quel senso di spazialità totale di derivazione brunelleschiana sul quale gli architetti fiorentini tra Quattrocento e Cinquecento hanno basato la propria ricerca.
Per volere di Bianca Cappello, a partire dal 5 febbraio 1583, la chiesa passa ai Padri Minimi di San Francesco da Paola (Bosignani & Bencini, 1982, p. 219), che opereranno numerosi rifacimenti rendendo più difficile la lettura dell'edificio originario. Nel 1705 vengono eseguiti altri interventi e realizzati nuovi affreschi il San Francesco da Paola davanti alla Vergine nel 1752, quello, nella volta della navata, rappresentante San Giuseppe in Gloria, e un altro nella tribuna, di San Francesco di Paola portato in cielo dagli Angeli.
L'iscrizione in latino sul portale [25] attesta il rifacimento della facciata al 1759; nel 1786 per le riforme leopoldine i Padri Minimi vengono soppressi; nel 1829 la chiesa diventa Parrocchiale.

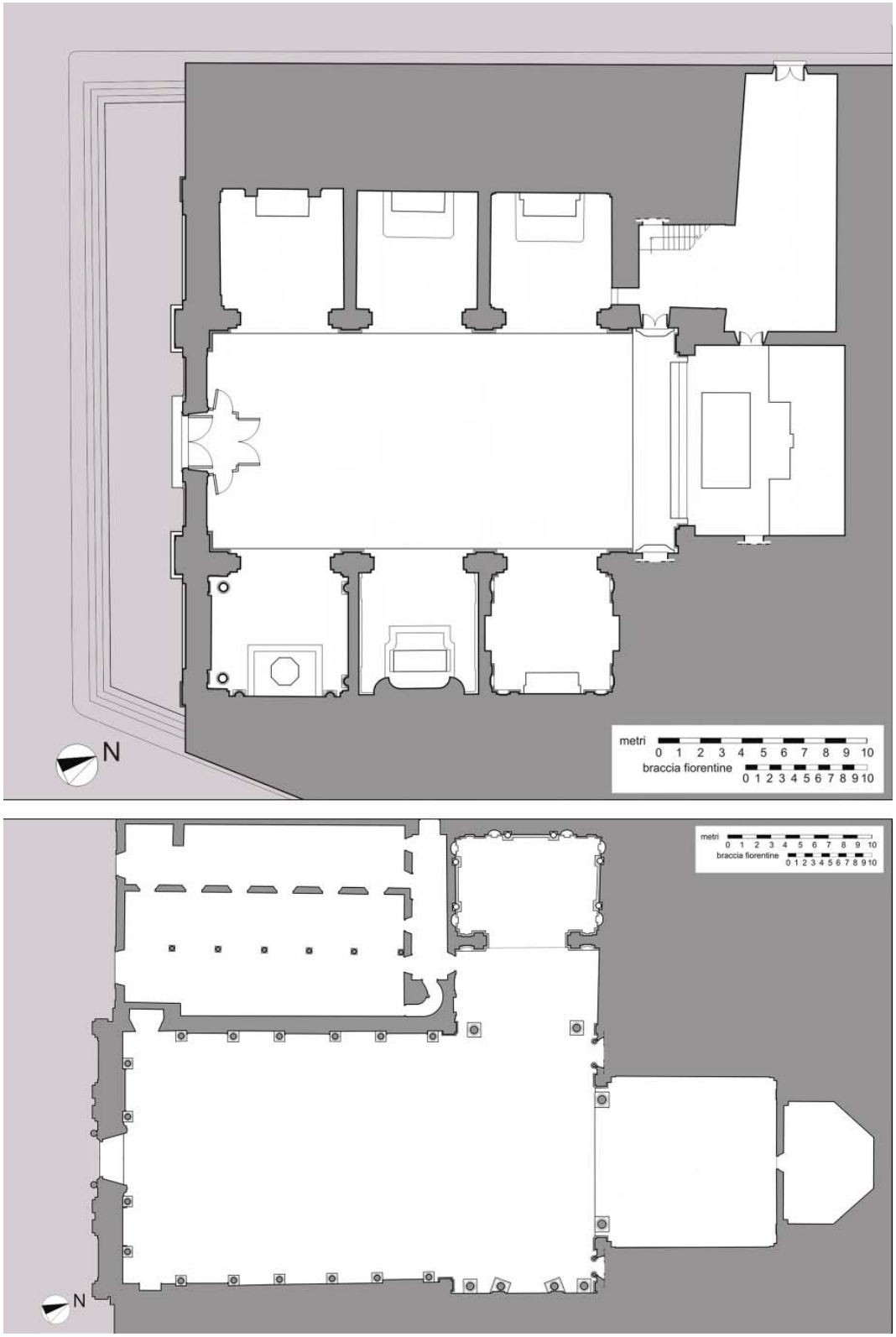


Fig. 8 - A- Pianta della Chiesa di San Giuseppe. B- Pianta della Chiesa di San Marco.

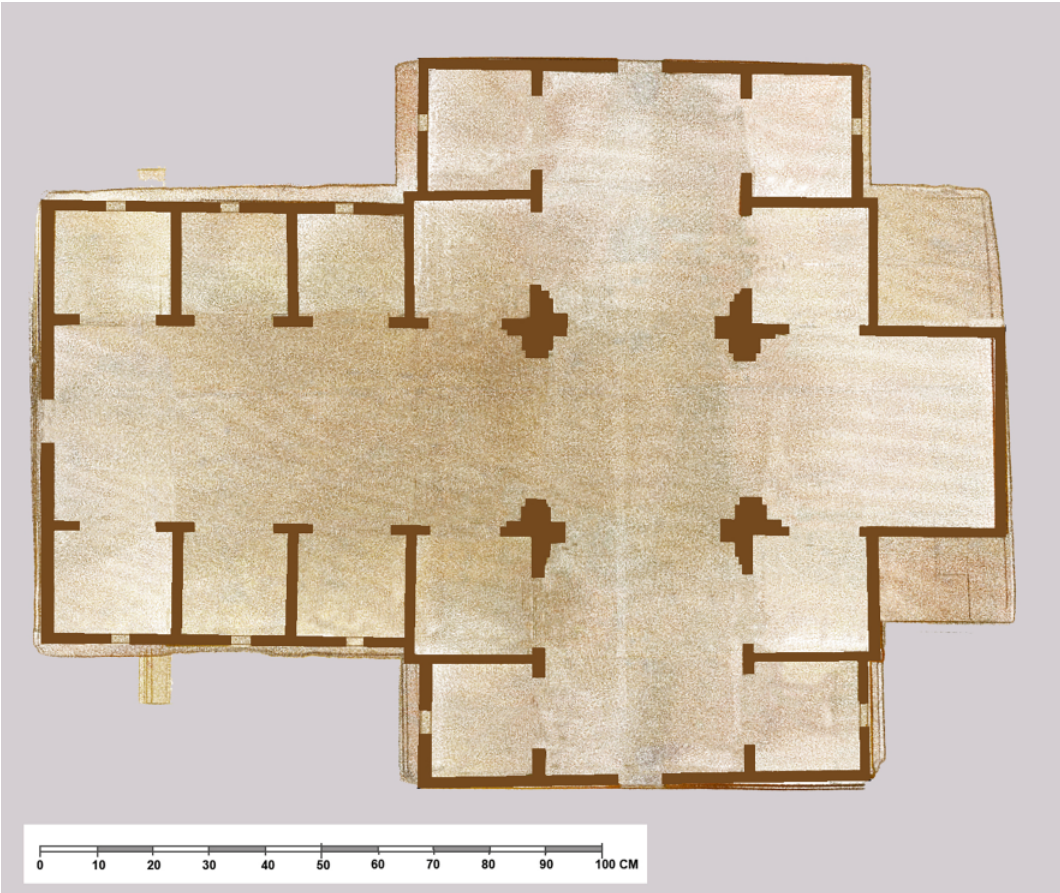


Fig. 9. Pianta del modello ligneo: elaborazione grafica del modello digitale a nuvola di punti.

Il rilievo del modello

Un primo rilievo del modello è stato condotto circa venti anni fa [26] con sistemi tradizionali e indirizzato alla comprensione geometrica dell'oggetto [27], con l'obiettivo di rintracciare la regola che lo ha generato e ottenere informazioni utili al confronto con le chiese di San Marco e San Giuseppe. Di entrambi gli edifici sacri sono stati infatti eseguiti i rilievi planimetrici per poter procedere, una volta restituiti e sovrapposti graficamente, all'individuazione di possibili identificazioni tra modello ligneo ed edifici realizzati.

Nel dicembre 2023 è stato effettuato un aggiornamento del rilievo del modello ligneo attraverso l'acquisizione dei dati tridimensionali dello stesso. Stante l'evoluzione delle tecnologie e permanendo la necessità di non intaccare il modello, è stato individuato e utilizzato per il rilievo il Faro Freestyle 2, uno scanner tridimensionale dotato di un emettitore a luce infrarossa che proietta un pattern puntiforme sull'oggetto da rilevare; due camere poste agli estremi laterali dello strumento rilevano, per triangolazione e in tempo reale, le coordinate dei punti dell'oggetto investiti dal pattern. Le fotocamere

Fig. 10 - Vedute tridimensionali del modello digitale: A- Modello sezionato con piano verticale B- prospettiva dall'alto.

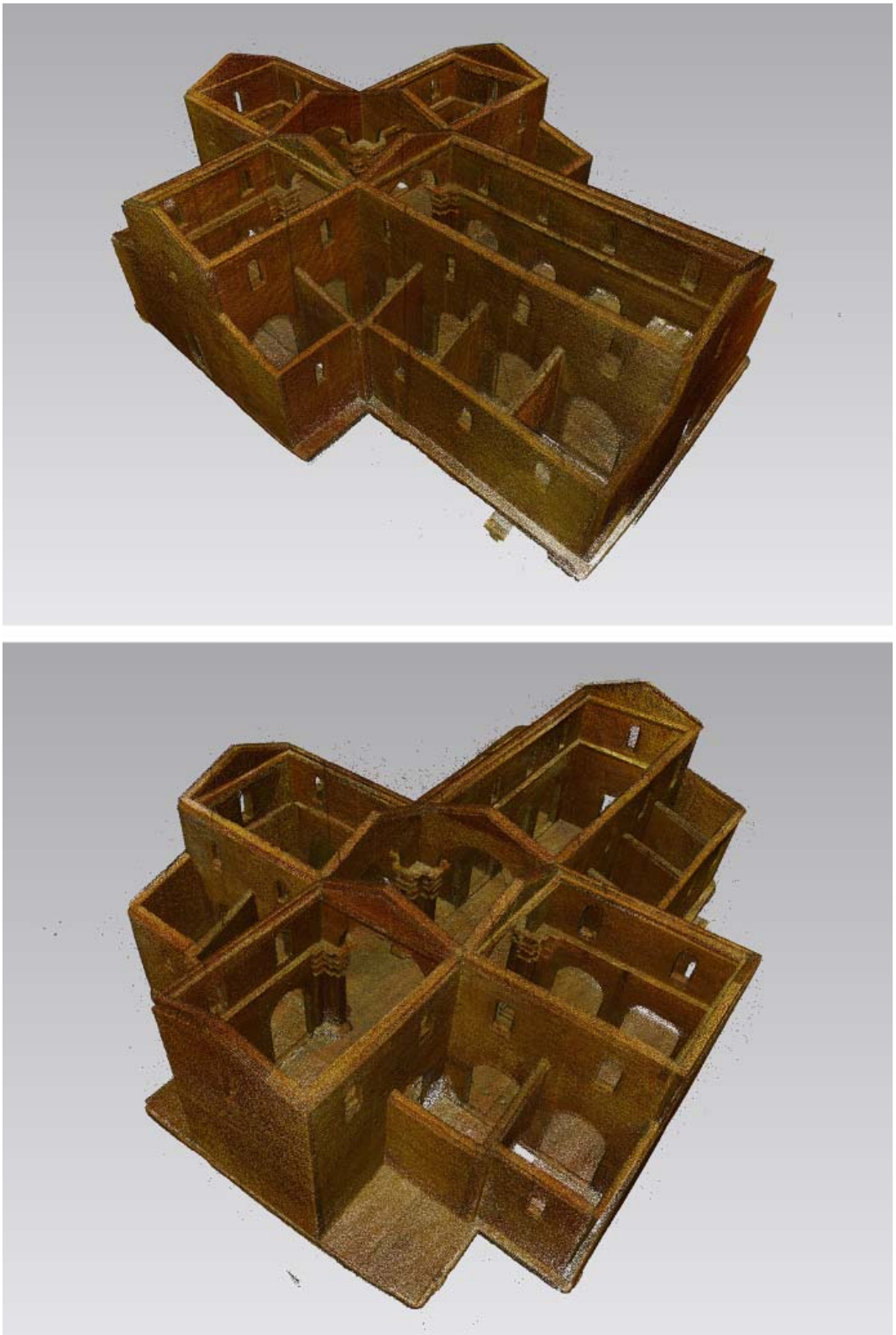


Fig. 11 - Viste prospettice del modello digitale.

integrate dello strumento consentono la cattura del dato fotografico che viene utilizzato per colorare la nuvola di punti prodotta dal processo di scansione. L'acquisizione dei dati digitali è stata effettuata seguendo un percorso fluido con velocità di spostamento dello strumento costante, cercando di non perdere mai il tracciamento (cioè la continuità nel riconoscimento morfologico sull'oggetto) e di creare dei percorsi di acquisizione chiusi o in modalità parzialmente loop. Il risultato dell'operazione è una nuvola di punti piuttosto densa (un punto ogni millimetro circa) che costituisce la copia digitale del modello ligneo fisico.
Il dato digitale è stato successivamente elaborato nel software *Autodesk ReCap* 2023 per una agile visualizzazione e in *Autodesk Autocad* 2023 per editare il modello tridimensionale (figg. 10, 11) ed estrarre dati bidimensionali (piante e sezioni) per poi procedere al confronto con gli esiti grafici del rilievo effettuato nel 2003.

La sovrapposizione del modello con le chiese di San Giuseppe e San Marco

Partiamo dalla considerazione di base che il modello è stato realizzato in maniera approssimativa, probabilmente perché destinato ad una valutazione generale della volumetria.
In seguito ai riscontri effettuati sul rilievo della chiesa, l'ipotesi di Borgo-Saalman di identificare il modello eseguito per San Marco (fig. 8) appare molto improbabile; una delle caratteristiche dell'edificio proposto da Baccio è la disposizione delle cappelle intorno all'aula e al transetto, e la chiesa di San Marco non ha cappelle neanche lungo l'aula. Altre valutazioni di carattere storico ci portano ad escludere il modello rivolto ai domenicani: se fosse stato realizzato da Baccio d'Agnolo per i lavori di ristrutturazione nella chiesa di San Marco, l'ampliamento del braccio destro del transetto avrebbe previsto la distruzione del chiostro michelozziano realizzato appena 60 anni prima: ipotesi alquanto improbabile.
Ci siamo quindi concentrati nel confrontare e sovrapporre il modello ligneo con la chiesa di San Giuseppe: raccordando questo sulle diverse misure della chiesa si ottiene un rapporto prossimo ad una scala di 1:30.
Tra le varie ipotesi, la più convincente appare quella che scala il modello sulla larghezza dell'aula: sono evidenti le differenze planimetriche, la chiesa presenta solo tre cappelle per lato, quattro il modello; il transetto con cappelle, il coro e buona parte dell'abside non corrispondono (figg. 6, 8, 9), ma questo si potrebbe spiegare con il ridimensionamento del progetto, evidentemente troppo monumentale per la chiesa di una piccola Compagnia, dalle risorse limitate, per cui venne realizzata solo la parte iniziale del progetto previsto dal modello.

Conclusioni

Abbiamo dimostrato che il modello ligneo presenta analogie con la prima parte della chiesa di San Giuseppe, tanto da poter affermare che esso sia stato sicuramente il punto

di partenza per la realizzazione dell'edificio. Le vicende costruttive del San Giuseppe sono ben più lunghe della vita di Baccio, e l'aspetto che la chiesa presenta oggi è alquanto diverso da quello immaginato dall'architetto. Se le variazioni planimetriche tra modello e chiesa possono essere state controllate da Baccio, in quanto operate nel 1516, a inizio lavori, non si può affermare lo stesso per quanto riguarda lo sviluppo altimetrico, copertura e facciata. Inoltre, in un ambiente culturale fortemente influenzato dall'estetica piagnona, risulta poco credibile l'impiego di paraste corinzie per la definizione dell'ordine gigante all'interno di una architettura religiosa (figg. 6, 7). Lo studio di episodi coevi di architettura sacra (San Salvatore al Monte, San Paolino a Lucca) ci porta ad ipotizzare l'utilizzo di un ordine dorico-tuscanico prudentemente indirizzato alle origini.
La sovrapposizione del primo rilievo effettuato con metodologia diretta e strumenti tradizionali nel 2003 a quello eseguito attraverso scansioni tridimensionali nel 2023 (fig. 1) ha sostanzialmente confermato e validato i risultati ottenuti venti anni prima, lasso temporale in cui il modello è stato conservato in condizioni ambientali controllate e ottimali e non ha subito deformazioni apprezzabili. In conclusione si può affermare che, per la morfologia del modello ligneo in esame, il rilievo tradizionale risulti ampiamente adeguato per la finalità e la tipologia di indagine oggetto del presente lavoro; il test effettuato con lo scanner tridimensionale ha dimostrato l'affidabilità del rilievo pregresso e contemporaneamente la sostenibilità (in termini di tempo, abilità richieste e costi) di operazioni volte alla creazione di copie digitali del patrimonio culturale esistente.

Note

[1] Alla morte di Filippo Brunelleschi, è Antonio Manetti a essere incaricato dall'Opera del Duomo del proseguo dei lavori di rifinitura sulla cupola, affiancato da Rossellino e Michelozzo; quest'ultimo realizzerà poi la lanterna.

[2] I modelli lignei sono realizzati con l'aiuto di Donatello e Nanni di Banco, ma risultano distrutti già nel 1432 (Dezzi Bardeschi M. (a cura) (1994), La difficile eredità: architettura a Firenze dalla Repubblica all'assedio, Firenze, p. 30).

[3] Un affresco di Vasari a palazzo Vecchio ritrae Brunelleschi nell'atto di presentare a Cosimo de' Medici un modello per San Lorenzo. Questa circostanza, taciuta da Manetti, biografo "ufficiale" di ser Filippo, è riportata dallo stesso Vasari: VASARI G. (1993), Le Vite dei più eccellenti pittori, scultori e architetti (edizione integrale), Roma, p. 344; lo storiografo aretino riferisce anche di un modello per Palazzo Medici rifiutato dallo stesso Cosimo.

[4] SCALZO M. (1996), Un "disegno documento" da Giuliano da Sangallo ai nostri giorni: la pianta della Rotonda degli Angeli, Firenze, 1996, pp. 38-54.

[5] Il modello della Basilica di San Pietro realizzato da Antonio Labacco e da Antonio da Sangallo il Giovane ha misure straordinarie: sette metri di lunghezza per sei di larghezza e cinque di altezza, il più grande modello architettonico rinascimentale esistente in Italia. La definizione degli apparati decorativi è estremamente curata: gli elementi architettonici sono dipinti in giallo, il resto in grigio, probabilmente a simulare il rivestimento in travertino e stucco.

[6] Ad esempio Giuliano da Sangallo che mostra il modello della villa di Poggio a Caiano a Lorenzo de' Medici è ritratto nell'affresco monocromo di Luigi Catani nel salone dell'omonimo edificio, o Michelangelo che presenta a Paolo IV il modellino per San Pietro dipinto dal Passignano.

[7] Oltre 40 botteghe di intagliatori sono presenti nella Firenze del 1470: oltre a quella dei fratelli Da Maiano, in via de' Servi verso San Michele in Visdomini, vi era quella dei fratelli Da Sangallo. Cfr. CECCHI A. (1990), p. 32.

[8] RESTUCCI A. (1997), Umanesimo civile e Rinascimento. Un modello per la Toscana, in AA. VV., L'architettura civile in Toscana: il Rinascimento, Siena, p. 118. La presenza di Baccio è attestata a partire dal 12 febbraio 1495.

[9] La un cupola è inaugurata per la festa di San Giovanni, il 24 giugno di questo anno; le turbolente vicende politiche fiorentine avevano causato l'interruzione dei lavori tra il 1509 ed il 1512.

[10] Pagamento registrato nel Libro di Entrate e Uscite di Sagrestia (1496-1541), BIETTI FAVI M., La pittura nella chiesa di San Marco, in AA. VV. (1990), La Chiesa ed il Convento di San Marco a Firenze, Firenze, p. 238.

[11] CARBONAI F., SALMI M. (1990), La chiesa di S. Marco e il chiostro di San Domenico, in AA. VV. (1990), p. 266.

[12] Questo nuovo incarico di Baccio in Palazzo Vecchio risulta a partire dal 31 Dicembre 1512. Cfr. A. CECCHI A. (1990), p. 42.

[13] Nella Cappella dei Priori Baccio si avvale anche del pittore Ridolfo del Ghirlandaio e dello scalpellino Michele di Piero da Settignano: CECCHI A. (1990), p. 83.

[14] Il modello è attribuito a Michelangelo: C. GAVINELLI, op.cit. pag. 178; Baccio realizza un altro modellino ligneo con Jacopo Sansovino. Sulla collaborazione con Michelangelo vedi: R. SALVINI, Michelangelo, Milano, 1977, p. 102.

[15] GINORI LISCI L. (1985):, op. cit., Volume I, p. 175. Tutte le informazioni sulla fabbrica sono codicetto cartaceo redatto il 1519 ed il desunte dal "Libro della Muraglia dei Bartoli - 1537" nel quale sono segnate tutte le spese di cantiere.

[16] Anno della morte del Sansovino, autore dello stemma in facciata. Cfr. G. VASARI, op. cit., pag. 509. Lo stemma viene spostato nel 1756, quando i Ridolfi vendono la proprietà ai Firidolfi; cfr. BUCCI M., R. BENCINI R. (1973), Palazzi di Firenze, Quartiere di Santo Spirito, Firenze, (3), pp. 85-89; GINORI LISCI L. (1985), pp. 711-714.

[17] Ora Santa Maria Maddalena dei Pazzi.

[18] FALLETTI F. (1990), Legnaiuoli e pittori in San Marco. Saggi di indagine circa gli arredi della chiesa e del convento, in AA. VV. (1990), La Chiesa ed il Convento di San Marco a Firenze, op. cit. pp. 247-262.

[19] GINORI LISCI L. (1985), op. cit., pag. 443; VASARI G. (1993), p. 827; BUCCI M., BENCINI R. (1973) -1, pp. 79-84; TROTTA G. (1995), Palazzo Cocchi Serristori, Anghiari, pp. 22-25; LUGLI A. (1971), p. 209. Tutti edifici realizzati con il figlio Domenico.

[20] Ringraziamo vivamente il Direttore del Museo dott. Angelo Tartuferi, il dott. Stefano Casciu e la dott.ssa Elisabetta Mari della Direzione regionale Musei della Toscana per l'autorizzazione ai rilievi.

[21] Il modello ligneo è in buono stato di conservazione, presenta lievi restauri, che comunque non hanno modificato la struttura originale. Una nota interessante è la presenza sulle pareti esterne di alcune circonferenze graffite, concentriche agli archi, forse a suggerire il proporzionamento dell'apparato decorativo delle arcate.

[22] RICHA (1972), p.177. La Compagnia aveva particolare devozione per una reliquia straordinaria,

il bastone del santo, fiorito in occasione del suo matrimonio con Maria, regalata dal Patriarca di Costantinopoli ad Ambrogio, Generale della Congregazione Camaldolense in occasione del Concilio Fiorentino del 1439.

[23] Il RICHA (1972) a p. 180 parla di "somme considerabili di limosine fatte da' divoti" alla Compagnia per le grazie miracolose fatte dalla Madonna dipinta nel tabernacolo tra Via delle Casine e Via de' Malcontenti. Questo spiegherebbe l'iscrizione "…TEMPLUM HOC VIRGINI DEIPARE A LILIO NUNCUPATAE EIUSQUE SPOSNO IOSEPHO…" sull'ingresso della chiesa.

[24] Ci risulta difficile credere che la data del 19 maggio 1519 sia quella di inaugurazione della chiesa, come affermato dal Richa e da altri studiosi da lui dipendenti.

[25] L'iscrizione recita "TEMPLUM HOC VIRGINI DEIPARE A LILIO NUNCUPATAE EIUSQUE SPOSNO IOSEPHO AB UTRIUSQUE SODALIBUS DEDICATUM INTERIUS FORNICEPICTURA LUMINIBUS EXTERIUS NOVA FRONTE LAPIDE SECTO INCRUSTATA PUBLICA FLORENTINORUM PIETAS STIPE CONLATA AUXIT AMPLIFICAVIT ORNAVIT A. MDCCLIX IMP. D. N. FRANCISCO CESARE AUGUSTO FELICITER".

[26] Rilievi eseguiti da Andrea Caprara per la sua Tesi di Laurea, relatore Marcello Scalzo, correlatore Giorgio Verdiani.

[27] Sempre in ambito di questa prima ricerca è stata eseguita la restituzione del modello con AutoCAD 2002® della Autodesk® e realizzata una breve animazione col programma 3d Studio Max 5®.

Riconoscimenti

Si devono il coordinamento, le foto, i paragrafi 1-4 e le conclusioni a Marcello Scalzo, PhD., Professore Associato ICAR 17. Si devono scansione e restituzione del modello – eseguiti nel 2023 – i paragrafi 5-6 e le conclusioni a Francesco Tioli, PhD., Assegnista di Ricerca ICAR 17. Si devono il rilievo manuale, la restituzione del modello e delle chiese di San Giuseppe e San Marco e il rendering a Fig. 7 – eseguiti nel 2023 – ad Andrea Caprara, Cultore della Materia ICAR 17.

Riferimenti bibliografici

AA. VV. (1986). *La pittura in Italia. Il Quattrocento*. Tomo. Electa.

AA.VV. (1990). *La Chiesa e il Convento di San Marco a Firenze*. Giunti.

Benevolo, L. (1988). *Storia dell'architettura del Rinascimento*. Laterza.

Bietti Favi, M. (1990). La pittura nella chiesa di San Marco. In AA. VV. *La Chiesa e il convento di San Marco* (pp. 213-246). Giunti.

Bocchi, F. (1677). *Le bellezze della città di Firenze*. Gugliantini.

Borgo, L. & Saalman, H. (1978). 1512: Projects for a new Church of San Marco in Florence. In *Essays Presented to Myron P. Gilmore*, pt 2, (pp.15-23). Bertelli.

Borsi, F. (1974). *Firenze nel Cinquecento*. Editalia.

Bosignani, A. & Bencini, R. (1982). *Le chiese di Firenze - Quartiere di Santa Croce*. Sansoni.

Bucci, M. & Bencini, R. (1973a). *Palazzi di Firenze. Quartiere della Santissima Annunziata*. Vallecchi.

Bucci, M. & Bencini, R. (1973b). *Palazzi di Firenze. Quartiere di Santa Maria Novella*. Vallecchi.

Bucci, M. & Bencini, R. (1974). *Palazzi di Firenze. Quartiere di Santo Spirito*. Vallecchi.

Carbonai, F. & Salmi, M. (1990). La chiesa di S. Marco e il chiostro di San Domenico. In AA. VV. *La Chiesa e il convento di San Marco* (pp. 259-302). Giunti.

Cecchi, A. (1990). Percorso di Baccio d'Agnolo legnaiuolo e architetto fiorentino dagli esordi a Palazzo Borgherini. *Antichità Viva*, *29*(1), 31-46.

Chastel, A. (1993). *Storia dell'arte italiana*. Laterza.

Chiappelli, A. (1922). II ritrovamento d'un modello inedito di Baccio d'Agnolo. *Bollettino d'arte del Ministero della pubblica istruzione*, *1*, 563-566. Roma.

Consalez, L. & Bertazzoni, L. (1998). *Modelli e prospettive*. Hoepli.

Corazzi, R. (1995). *La gabbia dei grilli*. Alinea.

Dezzi Bardeschi, M. (Ed.) (1994). *La difficile eredità: architettura a Firenze dalla Repubblica all'assedio*. Alinea.

Gavinelli, C. (1993). *Storia dei modelli esibitivi e critici*. Alinea.

Fioretti, S. (1855). *Storia della chiesa di S. M. del Giglio o San Giuseppe*. Forti.

Ginori Lisci, L. (1985). *I Palazzi di Firenze nella storia dell'arte*. Volume I. Giunti Barbera.

Jestaz, B. (1995). *Il Rinascimento dell'architettura*. Electa Gallimard.

Landucci, L. (1883). *Diario fiorentino dal 1450 al 1516. Secolo XVI*. Kessinger Publishing, rist. anastatica.

Lotz, W. (1995). *Architecture in Italy, 1500-1600*. Yale University Press.

Lugli, A. (1971). *Firenze ritrovata*. Vallecchi.

Marchini, G. (1981). La cappella maggiore. In AA. VV., *Santa Maria Novella*. Giunti.

Millon, H. A. (1994). I modelli architettonici nel Rinascimento. In AA.VV., *Rinascimento da Brunelleschi a Michelangelo - la rappresentazione dell'architettura*. Bompiani.

Pietramellara, C. (1984). *S. Maria del Fiore a Firenze. I tre progetti*. Polistampa.

Ragazzo, F. (1994). I modelli lignei delle opere di Leon Battista Alberti alla mostra del Palazzo del Te. In AA.VV., *Leon Battista Alberti*. Electa Olivetti.

Richa, G. (1972). *Notizie istoriche delle Chiese fiorentine*. Ristampa anastatica. Multigrafica.

Restucci, A. (1997). Umanesimo civile e Rinascimento. Un modello per la Toscana. In AA. VV. *L'architettura civile in Toscana: il Rinascimento*. Silvana.

Salvini, R. (1977). *Michelangelo*. Mondadori.

Scalzo, M. (2010). Rinascimento tra disegno e modello: Baccio d'Agnolo e l'esempio per la chiesa di San Giuseppe, in *Il modello in architettura - Materia e Geometria*. Alinea.

Scalzo, M. (1996). Un "disegno documento" da Giuliano da Sangallo ai nostri giorni: la pianta della Rotonda degli Angeli, Tesi di Dottorato, Firenze.

Sframeli, M. (2006). Chiesa di S. Giuseppe - Modello architettonico, Scheda per Soprintendenza per i Beni architettonici, il paesaggio e i beni storici, artistici ed etnoantropologici per le Province di Firenze.

Tafuri, M. (1992). *Ricerca del Rinascimento*. Einaudi.

Trotta, G. (1995). *Palazzo Cocchi Serristori*. ITEA.

Vasari, G. (1993). *Le Vite dei più eccellenti pittori, scultori e architetti* (edizione integrale). Newton Compton.

Vasarri, V. (1982). II modello della chiesa di San Giuseppe. *Antichità Viva*, *21*(1).

Dal disegno al virtuale
Quando la realtà distorce il progetto: un palazzo romano di Gaetano Rapisardi

Eleonora Di Mauro[1], Salvatore Damiano[1]

[1]Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Architettura

eleonora.dimauro@unipa.it; salvatore.damiano01@unipa.it

Parole chiave: Gaetano Rapisardi; Restituzione prospettica; Modello.

Abstract

In Italia durante la prima metà del XX secolo si registrò una rivoluzione copernicana nei modi di rappresentare il progetto architettonico: in riferimento cronologico alle due decadi della dittatura fascista, vi fu una crescente attività costruttiva che ebbe il proprio preludio sui fogli disegnati dagli architetti. In questa produzione progettuale furono numerose le opere rimaste sulla carta, così come quelle realizzate in maniera diversa rispetto a quanto ipotizzato inizialmente. L'architetto più noto di quel periodo fu probabilmente Marcello Piacentini, il cui operato si svolse principalmente a Roma grazie anche alla collaborazione di alcuni "giovani" che negli anni a seguire godettero di una certa notorietà. Tra queste figure, oltre ai più famosi Giuseppe Vaccaro e Luigi Piccinato, va ricordato l'architetto aretuseo Gaetano Rapisardi, il quale già negli anni '30 cercava di affrancarsi dall'entourage piacentiniano cimentandosi nel progetto dei cosiddetti "intensivi", ovvero quegli edifici plurifamiliari di abitazione in linea, realizzati nelle aree di espansione dell'allora periferia romana. In tal senso risulta emblematica l'esperienza della Casa Signorile in Piazza Istria del 1934, commissionata a Rapisardi dalla Società Edile Romana Anonima, in cui l'architetto siciliano ipotizza due volumi architettonici di dimensioni diverse, collegati da un sistema trilitico che figurativamente li separa e li unisce al tempo stesso, ma che svolge un'ulteriore duplice funzione: di ingresso monumentale e di dispositivo ottico verso una pineta interna oggi fagocitata dai palazzi. L'edificio, poi realizzato in maniera profondamente diversa rispetto all'ipotesi progettuale qui analizzata, avrebbe potuto vantare un ruolo scenografico di fondale su un luogo che non doveva essere soltanto uno snodo di flussi ma una vera e propria piazza fondata su un concetto chiaro di spazio urbano. Non a caso, Gaetano Rapisardi usa la prospettiva come strumento di controllo del linguaggio stereometrico dell'architettura fermandosi però al solo edificio avulso dal contesto.
Nel complesso i disegni d'archivio rinvenuti risultano insufficienti a descrivere esaustivamente il progetto, che rimarrebbe inesplorabile sotto diversi punti di vista. Il passo in avanti che si vuole compiere attraverso questa analisi consiste nell'applicazione dei principi operativi della restituzione prospettica a partire dall'unica prospettiva accidentale ritrovata: in questo modo è possibile dedurne le rappresentazioni in proiezione ortogonale degli alzati; successivamente questi ultimi, insieme agli altri elaborati d'archivio (una pianta e una sezione), permetterebbero la costruzione di un modello tridimensionale virtuale dell'edificio in grado di simulare dinamicamente delle viste, anche nell'ambiente urbano. La rielaborazione analitica condotta a partire dal disegno prospettico va intesa come un viaggio, quantunque figurato, avente una precisa caratteristica: quella di possedere il medesimo punto di vista scelto dal progettista per la sua rappresentazione. Inoltre, il modello 3D ottenuto restituisce qualcosa che non esiste nella realtà fisica, consentendo a chi lo osserva di valutare le caratteristiche potenziali

Fig. 1 - Confronto tra il modello virtuale e la prospettiva di progetto della Casa Signorile in Piazza Istria di Gaetano Rapisardi, elaborazione grafica di Eleonora Di Mauro.

dell'architettura rimasta latente, azione altrimenti non possibile attraverso la sola osservazione dei disegni originali. Si tratta di un percorso ermeneutico a più tappe condotto su un doppio registro: empirico, poiché legato alla sfera dell'immaginifico, e scientifico, in quanto frutto dell'applicazione dei principi della Geometria Descrittiva.

In Italy during the first half of the 20th century there was a Copernican revolution in the way architecture was represented. The twenty-year fascist period saw an increasing building activity that had its prelude on the sheets drawn by architects. Many architectures remained on paper just as many others were realised differently from the initial design. The best known architect of this period is probably Marcello Piacentini, who was very active in Rome and with whom many professionals who later became famous collaborated. Among the best known, such as Giuseppe Vaccaro and Luigi Piccinato, mention should also be made of the architect Gaetano Rapisardi, who in the 1930s was already trying to break away from Piacentini's entourage by trying his hand at designing the so-called 'intensives', i.e. those multi-family buildings of in-line dwellings, built in the expansion areas of the Roman suburbs at the time. In this sense, the experience of the Casa Signorile in Piazza Istria in 1934, commissioned from Rapisardi by the Società Edile Romana Anonima, is emblematic. Here the Sicilian architect hypothesises two architectural volumes of different dimensions, connected by a trilithic system that figuratively separates and unites them at the same time. It plays a further dual role as a monumental entrance and as an optical device towards an inner pine forest now absorbed by buildings. The building, then realised in a profoundly different way from the design hypothesis analysed here, would have been able to boast a scenographic role as a backdrop to a place that was not only to be a junction of flows but a true square based on a clear concept of urban space.
Gaetano Rapisardi uses, for this project, perspective as a tool to control the stereometric language of architecture, but only limited it to the building out of context. The archive drawings found are insufficient to comprehensively describe the project, which would remain unexplored in several respects. Through the application of the operational principles of perspective restitution on the only accidental perspective found, it is possible to deduce the orthogonal projection representations of the elevations. These drawings together with the archive drawings would allow the construction of a virtual three-dimensional model of the building capable of dynamically simulating views, even in the urban environment. The analytical re-elaboration conducted from the perspective drawing should be understood as a journey, albeit figurative, having the precise characteristic of possessing the same point of view chosen by the designer for its representation. Moreover, the 3D model obtained returns something that does not exist in physical reality, allowing the observer to assess the potential characteristics of the architecture that remain latent, an action otherwise not possible through the mere observation of the original drawings. It is a hermeneutic journey in several stages conducted on a double register: empirical, as it is linked to the sphere of the imaginative, and scientific, as it is the result of the application of the principles of Descriptive Geometry.

Introduzione

Il verbo esplorare indica un'azione di ricerca finalizzata alla conoscenza di qualcosa di inedito o talvolta inatteso. L'esplorazione è quindi un'attività che viene espletata sovente in ambiti o contesti poco noti, per i quali si compie un'opera di ricognizione sistematica: si tratta di un processo conoscitivo il cui svolgimento può divenire, al pari del risultato atteso, materia degna di dibattito scientifico. D'altronde sappiamo bene che la cultura, intesa come complesso di conoscenze relative a una disciplina, non è altro che la sommatoria degli esiti, opportunamente convalidati, di tali processi.

Fig. 2 - Inquadramento territoriale del progetto di Gaetano Rapisardi per la casa signorile in Piazza Istria rispetto alla città (a), rispetto al quartiere (b), rispetto agli isolati (c). Immagini di base tratte da Google Earth, applicativo di proprietà di Google LLC.

a
b
c

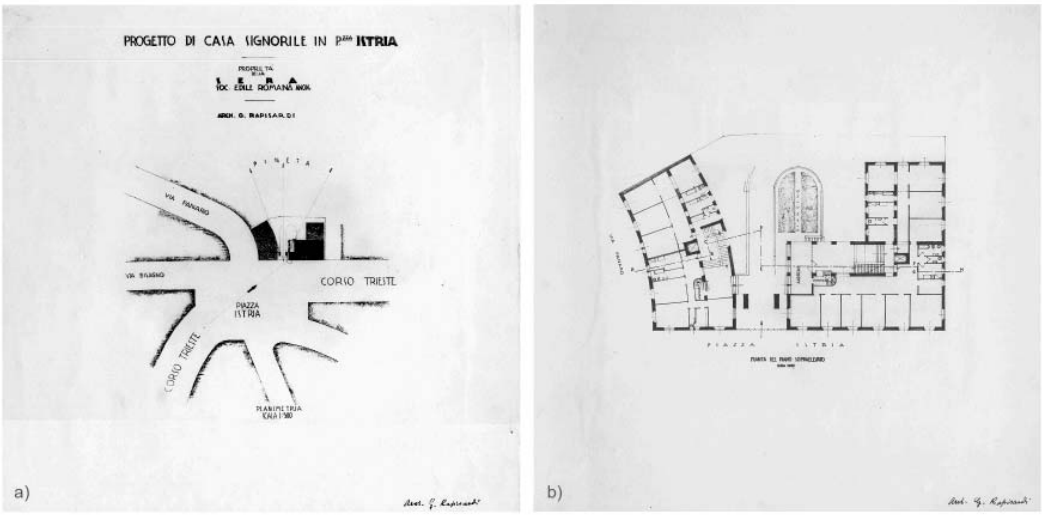


Fig. 3 - G. Rapisardi, *Progetto di Casa signorile in Piazza Istria: a) Planimetria 1/500, b) Pianta del piano sopraelevato*, 1934 (su concessione della Sovrintendenza Capitolina – Archivio Storico Capitolino, segnatura: Archivio Fotografico, Edifici-Strade-Piazze, foto nn. 2280, 2283).

Ma un'idea di cultura così espressa è intrinsecamente connessa con il concetto di patrimonio, inteso in senso lato come ricchezza collettiva, materiale e immateriale allo stesso tempo. In riferimento al solo panorama italiano siamo consci di quanto grande possa essere il nostro patrimonio culturale e quanta parte di esso risulti ancora oggi inesplorata. Se poi restringessimo il campo esclusivamente allo studio della storia dell'architettura e della città ci renderemmo conto delle potenzialità degli archivi in quanto veri e propri scrigni di testimonianze del nostro passato: si tratta un patrimonio documentale inestimabile da salvaguardare non soltanto preoccupandosi di conservarlo nel migliore dei modi possibili, ma anche compiendo su di esso degli studi affinché i suoi contenuti possano essere divulgati e condivisi. Talvolta, in riferimento agli archivi del progetto di architettura, si parla addirittura di "implementazione" degli stessi, quando con i mezzi espressivi della rappresentazione digitale si ricostruiscono virtualmente architetture o parti di città non realizzate. In questi casi il Disegno non è da intendersi soltanto come mero strumento ma come forma di produzione della conoscenza che va progressivamente affinandosi durante tutto il processo grafico (Papi, 2020, p. 75). Volutamente non si è citato il termine "ridisegno" poiché si ritiene che le operazioni compiute sulle tavole d'archivio non siano un ricalco ma un vero e proprio rilievo del progetto architettonico: si tratta di un'indagine sulle relazioni tra le parti che compongono l'organismo architettonico, ovvero una decodifica del principio di coerenza che interpreti il senso dell'architettura (Gregotti, 2014, p. 21); quindi un siffatto approfondimento costituisce anche un'analisi storica in quanto chiarisce i modi attraverso cui il progetto si forma e, proiettando lo sguardo fino al pensiero, ne restituisce i processi costitutivi (Gregotti, 2014, p. 21). Giuseppe Pagnano (2008) affermava che le operazioni grafiche effettuate su un progetto, oltre a costituire una

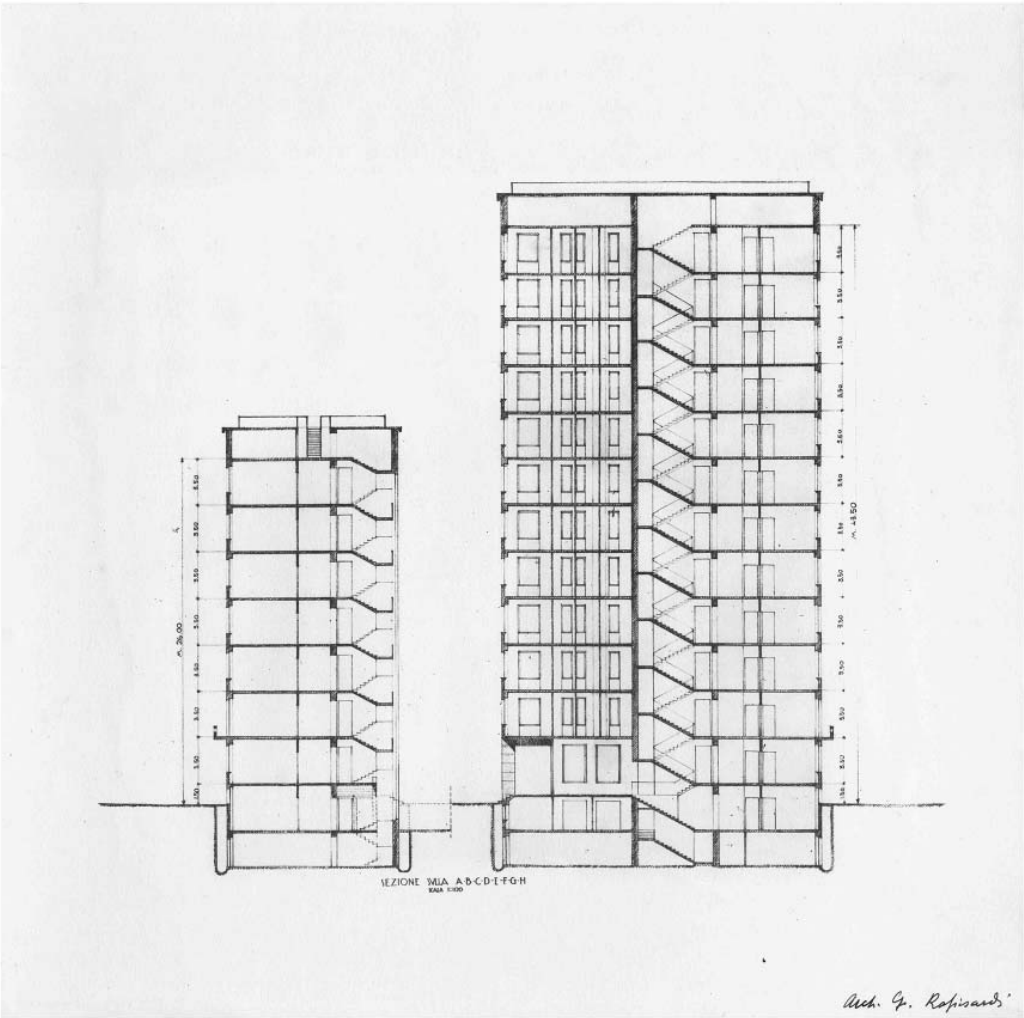


Fig. 4 - G. Rapisardi, *Progetto di Casa signorile in Piazza Istria, Sezione sulla A-B-C-D-E-F-G-H*, 1934 (su concessione della Sovrintendenza Capitolina – Archivio Storico Capitolino, segnatura: Archivio Fotografico, Edifici-Strade-Piazze, foto n. 2282).

rilettura critica dello stesso, possono coadiuvare la critica verbale. In realtà il presente studio vuole essere un ibrido tra discipline nella misura in cui tenta di intersecare ricerca storica e riflessioni a carattere eminentemente grafico-metalinguistico: da alcuni disegni di progetto ritrovati durante una sessione di ricerca archivistica si è incardinato un processo di riconfigurazione virtuale alternando metodi inversi, come la restituzione prospettica, a modalità dirette, come la vettorializzazione rigorosamente manuale degli elaborati in proiezione ortogonale, il tutto finalizzato alla costruzione del modello tridimensionale.

Il progetto di Gaetano Rapisardi per la casa signorile in Piazza Istria

Il progetto analizzato in questo saggio riguarda un'architettura residenziale rimasta sulle carte del suo ideatore, Gaetano Rapisardi, architetto siciliano nato a Siracusa nel 1893. L'edificio doveva sorgere a Roma in Piazza Istria, centro nevralgico del quartiere "Trieste", nel quadrante nord-est della capitale, tra i Parioli e il Nomentano (fig. 2). Oggi questa piazza dalla curiosa forma ovale è divenuta quasi esclusivamente uno snodo per il traffico proveniente dalle varie direttrici in essa convergenti: il palazzo di Rapisardi doveva essere realizzato nel lotto angolare compreso fra Via Panaro e Corso Trieste, nella parte settentrionale della piazza. L'edificio che venne costruito (ancora oggi esistente), pur essendo stato progettato sempre dall'architetto aretuseo, risulta diverso dall'ipotesi originaria oggetto di questo studio, apparendo come una sorta di compromesso tra possibili istanze incrociate fra committenza e ufficio tecnico del Governatorato di Roma. Gaetano Rapisardi dall'inizio degli anni '30 cerca di affrancarsi gradualmente dallo studio di Marcello Piacentini del quale è collaboratore stabile da almeno un quinquennio. Nel 1931 apre un suo studio in Via Marmorata a Roma insieme al fratello Ernesto, con il quale fin dai primi anni '20 ha instaurato un sodalizio professionale che si dimostrerà inscalfibile e duraturo con il passare del tempo (Ippoliti, 2020, p. 293). I due, oltre a partecipare a numerosi concorsi di progettazione, si dedicano alacremente anche all'edilizia residenziale, realizzando numerosi "intensivi", ovvero edifici plurifamiliari di abitazione in linea, costruiti per lo più nelle aree di espansione dell'allora periferia romana (Ippoliti, 2020, pp. 294-295). È il caso del progetto analizzato, commissionato all'architetto siciliano dalla Società Edile Romana Anonima (S.E.R.A.): la scarna documentazione progettuale pervenutaci (quattro tavole in totale) (figg. 3-5) viene datata, dall'Archivio Storico Capitolino che la detiene, all'anno 1934. La dotazione comprende una planimetria generale di Piazza Istria in scala 1/500 con la localizzazione dell'intervento (fig. 2a), una pianta del piano sopraelevato (fig. 3b), una sezione (fig. 4) e una prospettiva accidentale (fig. 5). Le tavole raffiguranti gli elaborati in proiezione ortogonale appaiono come delle copie eliografiche derivanti da originali realizzate a inchiostro di china trasferito su supporto cartaceo a mezzo di prestazionali graphos in luogo dei vetusti tiralinee: il disegno infatti sembra proiettarsi verso una dimensione "razionale", ovvero risultando caratterizzato da una riduzione espressiva delle tecniche grafiche; queste abbandonano la descrizione di dettagli, ornamenti e sovrastrutture al fine di oggettivizzare l'edificio, che viene rappresentato come un organismo compiuto in sé stesso, alla stregua di un congegno meccanico o una macchina (Santuccio, 2003, p. 151). Pianta e sezione (figg. 3b-4), entrambi in scala 1/100, comunicano l'essenziale per comprendere l'architettura, rinunciando a virtuosismi o fronzoli: nella pianta, ad esempio, non sono riportate le destinazioni d'uso degli ambienti (salvo pochissime eccezioni negli spazi d'ingresso), né eventuali arredi, né le porte con i relativi versi di apertura; questi ultimi appaiono unicamente nei bagni, riconoscibili per la presenza dei sanitari; significativa è la linea che indica i piani della sezione verticale, una spezzata composta da 7 segmenti rappresentata a tratto e punto ma senza il verso di vista; la

Fig. 5 - G. Rapisardi, Progetto di Casa signorile in Piazza Istria, *Prospettiva accidentale dalla piazza*, 1934 (su concessione della Sovrintendenza Capitolina – Archivio Storico Capitolino, segnatura: Archivio Fotografico, Edifici-Strade-Piazze, foto n. 2281).

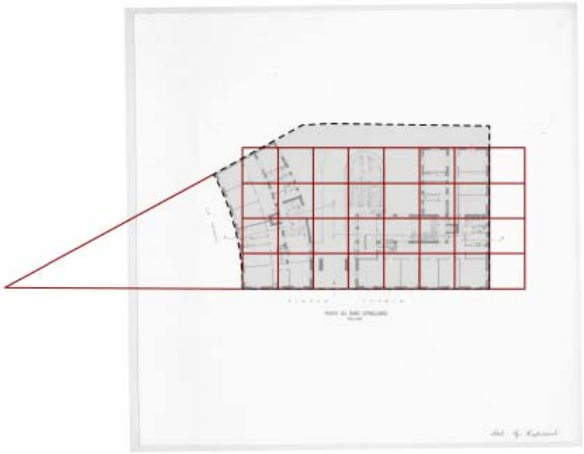
scelta di una modalità di taglio così complessa potrebbe non essere casuale, derivando possibilmente dall'esigenza di rappresentare nel modo più esaustivo possibile il concetto di spazio intrinseco all'edificio attraverso un unico elaborato architettonico, proprio in ossequio alle summenzionate tendenze ipodescrittive che interessavano il linguaggio grafico dell'architettura in quegli anni; la "Sezione sulla A-B-C-D-E-F-G-H" (fig. 4) – questo era l'identificativo scelto dal progettista – segue le stesse modalità espressive della pianta con un paio di differenze dovute alla campitura delle parti sezionate, qui realizzata con linee parallele a quarantacinque gradi, e alla presenza di quote, relative soltanto alle altezze. Intenti completamente diversi sembrano invece essere alla base

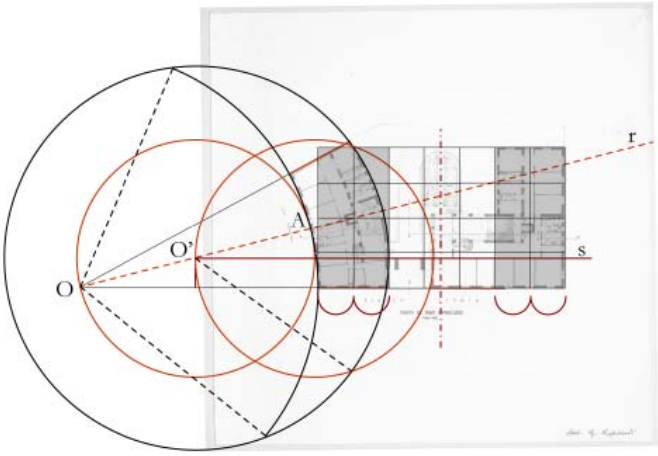
della prospettiva (fig. 5), nella quale Rapisardi si allontana dal carattere "asciutto" dei due disegni precedenti per approdare all'uso di una tecnica mista tra inchiostro di china e carboncino: con le penne vengono tracciate le linee, mentre matite e grafiti grasse sono usate per esaltare i valori plastici dell'edificio, evidenziare le differenze fra i materiali di rivestimento o diversificare l'esposizione luminosa dei fronti; per quest'ultimo caso Rapisardi utilizza toni scuri per gli alzati su piazza Istria e Corso Trieste e toni più chiari per i prospetti ovest; la tecnica del chiaroscuro inoltre viene usata anche per dissolvere progressivamente le ombre con l'aumentare della altezza, partendo dalla scurezza della fascia basamentale per arrivare ai grigi tenui del coronamento. A differenza di pianta e sezione, nella prospettiva l'architetto siciliano mette in atto i canoni della cosiddetta "Scuola romana degli anni '20", i cui rappresentanti erano Marcello Piacentini, Arnaldo Foschini e Vittorio Ballio Morpurgo (solo per citarne alcuni): questo gruppo di progettisti propugnava l'abbandono dell'*horror vacui* dell'età degli eclettismi – in cui imperava un esasperato e stereotipato graficismo di matrice accademica – in favore di un linguaggio grafico semplificato, nel quale si esaltava il valore della linea, delle forme ridotte e scomposte in piani e volumi puri, perseguendo una poetica espressiva di sintesi tendente all'astratto e alla rappresentazione di un ambiente metafisico (Unali, 2003, p. 110). Con l'uso di tecniche simili ma declinate secondo modi più semplici è realizzata la planimetria in scala 1/500 (fig. 3a), in cui il progettista localizza l'intervento disegnando la piazza attraverso un accenno degli isolati che vi convergono: il contorno di questi ultimi è sottolineato, dal lato interno, con dei tratti al carboncino, mentre l'edificio progettato è individuato con una campitura piena, realizzata sempre a grafite, ma più scura. Questa tavola è l'unica delle quattro dotata di testata, che viene posizionata in alto al centro e nella quale sono menzionati il titolo del progetto, il committente e il progettista. La firma autografa di Gaetano Rapisardi è presente in tutte le tavole, posta in corrispondenza dell'angolo in basso a destra. Altro elemento comune a tutti i disegni è la cura maniacale con la quale le scritte sono realizzate, tanto da farle sembrare come stampate con caratteri tipografici: Rapisardi usa il grassetto (in varie declinazioni) soltanto per i titoli degli elaborati e per la testata, mentre tutto il resto è scritto in tondo.

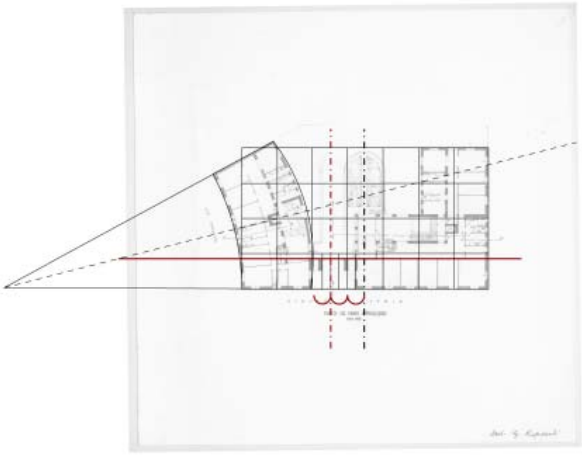
L'edificio nei suoi contesti

Analogamente al resto dell'espansione novecentesca della città di Roma, la nascita e il successivo sviluppo del quartiere Trieste furono disciplinati in massima parte dal piano Sanjust di Teulada del 1909, dalla variante generale del 1925-26 e dal nuovo piano regolatore del 1931, elaborato da una commissione i cui membri più autorevoli erano Marcello Piacentini, Gustavo Giovannoni, Armando Brasini e Alberto Calza Bini (Rossi, 1991, pp. 63-73). Con il susseguirsi di questi tre strumenti urbanistici le densità edilizie consentite nelle varie zone d'espansione crebbero in maniera considerevole: basti

Fig. 6 - Analisi grafica della pianta, elaborazione di Eleonora Di Mauro.




r
A
O'
s
O



pensare che dalla differenziazione tipologica "fabbricato/villino" prevista dal piano del 1909, che assicurava un certo equilibrio tra spazio costruito e aree verdi (Rossi, 1991, pp. 12-15), si arrivò a contemplare, con il piano del 1931, i cosiddetti "intensivi", la cui costruzione era dettata per lo più da ragioni speculative; la realizzazione massiva e diffusa di questa tipologia saturò velocemente lo spazio disponibile nelle zone d'espansione già alla metà degli anni '30 (Rossi, 1991, pp. 63-73).
La Casa Signorile in Piazza Istria progettata da Gaetano Rapisardi è quindi un tassello infinitesimale di questo quadro complesso che vede la città eterna in grande trasformazione. Qui l'architetto siciliano si fa interprete di una serie di istanze provenienti da attori diversi, a partire dalla società di costruzioni edili in pieno spolvero fino alla classe borghese romana desiderosa di manifestare il proprio *status symbol* attraverso l'immagine rappresentativa di un'architettura monumentale: questa è intesa non in senso dimensionale ma nei termini "piacentiniani" della sua essenza formale, ovvero nell'adozione di un sistema proporzionale preciso e ordinato che esprima l'istituzione pubblica o la committenza privata rappresentata (Purini, 2022, p. 52).
Il progetto consiste in un complesso di due edifici a prevalente sviluppo verticale che si stagliano su uno degli spigoli della piazza, materializzandone in parte le quinte. Il primo dei due edifici, posto ad angolo, ha una pianta a settore di corona circolare sviluppandosi in altezza per sette elevazioni, mentre l'altro, staccato rispetto ad esso di quasi 8 metri, vanta un impianto a "L" e ben dodici piani fuori terra (figg. 3-5, 8-10). I due corpi di fabbrica, da un punto di vista figurativo, sono separati e uniti al tempo stesso da un alto portale a trilite che funge da ingresso monumentale ma anche da dispositivo ottico verso una pineta interna a cui il progettista sembra voler assegnare un ruolo fondamentale in un ipotetico percorso di spazi in successione (figg. 3a, 5). Rapisardi, infatti, oltre a disegnarla nella prospettiva (fig. 5), si preoccupa di graficizzare in planimetria un cono ottico che rimandi la visuale proprio in direzione della stessa pineta (fig. 3a): quest'ultima diviene il fondale naturale che dona profondità alla composizione ponendo in relazione le severe quinte architettoniche con la sinuosa natura retrostante (Scannavini, 2022, p. 160). Dalla Piazza gli edifici si presentano come due prismi nei quali la purezza stereometrica viene rotta soltanto dalle balconate che coprono l'intero perimetro dei primi piani e, solo nell'edificio maggiore, dai nove aggetti angolari a terminazione semicircolare che permettono l'affaccio sulla piazza e sul passaggio (figg. 5, 8, 10). Gli alzati sono poi connotati dalla presenza di bucature di identica dimensione, allineate e serialmente ripetute, e di fasce marcapiano lievemente aggettanti poste alla base di esse (fig. 9). Tali accorgimenti progettuali paiono volti a snaturare il meno possibile la semplicità volumetrica intesa come esaltazione della dimensione scultorea dell'architettura attraverso una grande chiarezza tipologica che si manifesta in forme e spazi elementari (Purini, 2022, p. 54): questo concetto di semplicità è, più che una qualità evidente, una caratteristica sostanziale di un'architettura in cui la ragione riveste un ruolo primario (Purini, 2022, p. 54). In relazione al disegno architettonico in Italia negli anni '20 e '30 si è già menzionato quel carattere

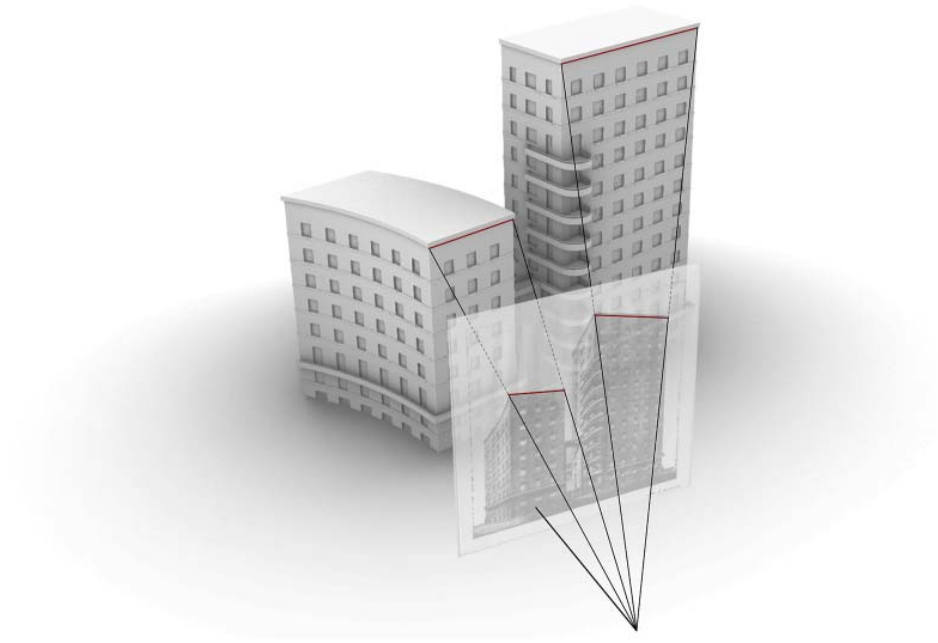


Fig. 7 - Render di dettaglio del progetto della Casa signorile in Piazza Istria, elaborazione grafica di Eleonora Di Mauro.

metafisico, che intride anche Gaetano Rapisardi e la sua architettura. Quest'ultima assume una tonalità tale da proiettarsi in quella che Franco Purini (2022) definisce come "dimensione idealizzante": un aspetto che, nel costruire un luogo, permette all'edificio stesso di passare dall'utilità e dalla solidità della struttura all'espressione intellettuale, e da questa, alla sfera spirituale in cui la venustas perde il suo valore fisico-visivo pervenendo a un livello superiore, misterioso e insondabile, ovvero una dimensione ultraterrena in cui l'architettura trova completamente se stessa (Purini, 2022, p. 54). Ma come affermava Le Corbusier (1973), alla base di un'architettura di sensazioni c'è una pianta che la genera, esprimendone principi, intenzionalità, coerenza e più concretamente forme, ritmi e volumi: nella casa signorile in Piazza Istria, Gaetano Rapisardi, pur essendo un architetto "classico", rifugge dal modello tipologico centrico dei palazzi rinascimentali, che prevede uno spazio servente al centro e tutti gli ambienti disposti radialmente a esso, per mettere in atto il cosiddetto "asse d'onore" di neoclassica memoria, ovvero un principio compositivo applicato per la prima volta dai fratelli Robert e James Adam nella Gran Bretagna del '700, che prevede una galleria centrale di percorrenza longitudinale con i vari ambienti disposti a pettine su entrambi i lati. Tra i primi in Italia ad applicare tale sistema fu certamente l'architetto palermitano modernista Ernesto Basile alla fine del '800; dopo di lui fu il turno di molti allievi della sua scuola operanti non solo in Sicilia ma nel resto d'Italia e soprattutto a Roma; nella capitale Marcello Piacentini adotta questo schema nella sua casa-studio sul Lungotevere

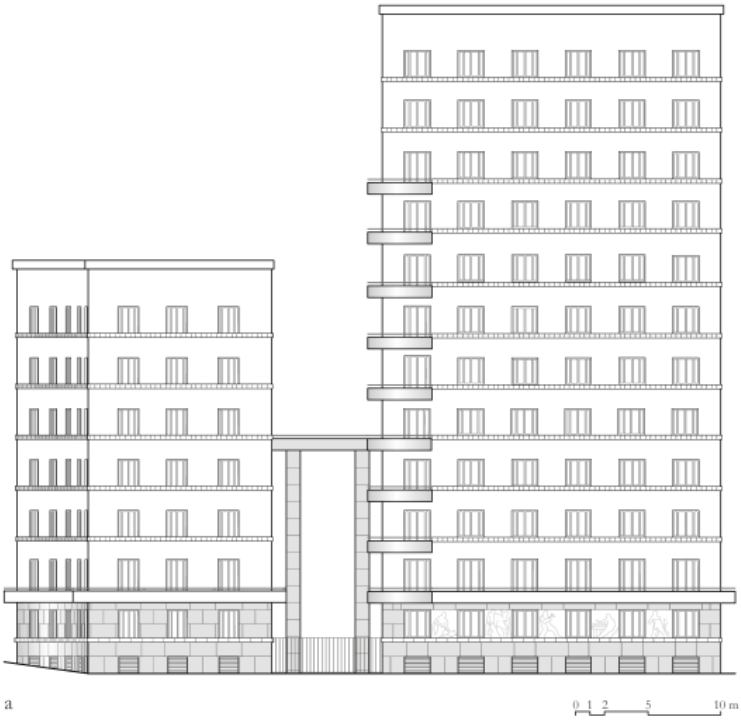
Fig. 8 - Restituzione prospettica del progetto di G. Rapisardi della Casa Signorile in Piazza Istria, elaborazione grafica di Eleonora Di Mauro.

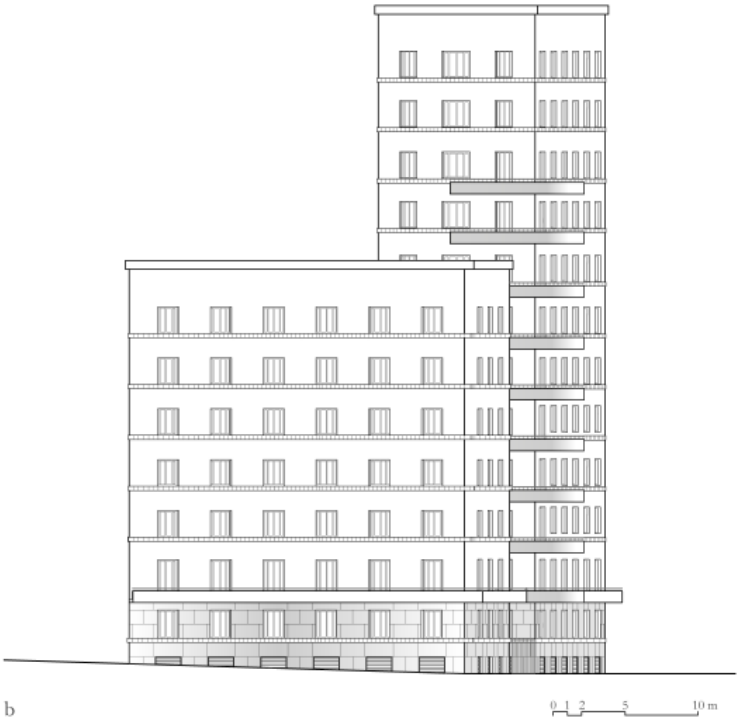
Tor di Nona, nel 1931; Gaetano Rapisardi nel primo progetto di Piazza Istria adatta l'asse d'onore alla particolare conformazione delle piante dei due edifici, realizzando un corridoio curvo nel primo caso e uno a "L" nel secondo (fig. 3b).

Processo analitico-ricostruttivo

Dall'analisi della pianta (fig. 6) emerge un gioco di relazioni assiali e proporzionali solo apparentemente casuali: i due elementi iniziali da cui diparte tale approfondimento sono rappresentati dal perimetro del lotto e dalla ricerca del centro di curvatura del prospetto occidentale.

Fig. 9 - Confronto tra il modello virtuale e la prospettiva di progetto della Casa Signorile in Piazza Istria di G. Rapisardi, elaborazione grafica di Eleonora Di Mauro.


a
0 1 2 5 10 m


b
0 1 2 5 10 m

Assumendo come unità di riferimento il prospetto posto sul lato estremo orientale si ricavano due quadrati affiancati entro i quali inquadrare le planimetrie dei due corpi costituenti il complesso residenziale. L'operazione di suddivisione in sedici moduli di ciascun quadrato permette di escludere dalla composizione la colonna a destra, restituendo così una griglia composta orizzontalmente da sette quadrati e verticalmente da quattro.
Si ottiene così uno schema simmetrico in cui lungo l'asse centrale l'architetto Gaetano Rapisardi colloca l'atrio di ingresso al corpo più alto a destra e, nella sua prosecuzione, il vialetto del giardino interno. La forma irregolare del lotto impone, tuttavia, una curvatura alla quale la struttura deve adeguarsi, in particolare il corpo di fabbrica allocato sul lato sinistro del perimetro. Dal prolungamento dei due lati del lotto (rispettivamente su Piazza Istria e sull'edificio limitrofo in via Panaro) si ricava il centro di curvatura O dal quale si traccia l'arco di circonferenza che definisce il prospetto occidentale. Tale centro è funzionale per il tracciamento di due elementi notevoli per la definizione geometrica della pianta: la bisettrice r dell'angolo in O e l'asse s ottenuto tracciando la parallela al lato del lotto prospiciente la piazza e passante per la mediana O' del segmento OA.
L'intersezione tra l'asse r e la mediana dei quadrati definisce un punto focale del blocco curvo in cui Rapisardi colloca il vano ascensore, nodo cruciale per la distribuzione in alzato dei percorsi tra i vari piani. Lungo l'asse s, invece, l'architetto colloca nel blocco a "L" il tramezzo che divide gli ambienti che prospettano sulla piazza dall'androne.
Dalla traslazione rigida della circonferenza di diametro OA lungo l'asse s si delimita la misura del prospetto del volume più alto. Successivamente si procede alla suddivisione della griglia in sottomoduli da cui si ricava la collocazione del nuovo asse di ingresso che indirizzava lo sguardo verso la pineta retrostante. Tale vista non era di esclusivo godimento da parte dei residenti, era filtrata però dall'ampio cancello che si configurava non come una barriera cieca, ma come un dispositivo ottico di diffrazione che, parzializzando la visione, ne dilatava la percezione (fig. 7).
La realizzazione difforme rispetto al progetto originario congiuntamente alla pesante variazione delle caratteristiche ambientali non permettono di avere un riscontro oggettivo di tali di ipotesi; l'unico riferimento possibile rimangono quindi le elaborazioni grafiche dell'architetto aretuseo che tuttavia presentano delle lacune nella definizione del complesso residenziale.
Tra i disegni il più significativo utilizzato in questo studio per risalire, almeno in parte, ad alcuni elaborati mancanti è stato la prospettiva accidentale.
Attraverso la restituzione prospettica si sono ricavati i due prospetti principali in proiezione ortogonale, riconducendo il problema al caso della determinazione dell'orientamento interno in cui il punto principale non è noto (fig. 8) (Agnello, 2023, p. 104). L'uso della prospettiva per Gaetano Rapisardi era imprescindibile nella sua produzione progettuale, notoriamente coerente soprattutto dal punto di vista grafico: essa si configurava come uno strumento di controllo della percezione del progetto (fig.

Fig. 10 - Prospetti sud (a) e ovest (b) di progetto della Casa Signorile in Piazza Istria, elaborazione grafica di Eleonora Di Mauro.

9). Proprio perché frutto di un'elaborazione manuale, la prospettiva non era esente da alcune correzioni grafiche atte a rendere determinati aspetti del progetto più accattivanti agli occhi della committenza, nel caso in cui si fosse trattato di un concorso, o di

eventuali commissioni giudicatrici.
Nel caso in esame, il blocco più alto si arretra di quasi due metri rispetto a quanto previsto in pianta, probabilmente per mostrare una struttura più slanciata di quando non fosse in realtà.
L'utilizzo di tali espedienti (Lavini, 1912, p. 97) era noto già da tempo [1], ma in questo caso la prospettiva, al netto delle eccezioni citate, risulta fedele agli altri elaborati progetuali.
Oggi del progetto originario rimane ben poco: i due edifici, concepiti separatamente, appaiono come un tutt'uno privi di due elementi significativi quali il sistema trilitico di ingresso e le balconate semicircolari che movimentavano la rigida teoria di finestre allineate dei due parallelepipedi (fig. 10). La differente altezza dei due corpi di fabbrica, dettata probabilmente dal regolamento edilizio del 1934 [2], viene annullata attestando l'altezza dell'attuale blocco residenziale all'edificio più basso a sei elevazioni al netto del piano seminterrato e quello rialzato. La particolare collocazione ad angolo del lotto permette l'affaccio sia su via Panaro che sulla piazza Istria. La differente ampiezza degli spazi antistanti aveva permesso all'architetto di attestarsi sui 28 metri circa per la parte di edificato sulla strada e di 46 metri circa per la parte sulla piazza: secondo il regolamento, tuttavia, l'altezza massima consentita era di soli 28 metri (fig. 11), per tale motivo si può ipotizzare la mancata realizzazione del blocco più alto. Ciò a riprova che i progetti realmente realizzati e quelli rimasti su carta seguono percorsi differenti, spesso divergenti, che portano il progettista a ritornare costantemente sui propri passi per adattare, modificare e a tratti stravolgere il proprio progetto.

Conclusioni

Lo studio dell'architettura non realizzata o, come in questo caso, parzialmente realizzata permette di esplorare una realtà virtuale secondo lo sguardo unico e particolare del progettista attraverso gli strumenti della Scienza della Rappresentazione: in questo modo è possibile praticare l'unicità del suo sguardo e del suo modo di operare e incidere, con il progetto, nel tessuto della città in espansione. Tale analisi risente pesantemente dei codici di lettura e delle interpretazioni prodotte da ciascun ambito culturale in cui si trova a operare (De Rubertis, 1992, p. 179); a questo si aggiunge la presenza di lacune grafiche che, nel tentativo di colmarle almeno in parte, lasciano spazio alle capacità ma anche ai limiti degli autori che ne effettuano la disanima.
Per varie motivazioni, spesso il materiale archivistico non perviene nella forma ideale di un corpus ordinato e completo, ma si compone di frammenti che, in vista di uno studio più ampio, possono essere connessi secondo un processo euristico che può trovare la sua verifica nel caso del rinvenimento della documentazione mancante o anche tramite successive ricerche.
Diversamente i progetti non realizzati sarebbero da considerare alla stregua di architetture latenti, poco esplorabili: è proprio tramite l'analisi, attraverso l'utilizzo del

Fig. 11 - Foto dell'edificio effettivamente realizzato sito in Piazza Istria ad angolo con via Panaro, immagine tratta da Google Earth, software di proprietà di Google LLC.

Disegno, della Geometria Descrittiva e della Modellazione, che questi edifici rimasti sulle carte dei rispettivi progettisti possono ritrovare una propria espressione divenendo accessibili a un pubblico sempre più ampio.

Note

[1] Già nel 1912 Lavini, nelle pagine de "L'Architettura Italiana. Periodico mensile di Costruzione e di Architettura pratica", denuncia l'utilizzo improprio di alterazioni prospettiche per rendere più credibile un progetto alle commissioni giudicatrici, sostanzialmente per via di una dilagante mancanza di conoscenza di tale tecnica di rappresentazione.

[2] Si fa riferimento alla Delibera del 18/08/1934 n. 5261.

Riconoscimenti

Pur nella condivisione generale dei contenuti del saggio da parte degli autori, i primi tre paragrafi, dal titolo *Introduzione*, *Il progetto di Gaetano Rapisardi* e *L'edificio nei suoi contesti*, sono stati scritti da Salvatore Damiano; Eleonora Di Mauro, invece, ha curato gli ultimi due, intitolati *Processo analitico-ricostruttivo* e *Conclusioni*, e la realizzazione delle elaborazioni grafiche.

Riferimenti bibliografici

Agnello, F. (2023). *La memoria fotografica dell'architettura. Restituzioni prospettiche e ricostruzioni*. FrancoAngeli.

Barucci, C. & Falsetti, M. (a cura di) (2023). *Gaetano Rapisardi Architetto 1893-1988*. Campisano.

Carpaneto, G., Cerchiai, C., Paradisi, D., Quercioli, M., Rendina, C. & Villa, C. (1991). *I rioni e i quartieri di Roma* (Vol. 7). Newton Compton.

Ciucci, G. (2002). *Gli architetti e il fascismo: Architettura e città 1922-1934*. Einaudi.

Ciucci, G., Lux, S. & Purini, F. (a cura di) (2012). *Marcello Piacentini architetto 1881-1960*. Gangemi.

Clemente, M. (2012). *Comporre e scomporre l'architettura: dall'analisi grafica al disegno di progetto*. Aracne.

Danesi, S. & Patetta, L. (a cura di) (1976). *Il razionalismo e l'architettura in Italia durante il fascismo*. Electa.

De Rubertis, R. (1994). *Il disegno dell'architettura*. La Nuova Italia Scientifica.

De Rubertis, R., Soletti, A. & Ugo, V., (1992). *Temi e Codici del disegno di architettura*. Officina Edizioni.

Docci, M. & Chiavoni, E. (2017). *Saper leggere l'architettura*. Laterza.

Duranti, G. (2016). Rapisardi, Gaetano. In *Dizionario biografico degli italiani*, vol. 86. Treccani.

Fano, G. (1979). *La restituzione prospettica da prospettiva razionale*. Dedalo.

Fasolo, V. (1960). *Analisi grafica dei valori architettonici*. Università di Roma - Facoltà di Architettura - Istituto di Storia dell'architettura.

Fatta, F. (2022). Editorial. *Diségno*, *10*, 5-6. https://doi.org/10.26375/disegno.10.2022.1.

Gregotti, V. (2014). *Il Disegno come strumento del progetto*. Christian Marinotti.

Ippoliti, E. (2007). L'altra modernità: alcuni disegni di Gaetano Rapisardi per Siracusa. *Ikhnos*, 2007, 91-122.

Ippoliti, E. (2020). *Il disegno per Gaetano Rapisardi*. Franco Angeli.

Lavini, G. (1912). La prospettiva. *L'Architettura italiana, 9, 97-98*, n. 9, giugno 1912, p. 97.

Le Corbusier (1973). *Verso una architettura*. Longanesi.

Lupano, M. (1991). *Marcello Piacentini*. Laterza.

Mauro, E. & Sessa, E. (2003). Gli architetti siciliani nella Roma del ventennio. In V. Franchetti Pardo (a cura di), *L'architettura nelle città italiane del XX secolo. Dagli anni Venti agli anni Ottanta* (pp. 224-232). Jaca Book.

Migliari, R. & Fasolo, M. (2022). *Prospettiva. Teoria e applicazioni*. Hoepli.

Muntoni, A. (2010). *Roma tra le due guerre (1919-1944)*. Kappa.

Nicoloso, P. (2018). *Marcello Piacentini. Architettura e potere: una biografia*. Gaspari.

Nicoloso, P. (2022). *Marcello Piacentini*. Carocci.

Pagnano, G. (1975). *La lettura critica: Analisi di cinque opere di Adolf Loos*. Supplemento al quaderno dell'istituto dipartimentale di architettura e urbanistica, Università di Catania, n. 7. Vito Cavallotto Editore.

Pagnano, G. (2008). Presentazione. In F. Maggio, M. Villa, *Architettura demolita: modelli abitativi alla V Triennale di Milano. Ridisegno e Analisi grafica* (pp. 7-10). Caracol.

Palestini, C. (2022). Research and Archives of Architecture. The Roles and Disseminations of Drawing. *Diségno, 10*, 7-17. https://doi.org/10.26375/disegno.10.2022.2.

Papi, D.G. (2020). *Rappresentare l'architettura: Note sulle categorie e le classi del disegno*. Tab.

Pisani, M. (2004). *Architetture di Marcello Piacentini. Le opere maestre*. CLEAR.

Purini, F. (2022). Una meditazione tuscolana. In C. Barucci & M. Falsetti (a cura di), *Gaetano Rapisardi Architetto 1893-1988* (pp. 49-54). Campisano.

Rossi, P.O. (1991). *Roma. Guida all'architettura moderna 1909-1991*. Laterza.

Santuccio, S. (2003). Il disegno razionale. In C. Mezzetti (a cura di), *Il disegno dell'architettura italiana nel XX secolo* (pp. 149-192). Kappa.

Scannavini, E. (2022). Architettura residenziale dal villino all'intensivo. In C. Barucci & M. Falsetti (a cura di), *Gaetano Rapisardi Architetto 1893-1988* (pp. 149-162). Campisano.

Sdegno, A. (2002). *Architettura e rappresentazione digitale*. Cafoscarina.

Sessa, E. (2014). *La nuova immagine della città italiana nel ventennio fascista*. Flaccovio.

Unali, M. (2003). La scuola romana degli anni '20. In C. Mezzetti (a cura di), *Il disegno dell'architettura italiana nel XX secolo* (pp. 149-192). Kappa.

Ugo, V. (1994). *Fondamenti della rappresentazione architettonica*. Esculapio.

Ugo, V. (2008). *μίμησις mìmēsis. Sulla critica della rappresentazione dell'architettura*. Maggioli.

Vernizzi, C. (2022). Architecture Drawings and Digital Archives: Acquisition, structuring, preservation. *Diségno, 10*, 27-38. https://doi.org/10.26375/disegno.10.2022.5.

Il rilievo per la fruizione dei beni in digitale: il caso studio dell'Eremo di Santa Maria a Cetrella sull'Isola di Capri

Rosaria Parente[1], Riccardo Tavolare[2]

[1]Benecon University Consortium - Universitas Mercatorum, ITALY

[2]Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, del Territorio, Edile e di Chimica - DICATECh, Politecnico di Bari, ITALY

rosaria.parente@unimercatorum.it; riccardo.tavolare@poliba.it

Parole chiave: Simulazione; Rilievo digitale; Simulazione Lidar / *Simulation; Digital survey; Lidar simulation.*

Abstract

La fruizione di spazi architettonici, anche poco accessibili, attraverso la simulazione immersiva necessita di una fase di progettazione tridimensionale in grado di ricostruire i volumi compositivi per mezzo di poligoni e solidi orientati in uno spazio tridimensionale. Si tratta di un'azione per la quale è necessario mettere in campo le nozioni tecnico-pratiche alla base della disciplina del disegno.
Quest'attività di disegno digitale comporta delle interpretazioni e semplificazioni geometriche riconducibili alle potenzialità generative dei software di modellazione 3D utilizzate che, seppur offrendo la possibilità di ricostruire ontologie compositive dei vari elementi presenti, alterano inevitabilmente lo spazio reale percepito, attraverso una rigida operazione di geometrizzazione.
Grazie alle performanti capacità di registrazione che gli attuali strumenti di rilievo laser offrono, in questa applicazione, condotta sull'eremo di Santa Maria a Cetrella sull'isola di Capri, si è sperimentato un workflow che consenta la fruizione di uno spazio architettonico rilevato, in modo immersivo e interattivo, all'interno di una simulazione VR, garantendo un processo di ottimizzazione razionale dei punti tramite l'applicazione di modelli di machine learning in grado di identificare le parti salienti dell'ambiente rendendole fruibili a una risoluzione maggiore, preservando dettagli e riconoscibilità stilistica dei luoghi.
A differenza degli ambienti di lettura di una nuvola di punti, il procedimento proposto prevede la possibilità di inserire la nuvola di punti all'interno del calcolo della *global lumination* e delle mappe di riflessività, garantendo così una migliore immersione visiva con lo scenario virtuale grazie all'utilizzo delle ultime tecnologie di *ray tracing* e *shading*.
Il rilievo digitale diviene così un asset fruibile in digitale, partecipando ai meccanismi di riflessione e diffusione all'interno dell'ambiente virtuale, integrandosi nella simulazione con gli eventuali altri asset inseriti dal progettista.
La ricerca mira a proporre una modalità di fruizione degli ambienti registrati che sia completa, realistica, senza artifici geometrici, preservando la libertà di movimento interattivo dell'utilizzatore.

The use of architectural spaces, even those that are not very accessible, through immersive simulation requires a three-dimensional design phase capable of reconstructing the compositional volumes by means of polygons and

Fig. 1 - L'Eremo di Santa Maria a Cetrella sull'isola di Capri, in alto una vista sulle coperture e in basso, l'ingresso principale (elaborazione grafica degli autori).

solids oriented in a three-dimensional space. This is an action for which it is necessary to put into practice the technical-practical notions underlying the discipline of drawing.
This digital drawing activity involves geometric interpretations and simplifications that can be traced back to the generative potential of the 3D modelling software used which, although offering the possibility of reconstructing compositional ontologies of the various elements present, inevitably alter the perceived real space, through a rigid geometrisation operation.
Thanks to the high-performance recording capabilities that current laser surveying tools offer, in this application, conducted on the hermitage of Santa Maria a Cetrella on the island of Capri, a workflow was tested that allows the use of a surveyed architectural space, in an immersive and interactive way, within a VR simulation, ensuring a rational optimization process of the points through the application of machine learning models capable of identifying the salient parts of the environment, making them usable at a higher resolution, preserving details and stylistic recognizability of the places.
Unlike point cloud reading environments, the proposed procedure provides the possibility of inserting the point cloud into the calculation of global lumination and reflectivity maps, thus ensuring better visual immersion with the virtual scenario thanks to the use of the latest ray tracing and shading technologies.
The digital survey thus becomes an asset that can be used digitally, participating in the mechanisms of reflection and diffusion within the virtual environment, integrating into the simulation with any other assets inserted by the designer. The research aims to propose a way of using the recorded environments that is complete, realistic, without geometric artifices, preserving the user's freedom of interactive movement.

Introduzione

Le metodologie di acquisizione in ambito architettonico, basate sulla generazione di nuvole di punti (LIDAR o fotogrammetrica), grazie allo sviluppo di tecnologie sempre più performanti e alla disponibilità di capacità elaborative sempre maggiori, stanno diventando parte integrante e indispensabile nei processi di studio e analisi formale del costruito, garantendo ottimi livelli di accuratezza e rapidità operative (Andriasyan et al., 2020; Croce et al., 2021; Rüther et al., 2011).
Tale innovazione trova particolare propulsione dal processo di transizione digitale che sta investendo l'intera filiera AEC, portando alla graduale dematerializzazione degli elaborati grafici a vantaggio di una digitalizzazione dei processi di rilievo, rappresentazione e e-procurement (Aguiar Costa & Grilo, 2015; Manzoor et al., 2021).
Anche lo studio formale, dunque, è portato a utilizzare sempre più dati e informazioni strutturate, tramite l'utilizzo di contenitori orientati (BIM) in grado di rappresentare, a differenti livelli di dettaglio, i singoli componenti costruttivi attraverso una connessione ontologica gerarchica.
In questo scenario, l'utilizzo di rilievi digitali con nuvole di punti, oltre a fornire informazioni sulle geometrie costituenti gli ambienti oggetto di studio, può diventare veicolo di approfondimento semantico associando ai dati spaziali, informazioni cromatiche, fino ad arrivare alla possibilità di ricostruzione virtuale, sotto forma di mesh tridimensionali realistiche, degli elementi presenti.
In questo nuovo paradigma di rappresentazione, (da punto a superficie e da superficie a solido) i punti acquisiti vengono normalmente utilizzati come semplice riferimento per la ri-generazione di componenti orientati (BIM) o, tramite processi di interpolazione e semplificazione, convertiti in solidi generativi, di origine differente (mesh, NURBS,

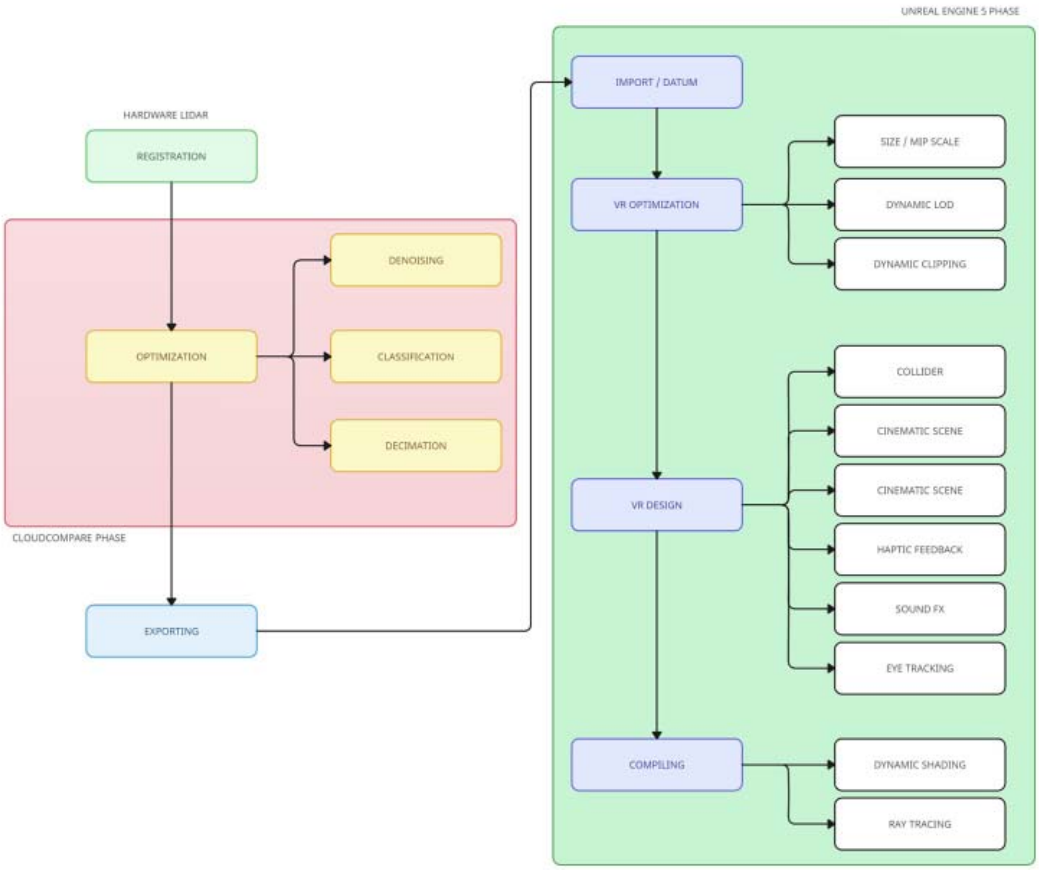


Fig. 2 - Workflow sperimentale per la progettazione di ambienti VR da nuvole di punti (elaborazione grafica degli autori).

ecc.) in base alle capacità di authoring dell'ambiente software utilizzato.
Tali trasformazioni, oltre a risultare particolarmente complessi in taluni ambienti architettonici, tendono a comportare una potenziale perdita di dati (Casado-Coscolla et al., 2023), andando così a inficiare l'integrità della rappresentazione dei componenti architettonici e la conseguente potenzialità di analisi formale.
Al contrario, la visualizzazione diretta della nuvola di punti acquisita, sebbene consenta una riproduzione passiva dell'acquisizione strumentale in campo, resta limitata alla riproduzione del valore cromatico RGB registrato in fase di rilievo, rendendo di fatto immutevole e statica l'intera riproduzione, non integrandosi con gli algoritmi di calcolo e renderizzazione tipicamente utilizzati in ambito *extended reality*.
In tale contesto metodologico, si vuole sperimentare un approccio simulativo di lettura e fruizione diretta dei rilievi digitali, sfruttando la modalità immersiva (VR), in grado di offrire all'utilizzatore un ambiente navigabile e interrogabile in cui poter interagire liberamente, simulando uno spazio virtuale realistico nella sua percezione e fedele nella sua caratterizzazione geometrica e integrazione cromatica con l'ambiente circostante.

Confronto con lavori di ricerca simili

Le potenzialità di studio e analisi offerte da un rilievo digitale spingono generalmente gli operatori a utilizzare ambienti di rappresentazione in grado di visualizzare in modo dinamico la nuvola di punti, consentendo una navigazione interattiva al suo interno (fig. 2).
Le soluzioni adottate in tale ambito si dividono principalmente in tre categorie:

- modalità web-based;
- modalità locale;
- modalità virtuale.

La prima, si basa sull'utilizzo di un flusso di streaming in grado di aggiornare, tramite la lettura dei comandi di interazione dell'utente, lo scenario digitale di punti, sfruttando le capacità di elaborazione remota offerta tramite il web. In tale contesto, alcune sperimentazioni hanno sfruttato librerie appositamente concepite per l'ottimizzazione dei flussi grafici WebGL (Martinez Rubi et al., 2015; Ye et al., 2016) in grado di velocizzare il trasferimento e rappresentazione dei punti.
Nella modalità locale, sebbene le caratteristiche di velocità di trasferimento risultino maggiori, diviene spesso necessario adottare strategie capaci di superare i limiti di calcolo offerti dal sistema rappresentativo, a causa dell'enorme quantità di punti presenti nelle nuvole registrate ad alta risoluzione (figg. 3-5). Al fine di evitare operazioni di segmentazione o decimazione eccessiva, che porterebbero a una lettura parziale dello spazio tridimensionale, alcuni ricercatori hanno sperimentato soluzioni *out-of-core*, in grado di visualizzare insiemi di punti tramite processi di pre-computazione e ottimizzazione basati su una destrutturazione e zonizzazione gerarchica della nuvola di punti a cui applicare una risoluzione (densità di punti) variabile in base al punto di vista (Gobbetti & Marton, 2004).
In particolare (Casado-Coscolla et al., 2023) propone un innovativo metodo basato sul precalcolo di una mappa di visibilità in grado di identificare, in modo preventivo, i punti effettivamente visibili sulla base della posizione dell'osservatore virtuale, limitando così il carico computazionale da parte dell'elaboratore in fase di simulazione. Questo metodo, integrato ad un algoritmo in grado di supportare una transizione morbida tra Livelli di dettaglio differenti (CLOD) può offrire un vantaggio rappresentativo per nuvole di punti particolarmente complesse, così come già sperimentato in ambito territoriale (Strugar, 2009).
Per quanto attiene la fruizione virtuale, l'elaborazione di uno spazio tridimensionale a 360° richiede tempi di calcolo maggiori, a causa anche della duplice renderizzazione richiesta nei visori stereoscopici, risulta necessario considerare ulteriori strategie rappresentative e progettuali, come la programmazione cinematica interattiva, l'usabilità dell'interazione e le performance di rendering, tutte variabili indispensabili per garantire una fruizione immersiva, efficace e confortevole (Thiel et al., 2018).

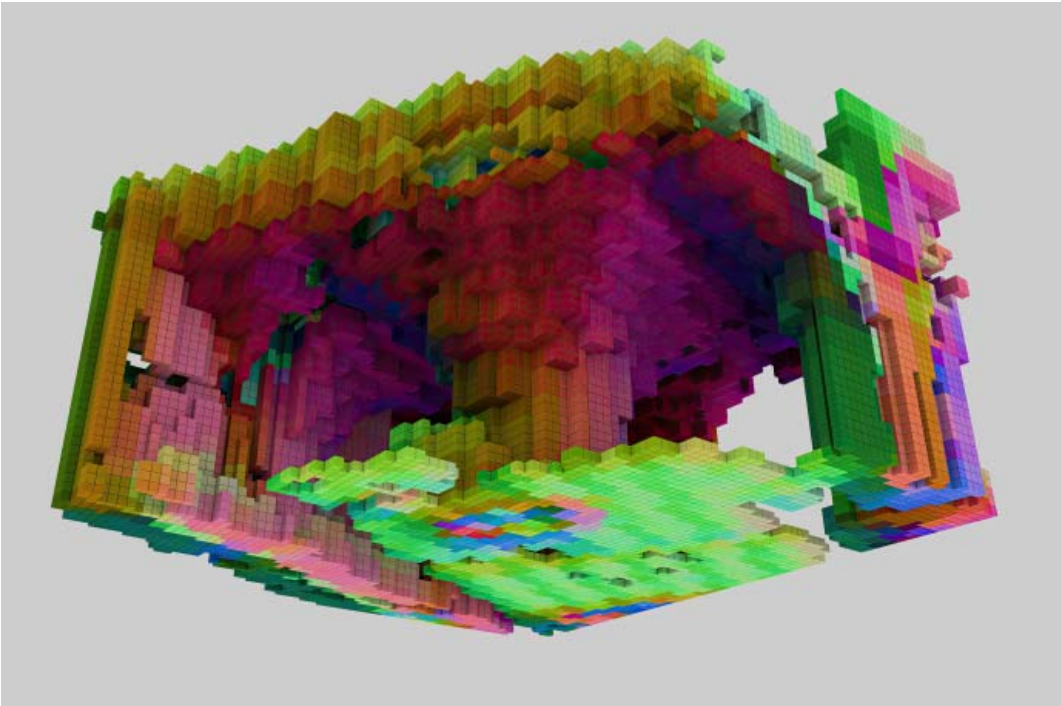


Fig. 3 - Voxelizzazione nuvola di punti, voxel size = 5 cm (elaborazione grafica degli autori).

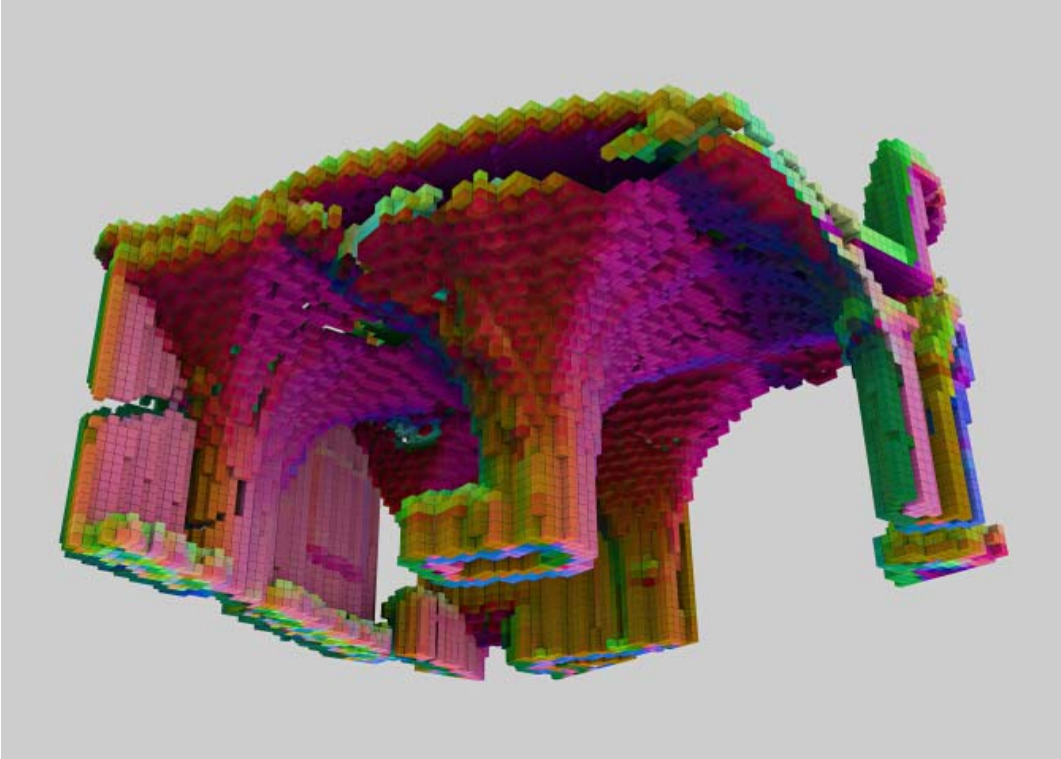


Fig. 4 - Voxelizzazione nuvola di punti voxel size = 2 cm (elaborazione grafica degli autori).

Fig. 5 - Fase di analisi scenario: LOD depth phase_05 (elaborazione grafica degli autori).

Il caso studio

Rispondendo all'invito della call, ovvero di rendere fruibili architetture poco accessibili, la scelta del caso studio è ricaduta sull' Eremo di Santa Maria a Cetrella (fig. 6), realizzato intorno al 1400 ad Anacapri, sul versante del Monte Solaro, la cima più alta dell'isola di Capri con i suoi 589 m, a strapiombo su Marina Piccola. Secondo l'archeologo Maiuri, l'Eremo fu realizzato in una zona dove prima vi era un tempio dedicato a Venere Citerea; da qui il nome di Cetrella. Altre fonti, invece, legano tale nome a quello della pianta caprese, la cedronella. Una prima ristrutturazione del complesso si ebbe nel 1504, altri lavori furono realizzati tra il 1614 e il 1619. La chiesa è composta da due navate: una dedicata alla Beata Vergine Maria e l'altra arricchita da un dipinto del XVI secolo che rappresenta San Domenico.
Oltre la chiesa, a due navate entrambe con un altare, sono presenti il campanile, la sacrestia, la cucina e alcune celle dove dimorarono frati francescani e domenicani che cercavano e trovavano, in questo luogo suggestivo e panoramico, pace e serenità (fig. 7).
Con l'obiettivo di dare nuova vita digitale a questo bene architettonico, si è proceduto dapprima alla realizzazione del rilievo degli esterni e dell'interno della chiesa, per realizzare il modello da condividere, in modo da poter suscitare nel fruitore virtuale l'interesse verso il monumento rilevato e rappresentato, in un'ottica più ampia di educazione al patrimonio architettonico.
Elena Ippoliti (2011), riflettendo sul tema della relazione tra tecnologie digitali e godimento del patrimonio culturale, evidenzia come, anche senza risorse economiche straordinarie, le tecnologie hanno la possibilità di concorrere alla costruzione di forme comunicative sempre più efficaci e più vicine al fruitore. In questo modo è possibile

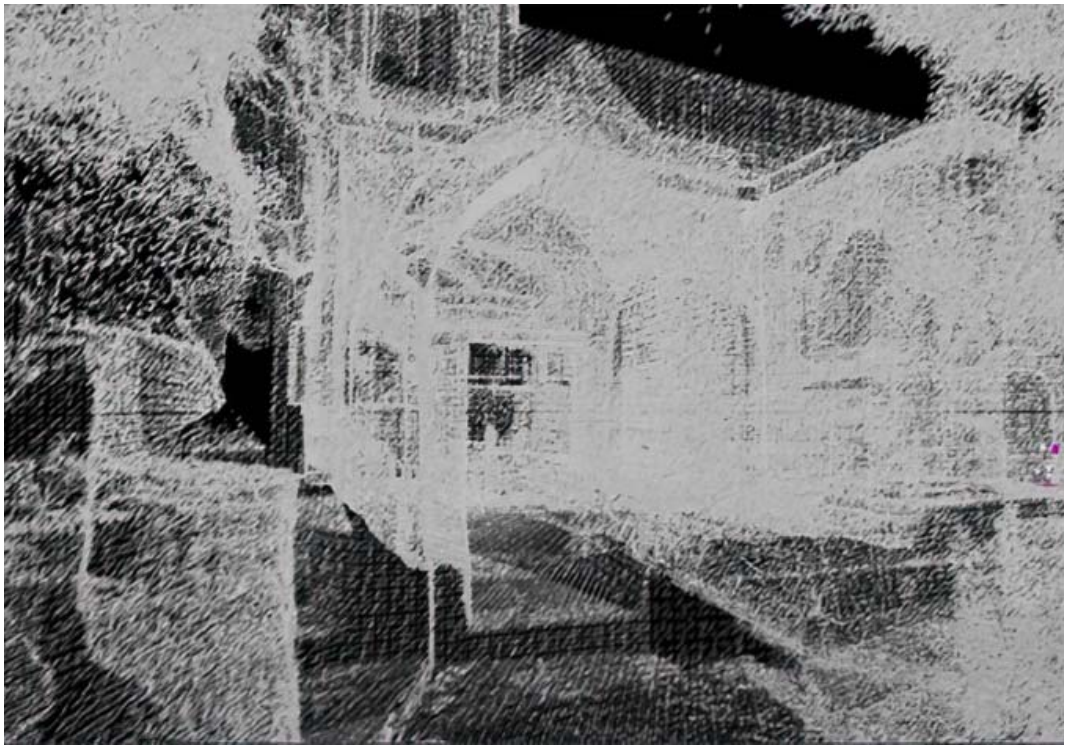


Fig. 6 - Fase di analisi scenario: enumeration phase (elaborazione grafica degli autori).

Fig. 7 - Sezione nuvola di punti con EDL shading basato su depth map (elaborazione grafica degli autori).

avvicinare un pubblico sempre più ampio ai contenuti culturali, facendo leva sul coinvolgimento sensoriale ed emozionale, sull'esperienza e sulla partecipazione.

Metodologie applicate alla ricerca

In questa ricerca, si è scelto di individuare tre obiettivi rappresentativi, propedeutici a garantire una simulazione immersiva di un rilievo architettonico digitale:

- Una visione fluida e confortevole dell'ambiente simulato, considerato il numero elevato di punti che costituiscono le nuvole di punti in ambito architettonico. Tale proprietà, risulta legata prioritariamente ad aspetti hardware e software dell'ambiente di riproduzione.
- La rappresentazione dei soli punti rappresentativi i componenti e le forme costruttive presenti, limitando la presenza di rumore o punti errati. Tali proprietà sono correlate alle caratteristiche strumentali, alle proprietà materiche degli elementi presenti e ad eventuali processi di post-produzione implementate sulla nuvola di punti.
- La rappresentazione realistica della nuvola di punti all'interno di un contesto immersivo, garantendo strumenti di rappresentazione capaci di simulare le condizioni ambientali di luce e riflessione, oltre alle proprietà di interazione con l'utente.

Per tale scopo, si è sperimentato e implementato un workflow parametrico in grado di consentire, con processi di elaborazione a fasi parametriche, un processo di ottimizzazione e integrazione del rilievo con nuvola di punti all'interno di un ambiente di fruizione virtuale.

Le fasi di elaborazione hanno previsto principalmente tre fasi di lavoro:

1. Acquisizione e registrazione, tramite l'utilizzo di un laser scanner FARO 3D e del relativo software *FARO SCENE*, per quanto riguarda la fase di registrazione della nuvola di punti (tab. 1);
2. Post-elaborazione e ottimizzazione, all'interno dell'ambiente opensource *Cloudcompare*, per quanto riguarda la fase di ottimizzazione della nuvola di punti.
3. Progettazione e programmazione VR, all'interno dell'ambiente *Unreal engine*.

Nella prima fase è stata adottata una parametrizzazione e progettazione del rilievo adottando una strategia di stazionamenti con sovrapposizione e adozione di target a scacchiera, al fine di facilitare le operazioni di registrazione e allineamento. In questa fase l'acquisizione della nuvola di punti, oltre a essere condizionata dai requisiti geometrici di rilievo, deve garantire una copertura integrale degli spazi architettonici, garantendo una copertura visiva funzionale al movimento dell'osservatore, evitando occlusioni e vuoti che possono generare, all'osservatore fruitore della simulazione, una errata percezione spaziale. Tale prodotto, è stato analizzato in preview tramite algoritmi di shading semplificato per la valutazione del risultato del rilievo prima della successiva e più impegnativa fase di progettazione VR (fig. 8).

Tab. 1 - Fase di registrazione della nuvola di punti (elaborazione grafica degli autori).

Points	474222963	**SF#1 name**	Intensity
		SF#1 valid values	474222963
meanX	-107858	**SF#1 mean**	269869
meanY	642667	**SF#1 std.dev.**	274248
meanZ	393486	**SF#1 sum**	1.27978E+18
SF#2 name	Scan Direction Flag	**SF#3 name**	EdgeOfFlightLine
		SF#3 valid values	474222963
SF#2 valid values	474222963	**SF#3 mean**	1
SF#2 mean	1	**SF#3 std.dev.**	0
SF#2 std.dev.	0	**SF#3 sum**	4.74223E+13
SF#2 sum	4.74223E+13		

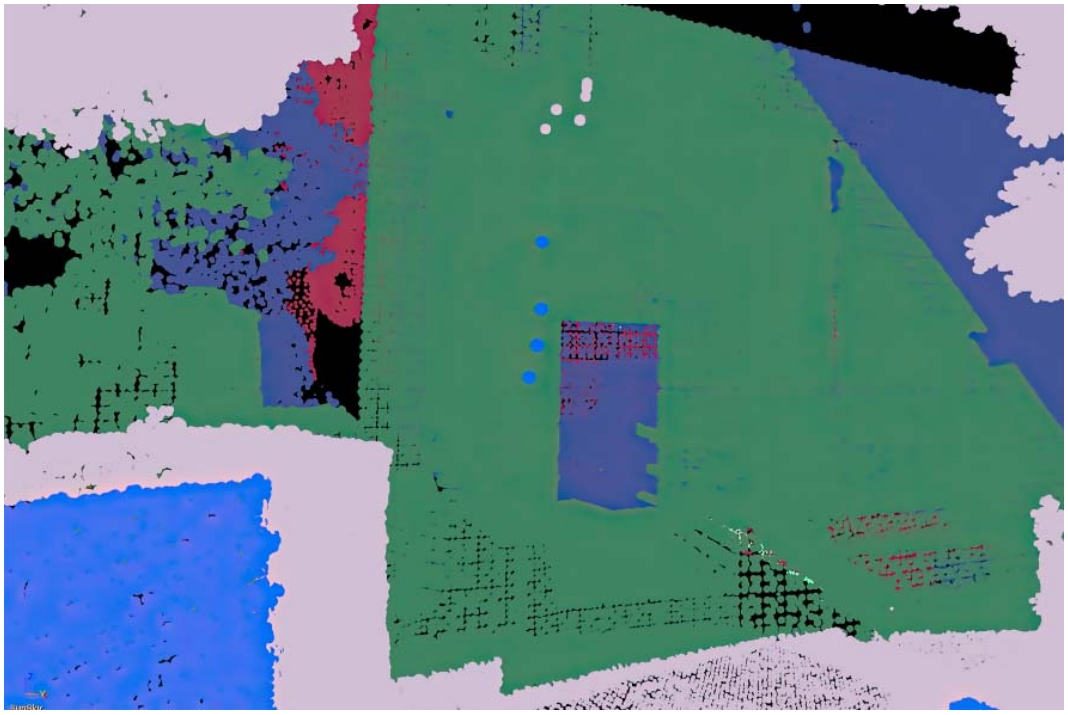


Fig. 8 - Fase di analisi scenario: depht map phase (elaborazione grafica degli autori).

Successivamente, la nuvola di punti acquisita è stata sottoposta a un processo di ottimizzazione basato su tre operazioni consecutive:

- *denoising*: in questa fase, è stato applicato un filtro *Statistical Outlier Removal* in grado di eliminare i punti outliner, registrati verosimilmente nella nuvola di punti a causa di rumore di acquisizione o a causa di fenomeni di riflessione materica.
- *classification*: successivamente, una fase di classificazione ha permesso l'individuazione dei punti appartenenti a determinati componenti architettonici (pavimenti,

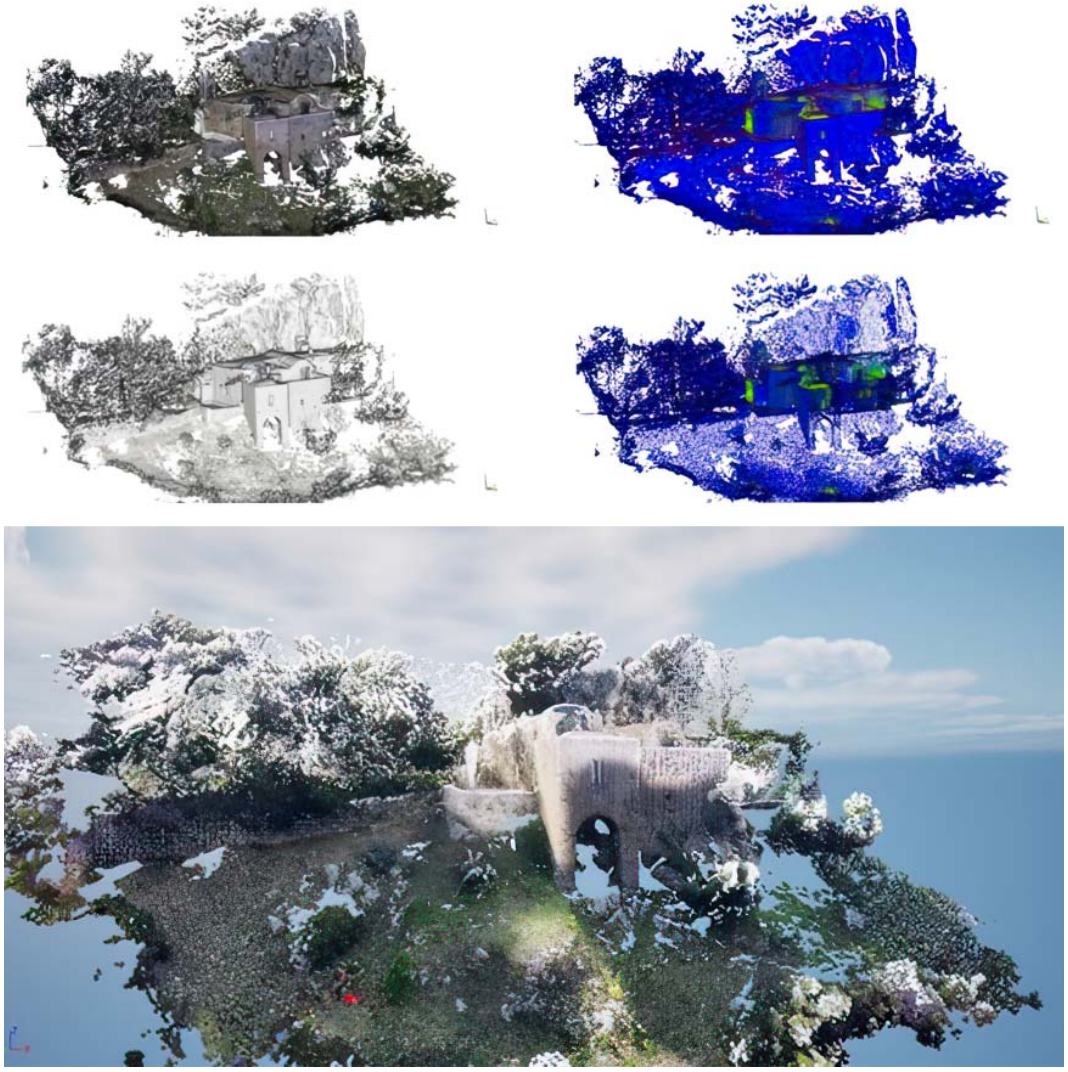


Fig. 9 - a. Fase di decimazione della nuvola di punti basata su saliency volume; b. Scenario VR con componenti di illuminazione ambientale e soleggiamento virtuale (elaborazione grafica degli autori).

muri, coperture), che risultano fondamentali per un funzionale orientamento e riconoscibilità spaziale. Tale classificazione ha permesso di concentrare le fasi di *denoising* e decimazione negli spazi risultanti esterni a quelli di particolare interesse (*saliency volume*).

- *decimation*: infine, in questa fase, si è adottata una strategia di semplificazione basata su griglia, adottando dei voxel di dimensioni variabili entro cui individuare singoli punti da preservare dal processo di cancellazione. La dimensione di tale ottimizzazione è stata scelta in base alle caratteristiche stilistiche e architettoniche presenti all'interno dei singoli locali.

Nella successiva fase di progettazione VR si è partiti dall'analisi del livello di percezione

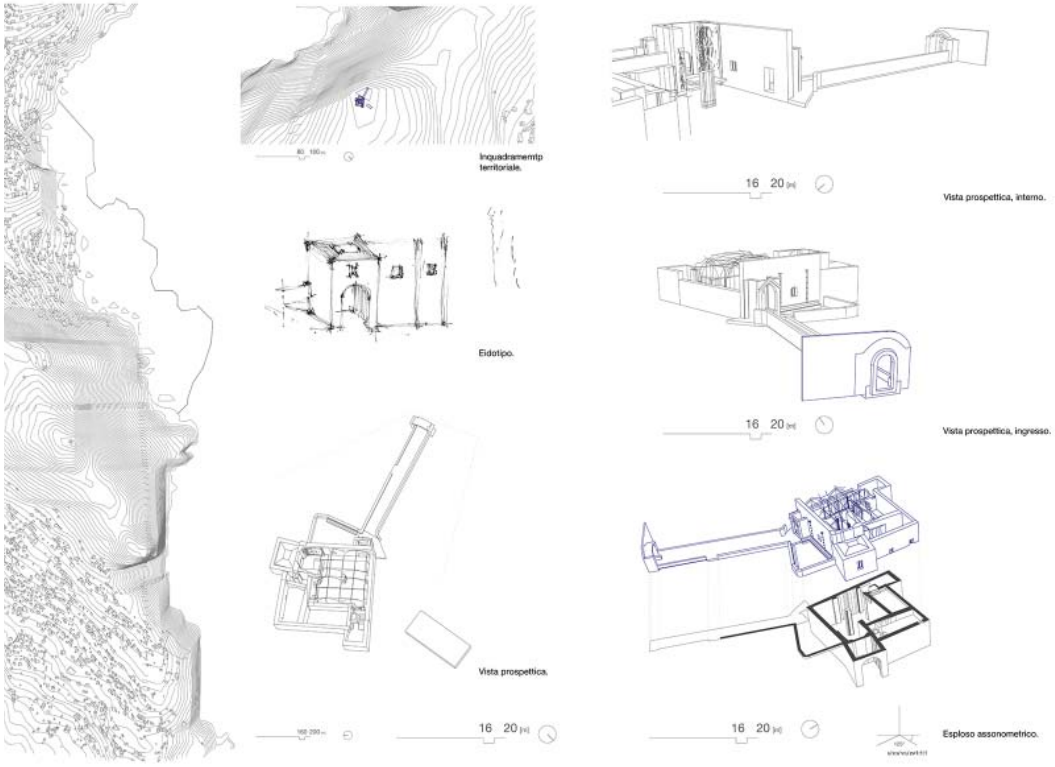


Fig. 10 - Inquadramento territoriale, eidotipo e viste prospettiche dell'Eremo (elaborazione grafica degli autori).

dell'osservatore tramite la parametrizzazione della dimensione di geometrizzazione dei punti. Tale valore, ha tenuto conto della risoluzione dei voxel adottata in fase di post-produzione, garantendo in questo modo la ricostruzione visiva completa dei pixel in fase di simulazione. Durante la fase di analisi, si sono utilizzate le funzioni di enumerazione fornite dall'ambiente di programmazione, in grado di visualizzare, sulla base dell'orientamento della camera e della porzione di nuvola visualizzata, variabili di profondità e dettaglio (fig. 9).

Inoltre, al fine di garantire un sufficiente frame rate, si è scelto di configurare sia un LOD dinamico in grado di semplificare automaticamente la complessità della scena in funzione della distanza tra oggetto e osservatore, sia un clipping dinamico, basato sull'orientamento della vista dell'osservatore, così da evitare il rendering di punti occlusi o non direttamente visualizzati dalla camera virtuale.

Questo processo di ottimizzazione è stato calibrato in funzione delle capacità di calcolo dell'elaboratore coinvolto nella simulazione e delle caratteristiche hardware dei visori utilizzati (Meta Quest 3).

Al fine di garantire un ambiente interattivo e navigabile, è stato necessario costituire dei collisori virtuali basati sulla generazione di solidi invisibili, in grado di limitare

Fig. 11 - a.Visualizzazione nuvola di punti in ambiente VR con valore RGB. b. Visualizzazione nuvola di punti in ambiente VR con shading. c. Visualizzazione nuvola di punti in ambiente VR con RGB+shading (elaborazione grafica degli autori).

l'attraverso degli elementi da parte dell'utilizzatore, come ad esempio pavimenti e muri. Questa operazione ha anche consentito di limitare lo spazio di interazione sulla base delle finalità progettuali.
La simulazione di *haptic feedback*, tramite la vibrazione dei controller laddove l'utente tocca virtualmente con le mani gli elementi presenti nella scena, ha permesso di generare una simulazione di materialità tattile in grado di aumentare l'immersività fisica sensoriale.
La compilazione si è basata sull'utilizzo di algoritmi di *raytracing*, sfruttando le più recenti capacità di calcolo delle GPU, ottenendo in questo modo una rappresentazione digitale ottimale e fluida.
L'applicazione del flusso elaborativo e parametrico ha permesso la realizzazione di un ambiente virtuale interattivo in grado di integrare, come layer procedurali, effetti di *global illumination* capaci di integrare l'apparenza cromatica del rilievo con l'ambiente simulato, garantendo maggiore immersività e possibilità configurative personalizzate.

Conclusioni

"… la rappresentazione mostra le caratteristiche di un fenomeno autoriproducentesi, che perdura nel tempo interagendo con l'uomo che se ne serve e adattandosi alla sua cultura, ma al tempo stesso collaborando a produrla. L'uomo, inteso non solo come collettività ma qui soprattutto come singolo individuo, nel servirsene ne favorisce l'evoluzione ricavandone vantaggi. Ha sostanzialmente due modi per farlo: ricercare il proprio utile personale (strategia egoistica), al limite a scapito di quello collettivo, o ricercare quello collettivo (tecnica collaborativa)" (De Rubertis, 2012, p. 26). Questo pensiero di Roberto de Rubertis si sposa appieno con l'idea di rappresentazione proposta in questo studio; una rappresentazione che come previsto già nel 2012 intravedeva nell'informatica il proprio nuovo ambito di sperimentazione. L'auspicio è certamente quello di non contribuire ad arricchire il 'cimitero digitale' ormai colmo di elementi, quanto piuttosto quello di utilizzare i modelli 3D per far conoscere, conservare e diffondere, anche attraverso la realizzazione, in realtà aumentata, delle trasformazioni che le opere hanno subito nel corso del tempo in modo che il fruitore possa immaginare non un'unica visione ma possa vivere nei modelli più vite contemporaneamente, con una comprensione facilitata da una visione tridimensionale (figg. 10, 11).
In quest'ottica si concretizza uno dei ruoli fondamentali della disciplina del Disegno, inteso come azione gnoseologica volta a orientare la valorizzazione dei beni architettonici e del paesaggio che li circonda.

Riferimenti bibliografici

Aguiar Costa, A., Grilo, A. (2015). BIM-Based E-Procurement: An Innovative Approach to Construction E-Procurement. *The Scientific World Journal*, *2015*, 1-15. https://doi.org/10.1155/2015/905390

Andriasyan, M., Moyano, J., Nieto-Julián, J. E., & Antón, D. (2020). From point cloud data to Building Information Modelling: An automatic parametric workflow for heritage. *Remote Sensing*, *12*(7), 1-22. https://doi.org/10.3390/rs12071094

Aryan, A., Bosché, F., & Tang, P. (2021). Planning for terrestrial laser scanning in construction: A review. *Automation in Construction*, 125. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103551

Cantone, G. et al. (1982). *Capri, La Città e la Terra*. ESI.

Casado-Coscolla, A., Sanchez-Belenguer, C., Wolfart, E., & Sequeira, V. (2023). Rendering massive indoor point clouds in virtual reality. *Virtual Reality*, *27*(3), 1859-1874. https://doi.org/10.1007/s10055-023-00766-3

Croce, V., Caroti, G., Luca, L. De, Jacquot, K., Piemonte, A., & Véron, P. (2021). From the semantic point cloud to heritage-building information modeling: A semiautomatic approach exploiting machine learning. *Remote Sensing*, *13*(3), 1-34. https://doi.org/10.3390/rs13030461

De Rubertis, R. (2012). Memetica della rappresentazione, Memetics of representation. *DISEGNARECON. Geometria-Costruzione-Architettura*, *9*, 22-26, ISSN 1828-5961

Discher, S., Masopust, L., Schulz, S., Richter, R., & Döllner, J. (2018). A point-based and image-based multi-pass rendering technique for visualizing massive 3D point clouds in VR environments. *Journal of WSCG*, *26*(2), 76-84. https://doi.org/10.24132/JWSCG.2018.26.2.2

Gobbetti, E., & Marton, F. (2004). Layered point clouds: a simple and efficient multiresolution structure for distributing and rendering gigantic point-sampled models. *Computers & Graphics*, *28*(6), 815-826. https://doi.org/10.1016/j.cag.2004.08.010

Ippoliti, E. (2011). Media digitali per il godimento del patrimonio culturale Digital Media and enjoyment of Cultural Heritage. *DISEGNARECON. Tecnologie per la comunicazione del patrimonio culturale*, *4*(8), 1-13, ISSN 1828-5961

Manzoor, B., Othman, I., & Pomares, J. C. (2021). Digital Technologies in the Architecture, Engineering and Construction (AEC) Industry—A Bibliometric—Qualitative Literature Review of Research Activities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(11), 6135. https://doi.org/10.3390/ijerph18116135

Marlow, P. J., Gegenfurtner, K. R., & Anderson, B. L. (2022). The role of color in the perception of three-dimensional shape. *Current Biology*, *32*(6), 1387-1394.e3. https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.01.026

Martinez Rubi, O., Verhoeven, S., van Meersbergen, M., Schutz, M., van Oosterom, P., Goncalves, R., & Tijssen, T. (2015). Taming the beast: Free and open-source massive point cloud web visualization. In

A. MacDonald (Eds.), *Capturing reality: The 3rd, laser scanning and LIDAR technologies forum* (pp. 23-25). https://doi.org/http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1731.4326/1

Rüther, H., Held, C., Bhurtha, R., Schröder, R., & Stephen, W. (2011). *Challenges in Heritage Documentation with Terrestrial Laser Scanning*.

Russo, L. (2013). *Verso la Neoestetica*. Aesthetica preprint. Supplementa

Saito, T., & Takahashi, T. (1990). Comprehensible rendering of 3-D shapes. Saito, T., & Takahashi, T. (1990). Comprehensible rendering of 3-D shapes. *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*, *24*(4), 197–206. https://doi.org/10.1145/97880.97901 (ACM), 24(4), 197-206. https://doi.org/10.1145/97880.97901

Strugar, F. (2009). Continuous Distance-Dependent Level of Detail for Rendering Heightmaps. *Journal of Graphics, GPU, and Game Tools*, *14*(4), 57-74. https://doi.org/10.1080/2151237X.2009.10129287

Thiel, F., Discher, S., Richter, R., & Döllner, J. (2018). Interaction and locomotion techniques for the exploration of massive 3D point clouds in vr environments. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, *42*(4), 697-701. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-623-2018

Ye, M., Wei, S., & Zhang, D. (2016). An Approach of Web-based Point Cloud Visualization without Plug-in. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *46*, 012011. https://doi.org/10.1088/1755-1315/46/1/012011

Zhongdong, Y., Peng, W., Xiaohui, L., & Changku, S. (2014). 3D laser scanner system using high dynamic range imaging. *Optics and Lasers in Engineering*, *54*, 31-41. https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2013.09.003

La Realtà Estesa come strumento inclusivo per un progetto urbano nel patrimonio archeologico di Canosa di Puglia. Il caso degli Ipogei Lagrasta e della Fullonica

Roberto Pedone[1], Rossella Laera[1], Emanuela Borsci[1], Ali Yaser Jafari[1], Gianluigi De Stradis[1], Giada Vignola[1]

[1]Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo: Architettura, Ambiente, Patrimoni Culturali - DiCEM, Università degli Studi della Basilicata, Matera, ITALY

roberto.pedone@unibas.it; rossella.laera@unibas.it; emanuela.borsci@unibas.it; aliyaser.jafari@unibas.it; gianluigi.destradis@studenti.unibas.it; giada.vignola@studenti.unibas.it

Parole chiave: Patrimonio Architettonico; Archeologia Urbana; Modalità di apprendimento.

Abstract

La città di Canosa di Puglia, tra i principali centri archeologici della Puglia, rappresenta uno dei casi più significativi di città storica, con una lunga storia che risale all'epoca pre-romana, e la sua posizione geografica nodale la rende un luogo di passaggio e insediamento per diverse culture nel corso dei secoli, i dauni per primi e a seguire: iapigi, greci, romani e normanni. Le evidenze architettoniche e le preesistenze archeologiche segnano e disegnano lo sviluppo dell'impianto urbano. Nell'epoca moderna la forte espansione edilizia ha reciso il lungo dialogo che vi era tra passato e presente formando così un arcipelago attualmente disconnesso di aree archeologiche recintate, negandone la fruizione separandole dallo scorrere quotidiano delle dinamiche urbane. L'esperienza di ricerca e progetto condotta nell'ambito del workshop 'L'antico Futuro a Canosa di Puglia. Archeologia e Progetto' coinvolgendo diversi enti di ricerca nazionali, l'amministrazione comunale (tramite il Comitato di Consulenza Tecnico-Scientifico e Culturale), la Fondazione Archeologica Canosina e la Soprintendenza Archeologica, Belle Arti e Paesaggio per le province di BAT e FG, ha svelato nuovi scenari di conservazione e valorizzazione di alcune tra le più importanti e complesse aree archeologiche della città. Il ruolo centrale dell'esperienza di conoscenza e progetto è affidato alla realtà estesa come modalità diretta di osservazione, apprendimento ed educazione al patrimonio architettonico, altrimenti frammentato e poco riconosciuto. L'obiettivo principale della proposta consiste nel documentare e garantire ai futuri visitatori del parco archeologico e urbano di Canosa, una definita e chiara comprensione delle evidenze archeologiche, a partire dal caso degli ipogei Lagrasta, l'architettura funeraria meglio conservata e più nota della necropoli daunia. L'XR offre un'ampia gamma di applicazioni nell'ambito dell'architettura e delle esplorazioni nel campo dell'archeologia, e si inserisce significativamente nella relazione che intercorre tra tecnologie, apprendimento e forme di fruizione del patrimonio architettonico e archeologico. La conservazione della memoria resta una delle frontiere più attuali tra le dinamiche mondiali in quanto oggi assistiamo giornalmente a episodi di guerra, vandalismo e incuria. Le tecniche di rappresentazione odierne, restituiscono la speranza in caso di sopravvento di questi fenomeni e ci permettono di legarci al solo frammento esistente, per ricostruirne i fasti a valle di un approccio fenomenologico al problema da affiancare alla complessa tematica della ricostruzione.

Fig. 1 - Vista area del Parco degli Ipogei Lagrasta, Immagine notturna realizzata all'interno dell'ambiente software *Twinmotion* seguendo la tecnica del *ray tracing* (elaborazione grafica degli autori).

The city of Canosa di Puglia*, among the main archaeological centers of Puglia, represents one of the most significant cases of historic city, with a long history that dates back to pre-roman times, and its "nodal" geographical position makes it a place of passage and settlement for different cultures over the centuries, the daunians first and followed by: iapygi, greeks, romans and normans. The architectural evidence and the archaeological pre-existences mark and design the development of the urban layout. In the modern era, the strong building expansion has severed the long dialogue that existed between past and present, thus forming a currently disconnected archipelago of fenced archaeological areas, denying their use by separating them from the daily flow of urban dynamics. The research and project experience conducted as part of the workshop 'The Ancient Future in* Canosa di Puglia*. Archeology and Project' involving various national research bodies, the municipal administration (through the Technical-Scientific and Cultural Consultancy Committee), the Canosina Archaeological Foundation and the Archaeological, Fine Arts and Landscape Superintendency for the provinces of BAT and FG, has revealed new scenarios for the conservation and valorization of some of the most important and complex archaeological areas of the city. The central role of the experience of knowledge and design is entrusted to extended reality as a direct way of observing, learning and educating the architectural heritage, otherwise fragmented and little recognised. The main objective of the proposal is to document and guarantee future visitors to the archaeological and urban park of Canosa, a defined and clear understanding of the archaeological evidence, starting from the case of the* Lagrasta *hypogea, the best preserved and best-known funerary architecture of the necropolis daunia. XR offers a wide range of applications in the architectural and archaeological field and fits significantly into the relationship between technologies, learning and forms of use of the architectural and archaeological heritage. The preservation of memory remains one of the most current frontiers among global dynamics as today we witness episodes of war, vandalism and neglect on a daily basis. Today's representation techniques restore hope in the event of these phenomena prevailing and allow us to link ourselves to the only existing fragment, to reconstruct its glories following a phenomenological approach to the problem to be combined with the complex theme of reconstruction.*

Il sito Archeologico degli Ipogei Lagrasta e della Fullonica

Il contributo, nasce dall'attività di studio e progetto condotta nell'ambito del workshop 'L'antico Futuro a Canosa di Puglia. Archeologia e Progetto' coinvolgendo diversi enti di ricerca nazionali, l'amministrazione comunale (tramite il comitato di consulenza tecnico-scientifico e culturale), la fondazione archeologica canosina e la Soprintendenza Archeologica, Belle Arti e Paesaggio per le province di BAT e FG. La città di Canosa di Puglia, tra i principali centri archeologici della Puglia, rappresenta uno dei casi più significativi di città a lunghissima continuità di insediamento. Il successivo sviluppo urbano non sempre è cresciuto in continuità o in prossimità di alcuni dei siti archeologici più importanti dell'intero patrimonio romano e pre-romano come gli Ipogei dauni, il tempio di Giove Toro, la basilica di San Leucio e molti altri (fig. 2). Ne è conseguita una naturale circoscrizione dei siti di interesse, costituendo sul territorio urbano una costellazione di non luoghi il più delle volte isolati dal contesto, inaccessibili e sbarrati da lunghe ringhiere e muri di separazione. Entrando nel merito delle aree archeologiche di studio, gli ipogei Lagrasta e della Fullonica, (figg. 1, 3) rappresentano l'architettura funeraria meglio conservata e più nota della necropoli daunia, citata dai documenti d'archivio e dalla letteratura archeologica ottocentesca.
I documenti conservati (negli archivi di stato di Napoli e di Bari e in quello storico della Soprintendenza Archeologica di Napoli), illustrano infatti la cronaca della scoperta con notizie inedite che riguardano le sequenze della scoperta, i materiali rinvenuti, la loro

Fig. 2 - Masterplan di progetto per l'area archeologica degli Ipogei Lagrasta e della Fullonica, 2023 (elaborazione grafica degli autori).

dispersione fuori di Canosa e testimoniano una situazione del monumento a molti sconosciuti.

Le tematiche di progetto

L'aspetto sociale e rigenerativo del tessuto urbano corrisponde allo sfondo tematico dell'intero progetto che ha il compito di innestarsi tra le maglie stratificate dell'urbano nei punti di discontinuità infrastrutturale creando poli a carattere culturale, incrociando antiche percorrenze storiche, direttrici urbane e vie di fuga inediti, aggregando in un unico schema compositivo il verde urbano, elemento catalizzatore per la vitalità degli abitanti e il ritrovato patrimonio ipogeo (fig. 4).

L'area di studio, crocevia di una delle direttrici fondative dello sviluppo urbano canosino, rappresenta la perimetrazione di intervento nella quale è stata immaginata la nuova strategia di progetto che pone come elemento ordinatore dello spazio gli ambienti ipogei dove immaginare percorsi e vedute. Si è rilevata l'area di studio attraverso gli strumenti di rilievo diretto e indiretto con lo scopo di costruire un modello tridimensionale sul quale imbastire le riflessioni di progetto secondo delle trame compositive in continuità con l'esistente. Una volta conclusa la fase di studio preliminare, si è affrontato il tema dell'accessibilità al patrimonio, proponendo strategie progettuali che risolvessero la questione della fruizione del luogo.

Questa è data dall'apporto esperienziale di due elementi fondanti del progetto: il muro come contenitore e attraversamento e l'esperienza complementare data dagli strumenti digitali in AR e VR.

La proposta prevede un intervento di rifunzionalizzazione e valorizzazione dell'area

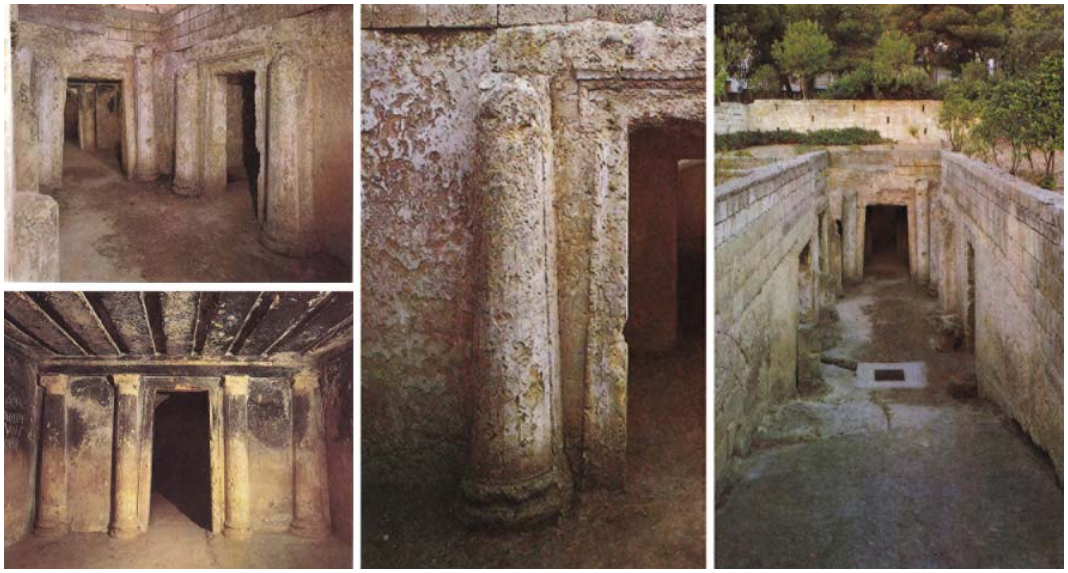


Fig. 3 - Accesso all'ipogeo e ingressi alle camere, 2003, collage (elaborazione grafica degli autori).

archeologica degli ipogei Lagrasta e della Fullonica e di rigenerazione del verde urbano presente per il raggiungimento dei due obiettivi accessibilità e fruizione. Con il termine accessibilità si intende, da un lato abbattere le barriere fisiche che separano la città dal patrimonio, e dall'altro restituire uno spazio verde pubblico alla città; mentre, per fruizione si intende raggiungere l'obiettivo di un parco urbano dove le aree archeologiche sono interconnesse da percorsi che consentono un'esperienza completa sotto il profilo narrativo e comunicativo. I tracciati urbani rappresentano l'espediente compositivo che mette in relazione il parco con la città. Il limite si apre in corrispondenza del fronte di accesso e diventa filtro grazie all'introduzione di un muro contenitore di funzioni a servizio del parco stesso. La dotazione minima di servizi predisposta per l'area di progetto è stata inglobata in un unico segno architettonico, il muro.
Nello spazio interno del muro, fruibile grazie al suo spessore, sono stati predisposti i servizi minimi, quali il punto di ristoro e il centro informazioni seguito da un lungo corridoio aperto in più punti che fornisce al visitatore la storia del luogo a diretto confronto con la realtà del parco. La passeggiata nel muro fruibile culmina con una passeggiata in quota che restituisce la possibilità di guardare il parco e gli insediamenti ipogei dall'alto, stabilendo il contatto visivo con il resto della città canosina.
La caratterizzazione del muro, la sua composizione e le sue proporzioni compositive, richiamano al percorso inverso a quello naturale del *dromos*; anziché scendere verso il buio della necropoli il muro auspica alla risalita verso la luce immaginando un rapporto empatico e metaforico tra buio e luce, tra passato e presente con vista sul futuro (fig. 5). Tra le finalità, vi è la possibilità di garantire ai futuri visitatori del nuovo parco archeologico-urbano, e ai cittadini, una migliore comprensione del luogo che si attraversa e che ci si accinge a scoprire grazie al concetto della *Mixed Reality*.

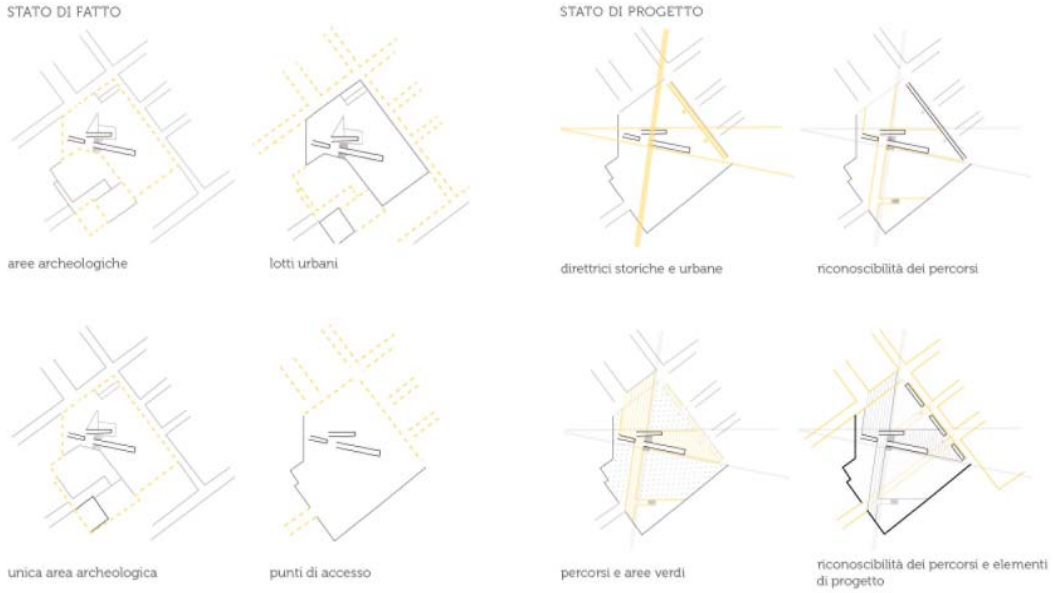


Fig. 4 - Schemi compositivi di progetto, 2023, collage (elaborazione grafica degli autori).

Il muro reale si fa contenuto di quei concetti che le nuove tecnologie ci aiutano a comprendere e a esplorare, racchiudendo alcune delle potenzialità sino ad ora immaginate: ricostruzione di siti archeologici, musei e didattica, scavo virtuale, documentazione e conservazione, esperienza immersiva, collaborazione a distanza.
Un laboratorio reale e allo stesso tempo virtuale dove poter creare ricostruzioni virtuali accurate di siti archeologici, consentendo l'esplorazione digitale dei siti esattamente come apparivano in passato e l'interazione con gli stessi attraverso dispositivi mobili. L'obiettivo dell'esperienza di studio è stato quello di fornire un modello immersivo come strategia di valorizzazione del sito archeologico attualmente in abbandono. La nuova istituzione culturale dovrà perdere definitivamente quel carattere di auto-referenzialità, andando a configurarsi come soggetto attivo nella società all'interno della quale la comunità deve poter essere protagonista, nell'ottica di un 'patrimonio culturale aperto'.
La città contemporanea si mostra come una rete intensa di pezzi e di frammenti, di tipi e forme, di accostamento e antinomie.
Il progetto trova nello spirito delle isole archeologiche la metafora della città come arcipelago, isole che si relazionano nel luogo e nel tempo attraverso il riecheggiamento di luoghi, in modo tale che l'insieme delle parti diventano un unico grande insieme: Il parco archeologico della città di Canosa.

Fig. 5 - Vista di progetto sul parco archeologico degli Ipogei Lagrasta e della Fullonica, 2023 (elaborazione grafica degli autori).

Metodologie e tecniche impiegate per una nuova e più consapevole conoscenza del Patrimonio culturale

Nell'ambito della conoscenza, comunicazione e valorizzazione del patrimonio archeologico, architettonico e culturale entrano in gioco la sperimentazione progettuale di percorsi di realtà aumentata che fanno riferimento ad alcuni degli obiettivi della legge sulla cosiddetta 'Buona Scuola' [1]. Diverse ricerche nazionali e internazionali hanno evidenziato aspetti importanti legati all'applicazione della realtà aumentata in contesti educativi formali, non formali e informali. La realtà aumentata si inserisce significativamente nella relazione tra tecnologie e apprendimento, difatti le sue applicazioni supportano l'*Augmented Learning*, attraverso la riproduzione di specifici scenari che vanno oltre la pura dimensione teorica. Il presente contributo vuole proporre una riflessione sulla relazione tra educazione al patrimonio e tecnologie di realtà aumentata in riferimento a una costruzione collaborativa e condivisa di conoscenze. Nella presente proposta progettuale sono stati adoperati diversi dispositivi software, riguardanti l'ottenimento di prodotti in realtà aumentata (AR) e mista (MR), ologrammi, viste 360° e rendering video. Il progetto si inserisce nell'ampio scenario della realtà estesa (XR), una realtà che abbraccia congiuntamente mondi virtuali e mondi reali, dove la tecnologia diventa strumento per la comprensione del progetto stesso. Le esperienze di realtà virtuale (VR), realtà aumentata (AR) e realtà mista (MR), l'esplorazione del parco archeologico e urbano di Canosa di Puglia si rivela un viaggio avvincente, dove ricostruzioni grafiche e oleografiche integrano il patrimonio archeologico colmando lacune fisiche riguardanti lo stato di conservazione e altre relative alla narrazione storica dei beni. Una delle prime tecniche di rappresentazione utilizzata

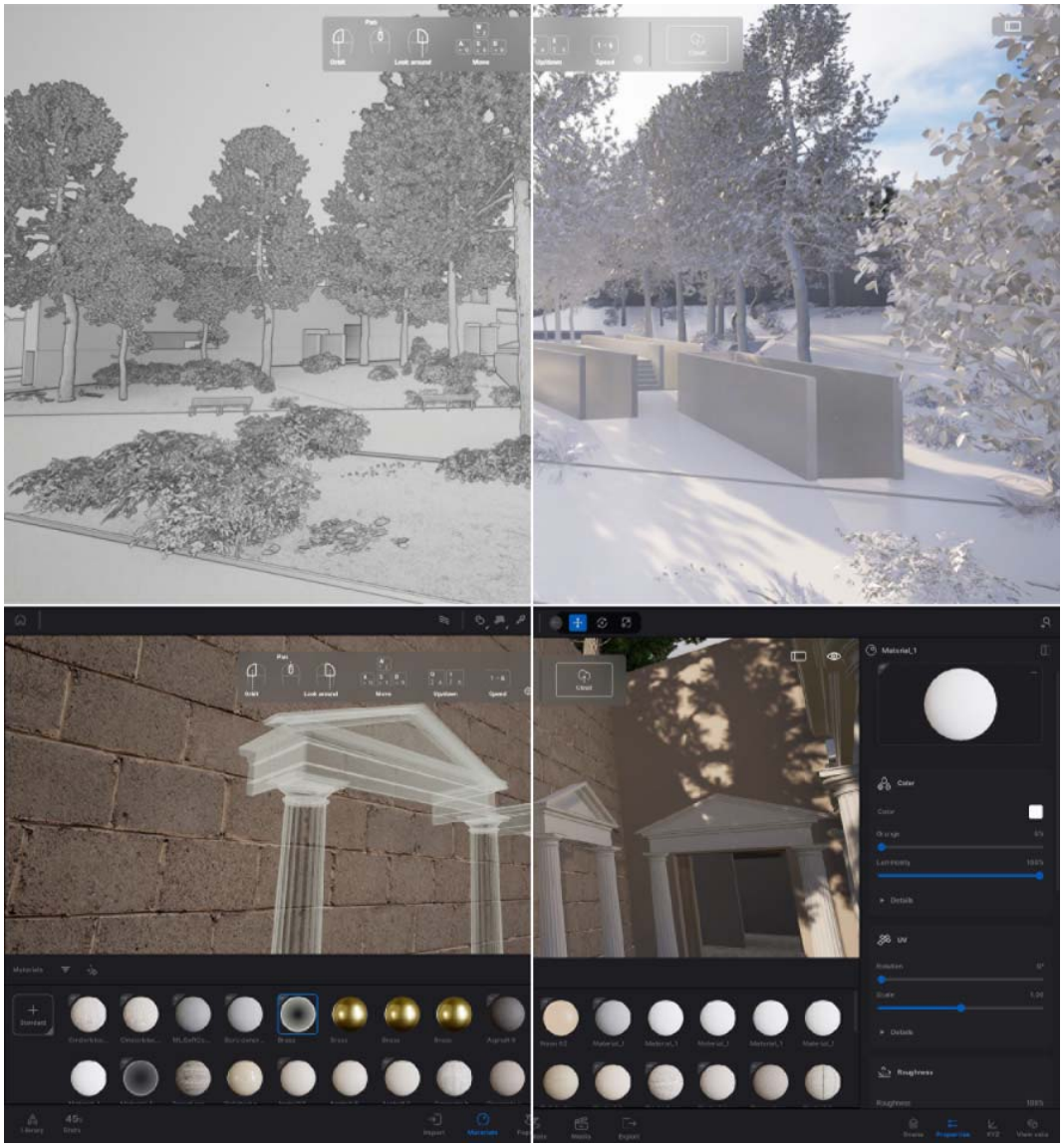


Fig. 6 - Collage. Procedimento dall'acquisizione *Structure for motion* all'elaborazione digitale in *Twinmotion* per ottenere effetti tipo ologramma "*Civitas Solis*" *Progetto del nuovo parco archeologico degli ipogei Lagrasta e della Fullonica*, 2023 (elaborazione grafica degli autori).

per l'avvio del progetto, è stata quella dell'utilizzo del software *Archicad*, programma BIM di architettura che permette di realizzare elaborati in 2D e 3D. Questo approccio offre una visione tridimensionale preliminare del progetto in relazione al contesto circostante, con un accurato rapporto tra rilievo sul campo e ridisegno tramite software. Dopo averlo realizzato, il modello 3D, è stato importato nel software *Twinmotion*, di casa *Epic Game*, software in grado di trasformare i modelli BIM o CAD in esperienze di immersione 3D in tempo reale. La cura nella scelta dei nuovi materiali di progetto, la dettagliata mappatura dell'area e l'attenta definizione dell'illuminazione hanno

contribuito a plasmare un ambiente visivo coerente. Una volta ultimato il modello, l'utilizzo del *ray-tracing* si rivela cruciale per estrapolare le immagini fotorealistiche più significative per la comprensione e il racconto eloquente del progetto realizzato. L'utilizzo di questo software ci ha permesso inoltre di consolidare l'approccio innovativo con la creazione di un video 360° che, grazie all'integrazione e utilizzo di visori (VR), crea un ambiente immersivo simulato che permette agli utenti di interagire con un mondo digitale tridimensionale in scala 1:1. Come restituire un'esperienza multisensoriale?
Un senso di presenza pervade l'osservatore, anche se fisicamente distante, nella seconda parte del processo di digitalizzazione del progetto dove sono state impiegate tecniche (AR). A differenza della realtà virtuale che crea un ambiente completamente virtuale, questa mantiene la connessione con l'ambiente circostante integrando elementi virtuali in modo interattivo con la realtà fisica. Il progetto si avvale della tecnologia degli ologrammi nell'area archeologica per permettere al visitatore di interagire con le antiche architetture del passato, senza andare a intaccare la realtà con altre installazioni o manomissioni anacronistiche. Gli ologrammi sono immagini tridimensionali create attraverso la registrazione di pattern di luce interferente, che consentono di percepire oggetti virtuali come se fossero presenti nello spazio fisico. Per implementare questa tecnologia in loco, è stato necessario utilizzare gli *HoloLens* di *Microsoft*, un dispositivo olografico ergonomico completo, senza cavi, completamente indipendente,w che consente di rapportarsi con contenuti digitali e ologrammi visualizzati nel mondo reale che circonda chi li indossa. Gli *HoloLens* sono equipaggiati con sensori e telecamere che ci hanno permesso di proiettare, recandoci nell'area di progetto, i volumi virtuali precedentemente modellati direttamente sui resti archeologici degli Ipogei Lagrasta. La loro peculiarità è di rilevare la profondità e la posizione degli oggetti reali e di comprendere la posizione e l'orientamento dell'utente nello spazio, permettendo agli oggetti virtuali di rimanere ancorati al mondo reale e nel punto in cui sono stati posizionati, mantenendo la coerenza spaziale e prospettica mentre il visitatore si muove all'interno del mondo reale e nel parco degli ipogei Lagrasta. Attraverso la ricostruzione virtuale 3D si può sovrapporre il modello tridimensionale alla vista dello stato attuale e il risultato ottenuto contribuisce a una migliore comprensione del sito archeologico. Nel caso della realtà aumentata, grazie all'uso di uno strumento dotato di videocamera (smartphone, tablet, visore, etc.) si possono aggiungere informazioni e contenuti 'virtuali' alla scena reale che si trova difronte ai nostri occhi. Gli output multimediali che sono stati realizzati offrono un'esperienza interattiva e immersiva nel prezioso contesto dell'area archeologica degli ipogei Lagrasta e della Fullonica (fig. 6).

Risultati e prospettive future per un approccio sistematico delle tecnologie creative

L'obiettivo della proposta consiste nel garantire ai futuri visitatori del nuovo parco archeologico-urbano, una nuova interazione e partecipazione con il luogo grazie al

concetto della *Mixed Reality*. Il progetto acquisisce maggiore forza grazie all'utilizzo sistematico di alcune procedure afferenti alla tecnologia dell'*Augmented Reality* poiché le possibilità percettive dell'utente, attraverso la sovrapposizione di alcuni elementi originari delle architetture funerarie, ricostruiti virtualmente, con l'ambiente reale dell'area archeologica degli Ipogei Lagrasta e della Fullonica, restituiscono un prodotto capace di essere trasversale e vincere le barriere dei linguaggi esclusivamente tecnici e scientifici, offrendo la possibilità di comprendere il passato a ogni età e grado di istruzione. "E' il superamento di un modello elitario che ha trovato applicazione e vita in diverse esperienze "*phygital*", in cui la mediazione tra spazio fisico e digitale arricchisce di senso di esperienza della fruizione usando AR e VR" (Calveri, 2021, pp. 65-80) [2]. A seguito del riassetto turistico e promozionale del territorio avvenuto dopo la contingenza pandemica, è importante esaminare la giusta costruzione di un'esperienza a distanza. Le esperienze digitali avvolgeranno tutto il patrimonio storico conosciuto riproponendo i contenuti sotto una chiave futuristica di irreale contatto con il passato, ma che necessariamente svolge un importante lavoro di riscoperta. La dimensione immersiva dei patrimoni modellati nei luoghi di tutti i giorni apre alla possibilità di rigenerare e vivere come se fossimo in una galleria d'arte un museo, promuovendo l'esperienza culturale non come una meta da raggiungere nei giorni festivi, ma come continuo confronto anche quotidiano con il passato. In conclusione, le tecnologie XR rappresentano una delle più grandi tematiche in via di sviluppo, che si prestano alla creazione di offerte sempre più inclusive con l'alto obiettivo di superare le barriere culturali strutturando una *web strategy* opportuna per ogni contesto.

Note

[1] "il potenziamento delle competenze nella pratica e nella cultura musicali, nell'arte e nella storia dell'arte, nel cinema, nelle tecniche e nei media di produzione e di diffusione delle immagini e dei suoni, anche mediante il coinvolgimento dei musei e degli altri istituti pubblici e privati operanti in tali settori; sviluppo delle competenze in materia di cittadinanza attiva e democratica attraverso la valorizzazione dell'educazione interculturale; alfabetizzazione all'arte, alle tecniche e ai media di produzione e diffusione delle immagini; sviluppo delle competenze digitali degli studenti; valorizzazione della scuola intesa come comunità attiva, aperta al territorio e in grado di sviluppare e aumentare l'interazione con le famiglie e con la comunità locale" (Legge 107/2015, art. 1, comma 7).

[2] Calveri Claudio, "Realtà virtuale e cultura: comportamenti, sentiment e prospettive nell'italia post pandemica" in Valeri A. (2021). Next generation culture. Tecnologie digitali e linguaggi immersivi per nuovi pubblici della cultura. Marsilio Editore, pp. 65-80.

Riferimenti bibliografici

Cassano, R., Chelotti, M., &. Mastrocinque, G. (2019). *Paesaggi urbani della Puglia in età romana. Dalla società indigena alle comunità tardo antiche*. EdiPuglia Editore.

Fondazione Archeologica Canosina (2003). *Canosa: Ricerche storiche*. Schena Editore.

Ieva, M. (2003). *Canosa dal territorio al castello: i caratteri della strutturazione del territorio in rapporto al sistema difensivo e alla nascita del castellum*. Mario Adda Editore.

Panciroli, C., & Macauda, A. (2018). *Educazione al patrimonio e realtà aumentata: quali prospettive. Giornale Italiano della Ricerca Educativa*. Pensa MultiMedia Editore.

Valeri, A. (2021). *Next generation culture. Tecnologie digitali e linguaggi immersivi per nuovi pubblici della cultura*. Marsilio Editore.

Hall, T., Ciolfi, L., Bannon, L., Fraser, M., Benford, S., Bowers, J., Greenhalgh, C., Hellström, S., Izadi, S., Schnädelbach, H., & Flintham, M. (2001), The Visitor as Virtual Archaeologist: Explorations in Mixed Reality Technology to Enhance Educational and Social Interaction in the Museum. In *VAST '01: Proceedings of the 2001 conference on Virtual reality, archaeology, and cultural heritage* (pp. 91–96).

La Trofa, F. (2018). *#VR Developer. Il creatore di mondi in realtà virtuale ed aumentata*. Franco Angeli.

RIPRISTINO DELL' INTERNO
DELLA CATTEDRALE DI BIGONTO
STUDIO
DELL' ARCHITETTO ETTORE BERNICH

La rappresentazione dello spazio sacro nella Cattedrale di Bitonto. Dal rilievo alla ricostruzione grafica

Gabriele Rossi[1], Massimo Leserri[1], Davide Sanzio[1], Domenico Pastore[1]

[1]Dipartimento di Scienza dell'Ingegneria Civile e dell'Architettura - DICAR, Politecnico di Bari, ITALY

gabriele.rossi@poliba.it; massimo.leserri@poliba.it; davidesanzio@hotmail.com; domenico.pastore@poliba.it;

Parole chiave: Ricostruzione Grafica; Rilievo del patrimonio; Architettura Medioevale; Architettura Barocca; Prospettiva.

Abstract

L'espressione aulica del romanico pugliese sono le grandi cattedrali giunte a noi apparentemente integre, ma segnate, anche loro, da profonde trasformazioni prodotte dalle esigenze liturgiche e dagli stilemi del tempo. Questo contributo intende focalizzare l'attenzione sulle fasi barocche non più riconoscibili e poco documentate di queste cattedrali che con i lori ricchi e sfarzosi apparati decorativi, in linea con gli stilemi tridentini, hanno significativamente trasformato per un lungo periodo la loro spazialità interna.
I restauri in stile di fine '800 e inizi '900, nell'ottica di ricostruire l'ideale immagine medioevale, hanno rimosso gli allestimenti sei-settecenteschi dei quali sono rimaste pochissime tracce e rare vedute.
Immersi nella nuova, in parte ricostruita, spazialità medioevale non si riesce a immaginare quale sia stata la percezione dello spazio barocco con i suoi ricchi apparati decorativi e i grandi altari, tantomeno quale siano stati gli effetti luministici che caratterizzavano lo spazio sacro in quel lungo momento storico della vita di queste cattedrali.
Obiettivo di questo contributo è proporre una rivisitazione della *facies* barocca perduta, quella in particolare della cattedrale di Bitonto di cui oltre a rare immagine d'epoca si conserva una ricca documentazione fotografica presso la Fototeca della Soprintendenza ABAP per la città metropolitana di Bari. Sulla base del rilievo - condotto con le tecnologie laser scanner integrate con la fotogrammetria digitale terrestre e aerea - si è restituito un modello virtuale della fabbrica attuale. Parallelamente alle attività di rilevamento è stata condotta una sistematica ricognizione negli archivi cittadini, diocesani, della Soprintendenza e anche in quelli della Società di Storia Patria di Napoli e l'Archivio Centrale dello Stato dove sono conservati inediti documenti dell'attività dell'architetto Ettore Bernich che hanno svelato il suo modo di ricostruire l'immagine della spazialità medievale utilizzando rappresentazioni analitiche sullo smontaggio degli apparati barocchi e proiezioni prospettiche in grado di rappresentare la qualità visuale dello spazio sacro reinterpretato. Completato il quadro conoscitivo si è proceduto a individuare le diverse unità stratigrafiche ordinandole cronologicamente a supporto delle ricostruzioni delle fasi dei restauri. A partire dalle datazioni dirette, chiaramente documentate dal ricco repertorio iconografico, e da quelle indirette, desunte dalle fonti archivistiche e dalla letteratura sull'argomento, sono state individuate le principali fasi evolutive della Cattedrale da quella medievale a quella attuale, documentando come la spazialità e la visualità di questo spazio sacro si siano trasformate e adeguate alle esigenze e al gusto del tempo.

Fig. 1 - A. Avena, Cattedrale di Bitonto, progetto di ripristino Bernich. Monumenti dell'Italia meridionale, 1902, p. 91.

The aulic expression of the Puglian Romanesque are the great cathedrals that have come to us apparently intact, but marked, too, by the profound transformations produced by the liturgical requirements and the stylings of the time.
This contribution aims to focus attention on the baroque phases no longer recognizable and poorly documented of these cathedrals that with their rich and lavish decorative apparatuses, in line with the Tridentine stylistics, they have significantly transformed their internal spatiality for a long time.
The end of the 19th and early 20th century style restorations, in order to reconstruct the ideal medieval image, have removed the six-year-oldeighteenth century of which are left very few traces and rare views.
Immersed in the new, partly reconstructed, medieval spatiality you can not imagine what was the perception of the baroque space with its rich decorative devices and large altars, nor what the luministic effects that characterized the sacred space in that long historical moment of the life of these cathedrals.
The aim of this contribution is to propose a revisitation of the lost baroque faciesand the one in particular of the Cathedral of Bitonto of which besides rare period image a rich photographic documentation is kept at Fototeca della Soprintendenza ABAP-Bari. Based on the survey - conducted with laser scanner technologies integrated with digital ground and aerial photogrammetry - a virtual model of the current factory was returned. In parallel to the survey activities, a systematic research was carried out in the city archives, diocesan, from Superintendenza and also in those of the Società di Storia Patria of Naples and the Central Archive of the State where unpublished documents of the architect's activity are kept Ettore Bernich who have unveiled his way of reconstructing the image of medieval spatiality using analytical representations on the dismantling of baroque apparatuses and projections perspective able to represent the visual quality of the sacred space reinterpreted. Once the knowledge framework was completed, the different stratigraphic units were identified and ordered chronologically to support the reconstructions of the restoration phases. Starting from the direct dates, clearly documented by the rich iconographic repertoire, and indirect ones, drawn from archival sources and literature on the subject, the main stages of the Cathedral's development from medieval to present day have been identified, documenting how the spatiality and visuality of this sacred space have been transformed and adapted to the needs and tastes of the times.

Obiettivi e stato dell'arte sull'esperienze ricostruttive

La ricerca che si presenta fa della rappresentazione il medium per comunicare l'architettura, lo strumento per proporre una o più figurazioni ricostruttive che partendo dal dato scientifico di rilievo condotto con le attuali strumentazioni e tecnologie, analizza il monumento e sulla base della documentazione esistente propone nuove figurazioni che hanno a che fare con l'idea stessa di architettura intesa come edificio stratificato.
È possibile in questo modo che le diverse parti che si sono susseguite nel tempo possano continuare a coesistere insieme alle parti che sono state rimosse del tutto, occupando lo stesso spazio (Ambrosi, 1991).
Le cattedrali pugliesi hanno súbito nel tempo significative trasformazioni dettate dal cambio dei rituali liturgici e degli stilemi stilistici. Le trasformazioni più significative si sono avute in età barocca con la rimodellazione dell'internità di queste fabbriche. La forte carica espressiva manifestata da questa veste architettonica è stata poi rimossa tra la fine dell''800 e i primi decenni del '900 nell'ottica dei 'restauri in stile' che hanno proposto una nuova immagine medioevale, quella del cosiddetto 'romanico pugliese'. Dalla fine dell'Ottocento si assiste a interventi di rimozione dalla veste barocca con l'intento di ricercare e rimarcare le identità locali delle province italiane. Anche la cattedrale di Bitonto, barocchizzata nel 1721 dal regio ingegnere Giovan Battista

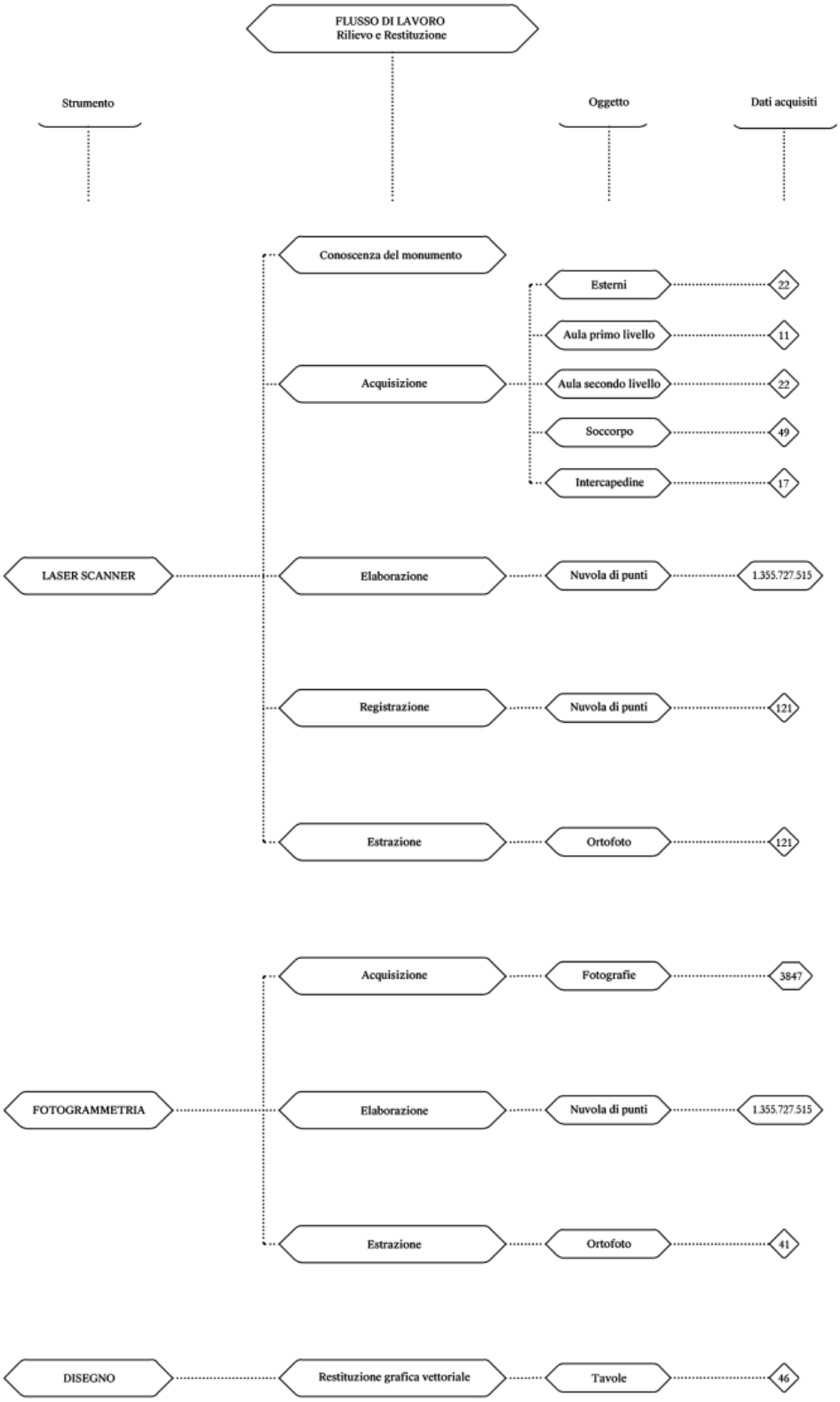


Fig. 2 - Flusso di lavoro rilievo e restituzione, 2022 (elaborazione grafica degli autori).

Nauclerio - è oggetto di numerosi interventi di ripristino della facies medioevale a partire dal 1876 con Giovanni Battista Cavalcaselle che auspica la reintegrazione delle parti medioevali perdute e successivamente dall'ingegnere Francesco Bongioannini, ispettore artistico per l'architettura del Medioevo e del Rinascimento, che fa dichiarare la cattedrale monumento nazionale (Guarnieri, 2007; Belli D'Elia, 1964; Derosa, 2018). Si arriva al 1888 quando Sante Simone riceve l'incarico da parte del vescovo Bruno, questi redige un progetto che non trova realizzazione sebbene sarà ispiratore dei successivi interventi (Guarnieri, 2007).
Nel 1893, l'incarico viene affidato a Ettore Bernich su suggerimento di Giacomo Boni, il quale aveva già stilato un articolato programma di lavoro e aveva eseguito un rilievo della chiesa finalizzato allo smontaggio dell'involucro barocco (Guarnieri, 2007).
A Ettore Bernich subentra il tecnico locale, l'ingegnere Luigi Sylos, tuttavia l'allontanamento del primo non comporta un sostanziale mutamento di indirizzo dei lavori. Al contrario, a partire dagli anni Venti-Trenta del Novecento, nel ricco dibattito sulle nuove metodologie di restauro e sulla formazione di tecnici specializzati, prende avvio una stagione di restauri ricca di abbattimenti, ripristini e ritrovamenti, viene in questo modo definita l'immagine identitaria del Medioevo della regione (Guarnieri, 2007).
Luigi Sylos, in particolare, interviene sulla copertura del transetto, demolisce le volte incannucciate di epoca barocca e sul fianco meridionale ripristina la condizione originale delle arcate arretrando i tamponamenti (Sylos, 1933),
Alla fine degli anni '50 i lavori di trasformazione della Cattedrale di Bitonto proseguono sotto la direzione di Francesco Schettini che demolisce le cappelle barocche a ridosso del palazzo vescovile e del seminario (Guarnieri, 2007).
Queste trasformazioni sono contenute all'interno del corpo della Cattedrale di Bitonto in forma di tracce o frammenti, altre sono presenti all'interno dei documenti grafici o fotografici sottoforma di indizi o testimonianze. Per questo motivo la fabbrica dovrà essere mutata in un oggetto teorico del Disegno, se si vogliono svelare i molteplici aspetti figurativi contenuti nel suo corpo, operando un rilievo del manufatto che permetta un'analisi del 'trasferimento' dell'edificio dalla sua dimensione materiale alla sua 'rappresentazione' (Purini, 1992, p. 53).

Metodi e strumenti di rilievo

L'obiettivo primario, individuato a seguito dell'analisi della rassegna documentale collazionata, orienta i metodi da adottare per il conseguimento degli scopi prefissati. La necessità di leggere il manufatto esistente richiede l'adozione di un rilievo con cui esprimere la materialità e la morfologia della realtà indagata (Gómez & Pastrana, 2022). Leggereed interpretare il manufatto costituisce il momento iniziale di qualsiasi operazione sul patrimonio, indispensabile è pertanto l'adozione quindi di un rilievo che lo documenti graficamente in maniera oggettiva, utilizzando le tecniche e

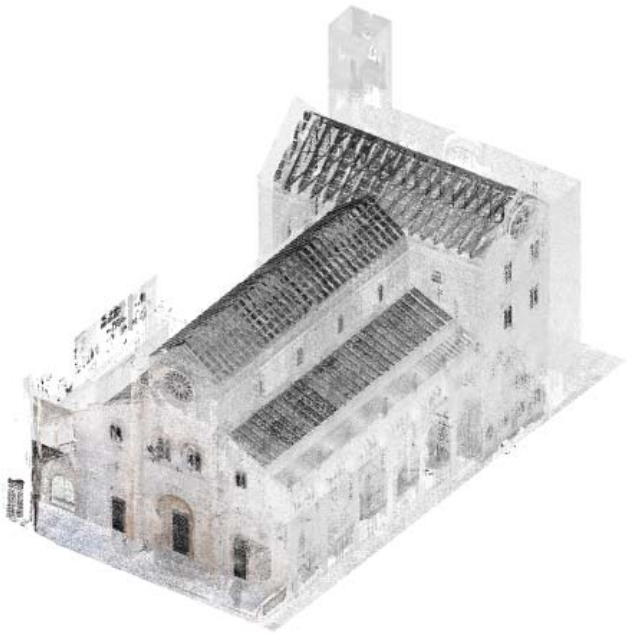


Fig. 3 - Nuvola di punti laser, 2022 (elaborazione grafica degli autori).

strumentazioni idonee per la comprensione del monumento, non attribuendo alla fase di acquisizione dei dati un carattere meramente strumentale. (Leserri & Rossi, 2020).
L'utilizzo della tecnica laser scanner ha individuato il numero e l'ubicazione delle stazioni da eseguire, registrato le diverse scansioni e creato una nuvola complessiva. La presenza di zone poco visibili, causate dalla densità di punti acquisiti e determinata dalla distanza di ripresa, oltre alla non facile accessibilità dei luoghi, spingono a integrare il dato laser con la fotogrammetria digitale che consente maggiore controllo delle informazioni destinate alla fase restituiva (Catuogno et al., 2021).
L'impego di macchine fotografiche e droni ad alta risoluzione consentono di acquisire diversi frame dell'area di interesse, in questo caso il flusso lavoro (fig. 2) prevede l'allineamento delle telecamere, la ricostruzione della geometria dell'oggetto attraverso dei punti notevoli, e la trasformazione di una nuova rada di punti in una densa.
Nello specifico sono state eseguite 101 stazioni laser scanner: 22 per l'esterno, 33 per l'aula su due livelli, e per il transetto, 17 per l'intercapedine e 49 per la cripta e il soccorpo, che presentano una complessità planimetrica maggiore. L'acquisizione è stata effettuata con un laser scanner modello Faro Focus M 70 che ha portato alla generazione di una nuvola di 1.355.727.515 punti che hanno consentito la formazione di un modello tridimensionale (fig. 3).
Il ricorso a marker, opportunamente posizionati, ha facilitato le concatenazioni delle scansioni aumentando la precisione della sovrapposizione dei dati acquisiti e inserendole tutte in unico sistema di riferimento. Si è avuto un errore massimo di 6.2mm, un errore

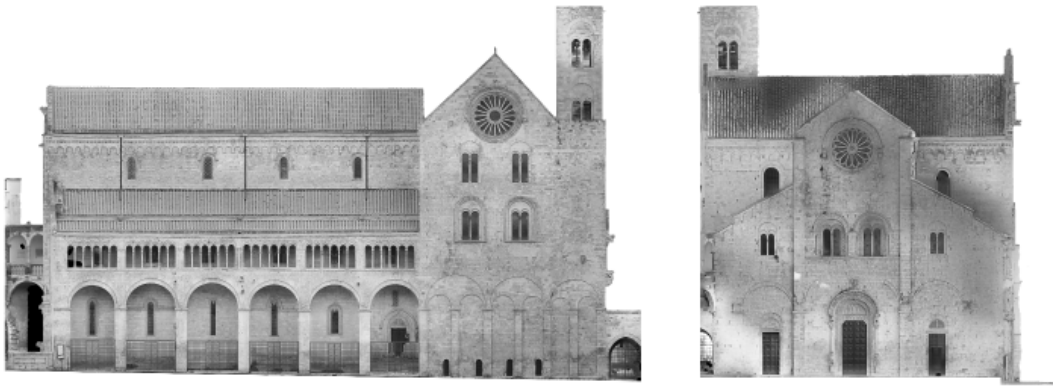


Fig. 4 - Fotopiani prospetti sud ed ovest, 2022 (elaborazione grafica di R. Pavone, S. Cafarchia, G. Laterza, F. Lattanzio, D. Sanzio, S. Scaringella, E. Tesse).

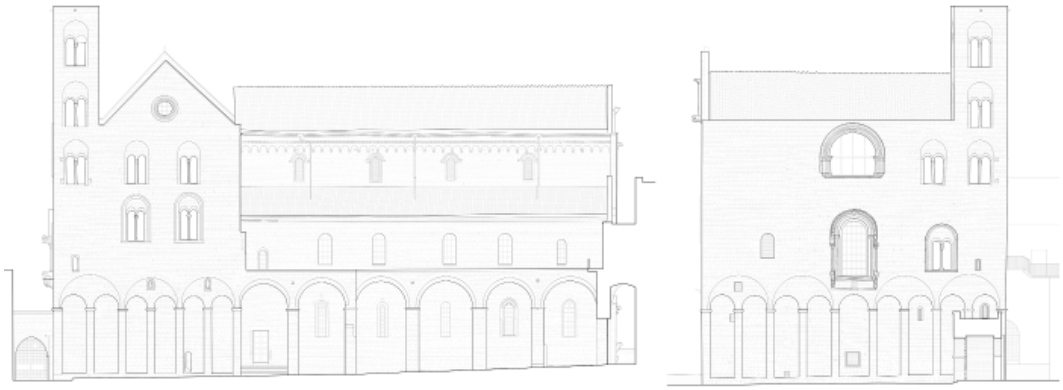


Fig. 5 - Restituzione grafica prospetti nord ed est, 2022 (elaborazione grafica di S. Cafarchia, G. Laterza, F. Lattanzio, D. Sanzio, S. Scaringella, E. Tesse).

medio dei punti di 2.1mm e una sovrapposizione minima di 12,9%, risultati più che accettabili tenuto in conto la scala di restituzione che si intende utilizzare.
L'intero processo di elaborazione dati, visualizzazione ed estrazione è stato eseguito con il Software SCENE della ditta Faro, con lo stesso software sono state generate ortofoto per estrarre profili, piante, sezioni, tutte importate successivamente su un CAD per la post-elaborazione e successiva vettorializzazione.
Per definire i dettagli non chiaramente gestibili con i dati TLS, si è ricorso alla fotogrammetria digitale. Il modello matematico alla base del processo di restituzione fotogrammetrica, (equazioni di collinearità) ha consentito la creazione di una nuvola densa, dal quale si è generata una mesh su cui è stata applicata la texture delle immagini fotografiche acquisite. L'acquisizione è stata effettuata con un drone a pilotaggio remoto: il Mavic 2 Pro il cui dataset complessivo è stato di 3847 riprese fotografiche.

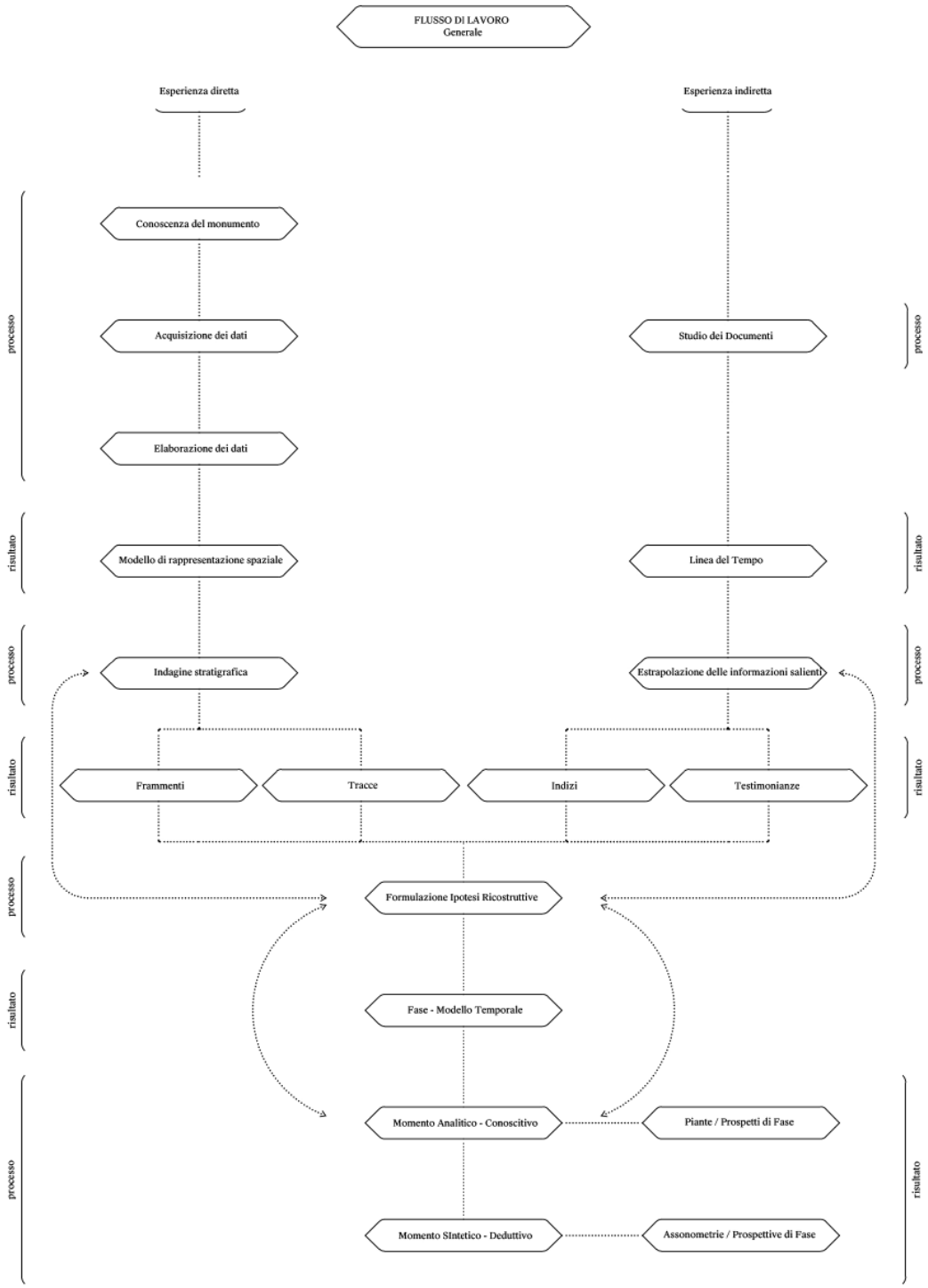


Fig. 6 - Flusso di lavoro generale, 2022 (elaborazione grafica degli autori).

Sono state acquisite anche riprese ad altezza d'uomo con diverse macchine fotografiche: Sony alpha5100, Fujifilm XT100 e una Canon Eos 1300D. Le elaborazioni sono state effettuate con il software di modellazione fotogrammetrica Agisoft Metashape che ha consentito la generazione di una nuvola di 1.733.160 punti.
Acquisizioni fotogrammetriche sono state eseguite sia per gli esterni che per gli interni. Le nuvole generate fotogrammetricamente sono state orientate sulla base delle coordinate del rilievo laser scanner. Il modello tridimensionale così ottenuto è stato adoperato per estrarre foto-piani con un dettaglio superiore rispetto a quelli ottenuti dal laser scanner (fig. 4).

Sviluppo: la ricostruzione grafica delle fasi evolutive

Sulla base del rilievo condotto, l'oggetto architettonico si presta a essere indagato nella sua dimensione virtuale mediante strumenti interpretativi che svelino le molteplici identità contenute nel suo corpo immateriale. Tra l'opera e la sua rappresentazione intercorre una precisa differenza: il modello che ne deriva dal rilievo non è finalizzato a ricomporre la materialità dell'oggetto ma a produrre delle geometrie che, simulando la costruzione, si prestino a essere analizzate come documento grafico (Ugo, 1994). Dall'attività di rilievo e dalla successiva restituzione grafica dell'edificio si innescano dei processi mentali e figurativi che inducono a pensare e osservare l'oggetto architettonico non solo nella dimensione spaziale, ma anche in quella temporale. Le modalità di osservazione devono per questo essere codificate secondo principi che restituiscano nuove immagini spazio-temporali dell'edificio (Anceschi, 1992). Si definirà così un modello della fabbrica in grado di svelare le sezioni a cui corrispondono le fasi evolutive della vita dell'edificio in modo che siano chiaramente distinguibili e caratterizzanti un preciso periodo storico. Per questo è necessario costruire una linea del tempo dopo aver terminato lo studio della documentazione a disposizione in modo da definire uno strumento oggettivo in grado di contenere indistintamente la maggior parte degli eventi e i soggetti coinvolti nella storia dell'edificio. Partendo da questa preliminare ricostruzione storica si può avviare la selezione delle informazioni salienti e utili alla suddivisione in fasi, sebbene non tutti i dati raccolti risultano decisivi ai fini di una elaborazione di un modello.
Partendo dal modello spaziale si può procedere all'interrogazione del monumento mediante un'indagine stratigrafica, la quale, in maniera oggettiva, si struttura sulla comprensione dei rapporti tra le parti della fabbrica, distinte in unità. Questa operazione di analisi viene condotta evitando il condizionamento dato dai documenti ed è indirizzata all'analisi delle relazioni temporali tra le varie parti dell'edificio, individuate come unità stratigrafiche. La conclusione di questo processo minuzioso di analisi sul campo si sostanzia nella determinazione di dati sensibili che possono essere definiti frammenti e tracce. Per frammenti si intende la presenza di porzioni dell'edificio riconosciute come parte di un tutto unitario, e per tracce si intende l'assenza di parti

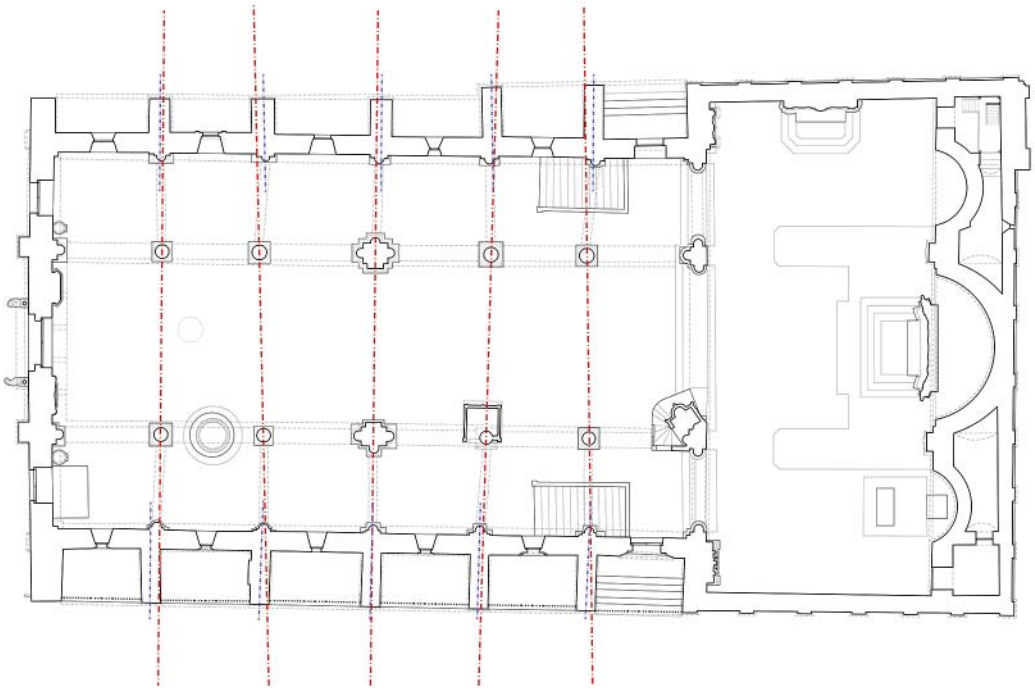


Fig. 7 - Sovrapposizione di planimetria e schema assiale, 2022 (elaborazione grafica degli autori).

chiaramente leggibili come segni sul corpo dell'edificio. Dall'altra parte, le informazioni derivanti dalle indagini d'archivio individuano un sistema articolato di testimonianze e indizi che possono trovare riscontro nelle indagini svolte sul campo. Si determina un processo ricostruttivo in cui: riconosciuti dei frammenti e delle tracce si formulano delle ipotesi di ricostruzione, da confermare, eventualmente, con la ricerca di testimonianze e indizi. Certamente è possibile anche l'inverso: a partire da informazioni ritrovate sui documenti, ricercare prove sull'attendibilità delle ipotesi direttamente nell'edificio. Le ipotesi sono alla base delle ricostruzioni delle fasi e vengono formulate come delle possibili configurazioni di parti mancanti dell'edificio. Una serie di ipotesi sostanzia la ricostruzione di una fase e quindi di un modello temporale corrispondente in cui l'edificio deve ritrovare la sua immagine. Ci si pone, a questo punto, il problema della rappresentazione del modello di fase: sono individuabili due momenti uno analitico-conoscitivo, con l'elaborazione di piante e i prospetti che restituiscono l'immagine oggettiva del monumento e l'altro, successivo, sintetico-deduttivo, con l'elaborazione di assonometrie e prospettive che tendono a ricostruire la percezione dello spazio. Il primo momento, è portato avanti contemporaneamente all'elaborazione del modello ricostruttivo, come strumento di verifica spaziale bidimensionale e deve essere di supporto per la giusta collocazione degli elementi (tracce, frammenti, indizi e testimonianze). Il secondo momento rende esplicite le ipotesi e le mette tutte insieme,

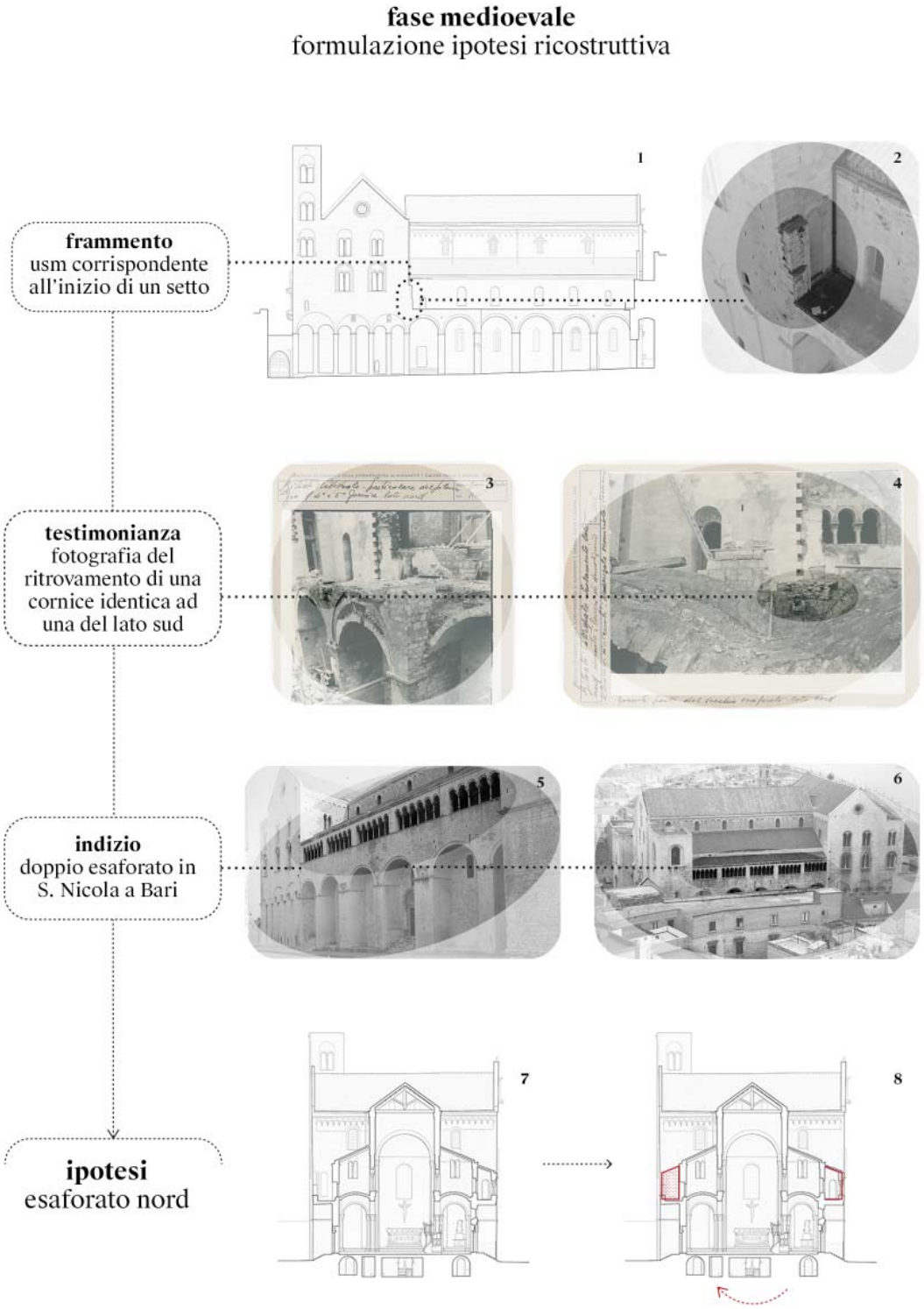


Fig. 8 - Diagramma formulazione ipotesi ricostruttiva fase medioevale, 2022 (elaborazione grafica degli autori).

dando prova della loro coerenza e restituendo l'immagine di una delle possibili realtà desunte dagli studi e dalle analisi condotte. (Ambrosi, 1991)
Applicando questo approccio alla ricostruzione grafica della Cattedrale di Bitonto si può partire da una descrizione sintetica e oggettiva delle geometrie derivanti dal rilievo dell'edificio. L'impianto planimetrico è a croce latina, tre navate e transetto tri-absidato e concluso da un ostwerk (fig. 7). La copertura del transetto è lignea, così come quella della navata centrale, dove però le capriate sono policromate e disposte ortogonalmente rispetto alle prime. Le navate laterali sono coperte al primo livello da volte a vela ellittiche, e da semi capriate al livello superiore. La facciata principale a Ovest, peculiare della tradizione romanica in Puglia, è a salienti con rosone al centro e tre portali di cui quello principale con protiro e archivolto decorato. In corrispondenza delle navate, il fronte meridionale presenta setti a sostegno di arcate sulle quali poggia, al livello superiore, una galleria con sei esafore. Sempre sul prospetto Sud, in corrispondenza del transetto, è presente un importante rosone con quattro finestre bifore nella parte inferiore. Il lato orientale è caratterizzato, invece dalla presenza da un finestrone absidale e da un arco moresco nella parte sommitale. Il fronte settentrionale si presenta pressoché speculare al lato sud, ad eccezione della galleria esaforata, assente (figg. 4, 5)
Dall'analisi geometrico-costruttiva degli elementi architettonici restituiti dal rilievo è stato possibile articolare (fig. 7) le trasformazioni della Cattedrale di Bitonto suddivise in: fase medioevale, fase barocca, fase dei ripristini e stato attuale.
Quale esemplificazione della metodologia operativa utilizzata per formulare ipotesi e ricostruzioni delle fasi medioevale e barocca, si riportano due casi significativi.
Per la fase medioevale si è formulata l'ipotesi della presenza anche a settentrione della galleria esaforata (fig. 8). Questa ipotesi è sostenuta dal riconoscimento di un frammento corrispondente alla parte iniziale di un setto collocato al di sopra degli arconi nord, che risulta ammorsato con la parete del transetto, in maniera analoga all'esaforato posto sul lato opposto. L'ipotesi del doppio esaforato è sostenuta anche dal riconoscimento in una fotografia scattata nel 1955 durante i lavori di ripristino condotti da Francesco Schettini. Nella demolizione delle murature del seminario arcivescovile a ridosso della cattedrale, è catturato il momento del ritrovamento di una cornice del tutto simile a quella del fronte meridionale dove c'è l'esaforato.
Un ulteriore indizio è fornito dalla presenza, in edifici coevi quale la Basilica di S. Nicola e la Cattedrale di Bari, di un doppio esaforato sui fianchi che per quanto soggetti a rimaneggiamenti e sostituzioni, con ogni probabilità, attestano la presenza di gallerie speculari tra loro ai piani superiori.
Questa formulazione sostenuta dai tracce, resti e dal confronto ha suggerito ulteriori ipotesi riguardanti la fase medioevale, come l'idea che l'edificio fosse originariamente isolato su tutti e quattro i lati o la presenza di un camminamento anulare che congiungesse varie quote al livello superiore. Sulla base di queste formulazioni sono stati riconosciuti ulteriori elementi a sostegno della loro esistenza quali la traccia di balaustre a giustificazione della presenza di vani porta a quote superiori nel transetto,

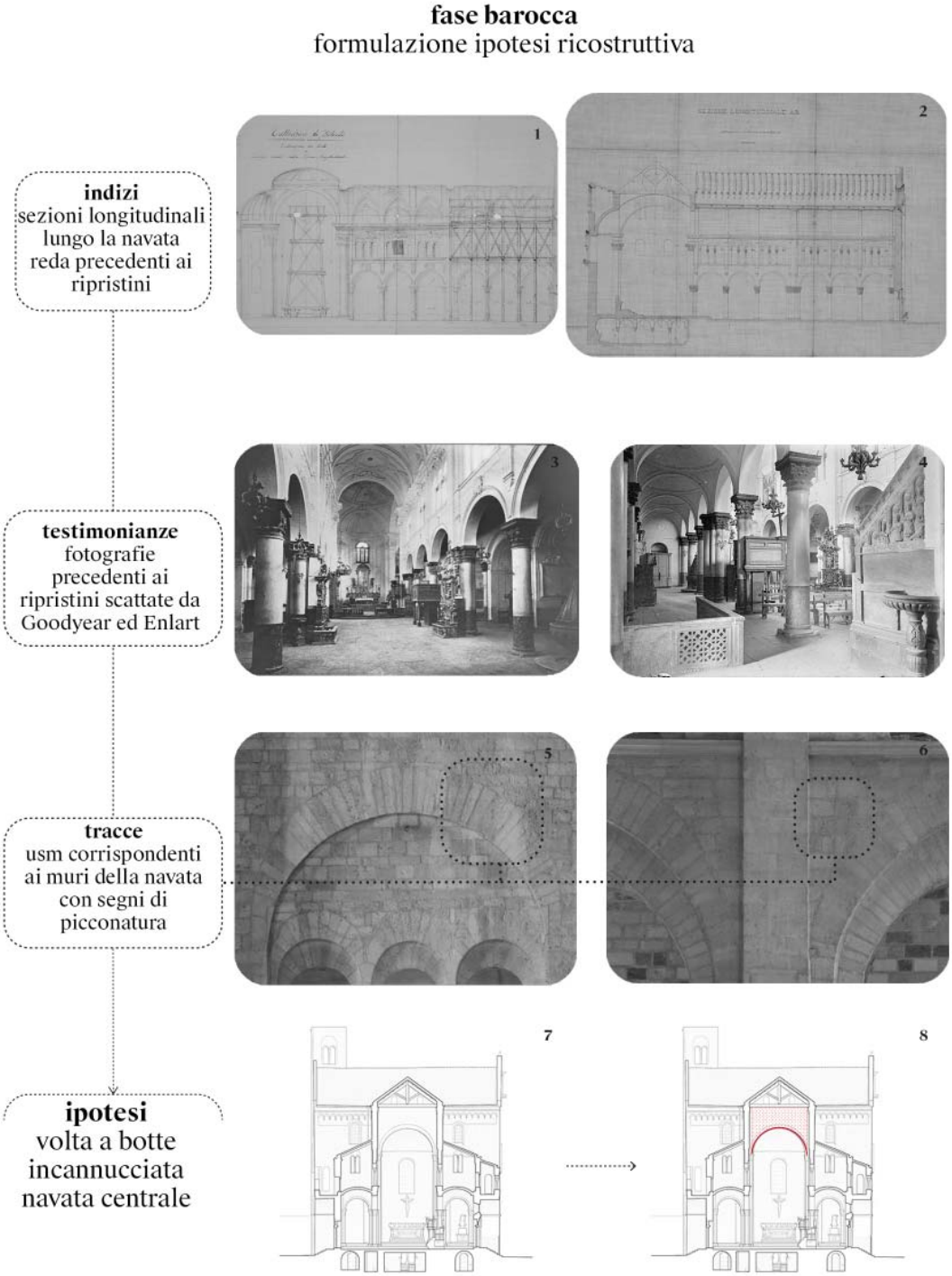


Fig. 9 - Formulazione ipotesi ricostruttiva fase barocca, 2022 (elaborazione grafica degli autori).

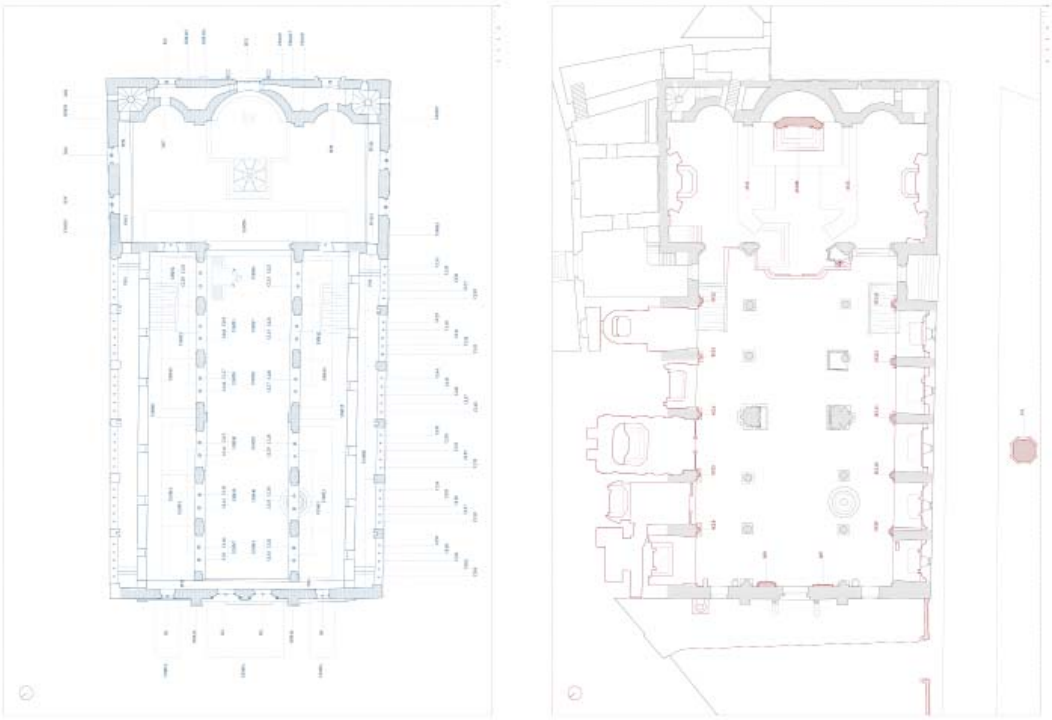


Fig. 10 - Elaborati analitico-conoscitivi. Piante di fase medievale (quota matronei) e barocca (quota aula) 2022, (elaborazione grafica di S. Cafarchia, G. Laterza, F. Lattanzio, D. Sanzio, S. Scaringella, E. Tesse).

la cui collocazione risultava altrimenti incomprensibile. Sulla base di queste ipotesi si è proposto un modello dello spazio sacro della Cattedrale di Bitonto temporalmente collocabile tra l'XI al XIII secolo.

La ricostruzione della fase barocca ha presupposti differenti (fig. 9). L'acquisizione infatti di documenti grafici ha consentito il riconoscimento di una serie di indizi fondamentali da cui partire per la formulazione delle ipotesi. La presenza di una volta a botte incannucciata che occultava la copertura lignea originaria nella navata centrale risulta chiara e riconoscibile nei disegni di rilievo del Genio Civile che del Bernich, che nelle poche e preziosissime fotografie scattate alla fine dell'800 da appassionati d'arte come Goodyear e Enlart.

L'indagine diretta sul monumento ha riconosciuto le tracce delle rimozioni della pelle barocca nella picconatura delle superfici murarie a diverse quote e in alcuni punti, resasi necessari per l'applicazione degli stucchi.

Queste tracce hanno consentito di collocare, sugli elaborati di rilievo redatti, gli elementi che erano visibili dai documenti grafici e dalle fotografie.

Infatti i documenti rendevano esplicite le ipotesi di ricostruzione ma non fornivano dati metrici certi, in particolare il rilievo del Genio Civile, preciso nelle proporzioni e nelle misure risulta approssimativo nella restituzione della componente decorativo-scultorea, non contemplata e quindi di difficile collocazione; il rilievo del Bernich ha

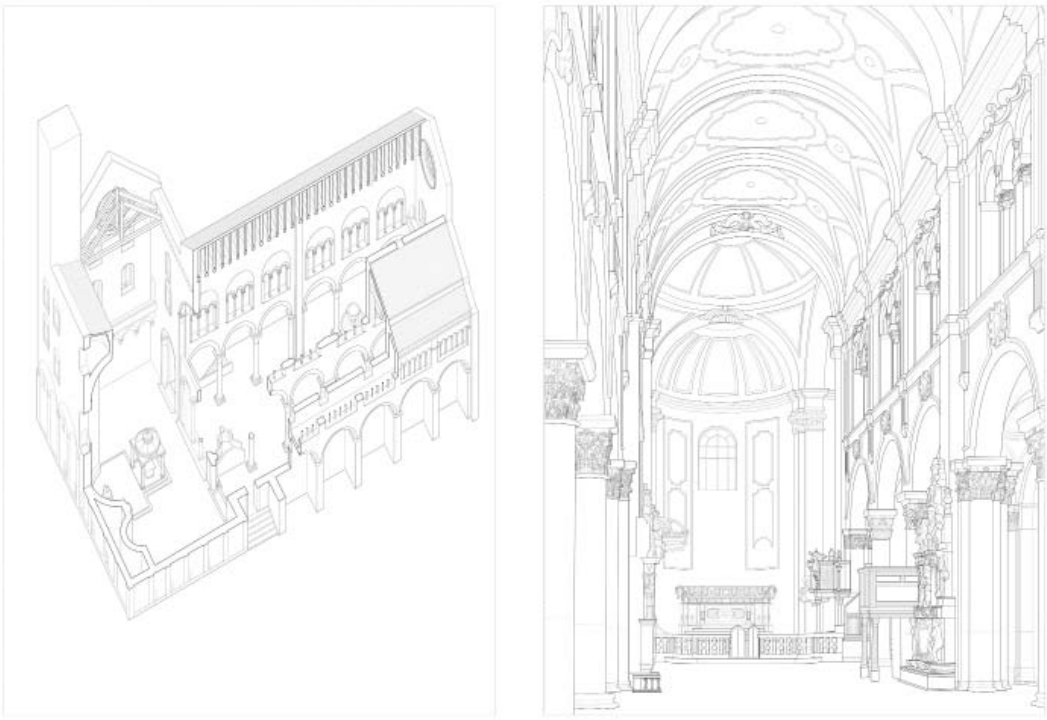


Fig. 11 Elaborati sintetico-deduttivi, 2022, Assonometria di fase medievale e prospettiva di fase barocca. (elaborazione grafica di S. Cafarchia, G. Laterza, F. Lattanzio, D. Sanzio, S. Scaringella, E. Tesse).

invece fornito numerosi elementi riguardo il rapporto tra le parti architettoniche e la componente decorativa, ma è risultato del tutto inattendibile in quanto a dati metrici e proporzionali. Le fotografie di Goodyear ed Enlart hanno permesso di controllare e modellare i profili di tutto l'apparato decorativo delle navate e ipotizzare a grandi linee l'aspetto del transetto.

A conclusione è possibile constatare che un processo metodologico di ricostruzione fondato sul riconoscimento di tracce e frammenti e sulla disamina di indizi e testimonianze trovi nel rilievo il supporto scientifico fondamentale per la loro formulazione e nello strumento del disegno e della ricostruzione grafica, la modalità per avanzare ipotesi e verificarne la loro validità e coerenza.

Riferimenti bibliografici

Anceschi, G. (1992). *L'oggetto della raffigurazione*. Etas.

Ambrosi, A. (1979). *Visualità dello spazio architettonico medioevale*. Dedalo.

Ambrosi, A. (1992). Presenza e rappresentazione grafica nel restauro d'architettura. In R. de Rubertis, A. Soletti & V. Ugo (Eds.), *Temi e Codici del disegno d'architettura*. Officina Edizioni.

Ambrosi, A. (1984). Revival romanico e restauri stilistici in terra di Bari tra XVI e XVII secolo. In AA.VV (a cura di),*Ricerche sul sei-settecento in Puglia,* Vol. 3, 1984-1989.

Ambrosi, A (1991). Il rilievo come ricostruzione ideale. *Dimensioni XY. Rassegna critica di studi sulla rappresentazione dell'architettura e sull'uso dell'immagine nella scienza e nell'arte*, 11-12.

Belli D'Elia, P. (1964). *Alle sorgenti del Romanico. Puglia XI secolo*. Edizioni Dedalo.

Florio, R.. (2012). *Sul disegno. Riflessioni sul Disegno d'Architettura*. Officina Edizioni.

Fonseca, D. & Cassano, R. (2001). *Cattedrali di Puglia. Una storia lunga duemila anni*. Mario Adda Editore.

Gelao, C. & Jacobitti, G. M. (1999). *Castelli e cattedrali di Puglia. A cent'anni dall'Esposizione nazionale di Torino*. Mario Adda Editore.

Guarinieri, A. (2007). *Pietre di Puglia. Il restauro del patrimonio architettonico in terra di Bari tra Ottocento e Novecento*. Gangemi Editore.

Mongiello, G. (1970). *Bitonto nella storia e nell'arte*. Arti grafiche Favia

Petrucci, A. (1960). *Cattedrali di Puglia*. Carlo Bestelli Edizione d'Arte.

Purini, F. (1992). Il disegno e il rilievo. In AA.VV., *Nel Disegno*. Clear.

Sante, S. (1888). *La cattedrale di Bitonto ed il suo restauro*. Cannone.

Sylos, L. (1933). *Restauro del Duomo di Bitonto: relazione sulle opere d'arte*.

Ugo, V. (1994). *Fondamenti della Rappresentazione architettonica*. Esculapio.

Architetture tattili di terra per i ciechi: dalla comunicazione alla realizzazione

Elena De Santis [1]

[1]Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma, ITALY

e.desantis@uniroma1.it

Parole chiave: Terra; Architettura tattile; Patrimonio; Comunicare; Non vedenti.

Abstract

La presente proposta ha l'obiettivo di cercare modalità nuove di rappresentazione 'tattile' del patrimonio culturale in terra per permetterne la fruizione ad un pubblico più esteso che possa includere persone affette da cecità. Si intendono offrire nuovi scenari e campi di sperimentazione per la rappresentazione e la progettazione 'plurisensoriale', per la comunicazione della complessità architettonica di un manufatto, condividendo di conseguenza obiettivi chiave del settore disciplinare ICAR 17. Muovendosi dalle tradizionali rappresentazioni per non vedenti a quelle più recenti sperimentazioni con le nuove tecnologie, il contributo indaga le potenzialità dell'uso di materiali 'tattili' per la comunicazione dei valori del patrimonio in crudo. Il fine della proposta è la rappresentazione del patrimonio in terra, poco accessibile e fruibile e la sua 'traduzione' attraverso materiali 'sensibili', naturali ed artigianali, interpretando i 'segni' dei luoghi, trasformandoli in linguaggio a rilievo per non vedenti tramite i fondamenti scientifici del disegno. La percezione tattile è strumento fondamentale di conoscenza per la persona cieca in quanto la tattilità assume una funzione essenzialmente gnosica. Essa deve diventare una vera e propria esplorazione tattile attiva, sistematica e intenzionale. Una percezione tattile, aptica, fornisce informazioni su forma, dimensione, collocazione degli oggetti reali, sul loro peso, sulla consistenza e sulla tessitura dei materiali costitutivi, garantendo alla persona non vedente, l'accessibilità a dati sensoriali indispensabili per crearsi immagini mentali coerenti rispetto alla realtà stessa e alla sua rappresentazione. Il materiale terra è perfetto per essere plasmato, è un materiale evocativo, caldo e poroso e offre così la possibilità di raccontare un patrimonio 'fragile' e intimamente legato all'uomo. Risulterà appropriato in questo contesto l'uso di questo materiale per la rappresentazione tattile, per una fruizione 'sensibile' di una architettura in crudo, dei suoi dettagli costruttivi e decorativi, garantendo la valorizzazione della stessa, attraverso un processo creativo tra razionalità ed emozione da parte degli utenti non vedenti coinvolti.

The aim of this proposal is to search for new ways of 'tactile' representation of earthen cultural heritage in order to extend it to a wider public that may include blind people. It is intended to offer new scenarios and fields of experimentation for 'multi-sensory' representation and design, for the communication of the architectural complexity of an artefact, consequently sharing key objectives of the ICAR 17 subject area. Moving from traditional representations for the blind to more recent experimentation with new technologies, the contribution investigates the potential of using 'tactile' materials to communicate the values of the earthen heritage. The aim of the proposal is the representation of earthen objects, which are not easily accessible and usable, and its 'translation' through 'tactile', natural and handcrafted materials, interpreting the 'signs' of places, transforming them into a language in relief for the blind through the scientific fundamentals of drawing. Tactile perception is a fundamental tool of knowledge for the blind person as tactility takes on an essentially gnosic function. It must become an active, systematic and intentional tactile exploration. A tactile, haptic perception provides information on the shape, size, location of real objects, their weight, the consistency

Fig. 1 - Elena De Santis, *Toccare la terra,* 2018, (fotografia dell'autrice).

and texture of their constituent materials, guaranteeing the blind person accessibility to sensory data that are indispensable for creating coherent mental images of reality itself and its representation. The material earth is perfect for moulding, it is an evocative, warm and porous material and thus offers the possibility of narrating a 'fragile' heritage that is intimately linked to man. It will be appropriate in this context to use this material for tactile representation, for a 'sensitive' fruition of an earthen architecture, of its constructive and decorative details, guaranteeing its enhancement through a creative process between rationality and emotion by the blind users involved.

Introduzione

Con il presente contributo si intendono affrontare temi quali la rappresentazione e comunicazione visiva ed extravisiva-multisensoriale orientandosi verso un pubblico più ampio di fruitori, includendo i ciechi e gli ipovedenti. Si vuole indagare la rappresentazione di un patrimonio fragile, poco conosciuto ed accessibile, che è quello in terra cruda, disseminato spesso in territori rurali, difficilmente fruibili per il pubblico. Si procederà con la trattazione dalle attuali metodologie di rappresentazione grafica per non vedenti, esplorando le potenzialità del disegno tattile di un patrimonio costruttivo singolare e caratteristico per il suo essere fortemente materico. Il patrimonio edilizio in terra risulta essere particolarmente espressivo dal punto di vista tattile: il tatto è infatti un organo di senso fondamentale per un pubblico non vedente.

In particolare si vuole sottolineare la necessità di poter integrare diverse tecniche di rappresentazione attraverso metodologie sperimentali. In tal senso, si ritiene prioritario il coinvolgimento della figura professionale dell'architetto all'interno della ricerca sulla migliore fruizione del patrimonio culturale per le persone cieche e sul tema dell'accessibilità dello spazio urbano e rurale legato al mondo della terra cruda. Il patrimonio in terra cruda è diffuso a scala internazionale ed è caratterizzato da differenti tecniche costruttive derivanti dalle culture del luogo, costituito prevalentemente da argilla, il legante, e inerti, ghiaia, sabbia, limi. L'obiettivo della ricerca è quello di permettere la conoscenza, valorizzazione e fruizione di questo patrimonio attraverso forme di rappresentazione 'tattili'. Gli utenti, attraverso la possibilità di 'toccare' , plasmare, 'sentire' un oggetto tattile fatto di terra con le proprie mani, potranno avere una comprensione maggiore del manufatto architettonico con cui entreranno in relazione (fig. 1).

Come sostenuto da Sargenti (1996), sino agli anni '90 la ricerca sulle modalità di coinvolgimento dei ciechi all'interno della società, era stato fondamentalmente appannaggio della medicina (per gli aspetti patologici) e di alcuni settori della psicologia e sociologia ambientale. Oggi è, invece, più che mai necessario che anche gli architetti, vengano coinvolti nella ricerca di soluzioni per la migliore comprensione ed orientamento dei ciechi per la conoscenza di un patrimonio costruttivo difficilmente fruibile.

Il tatto è l'organo di senso più 'democratico'e più idoneo a comprendere le complesse trame urbane e i segni caratteristici di un territorio; esso è un vero e proprio strumento di conoscenza.

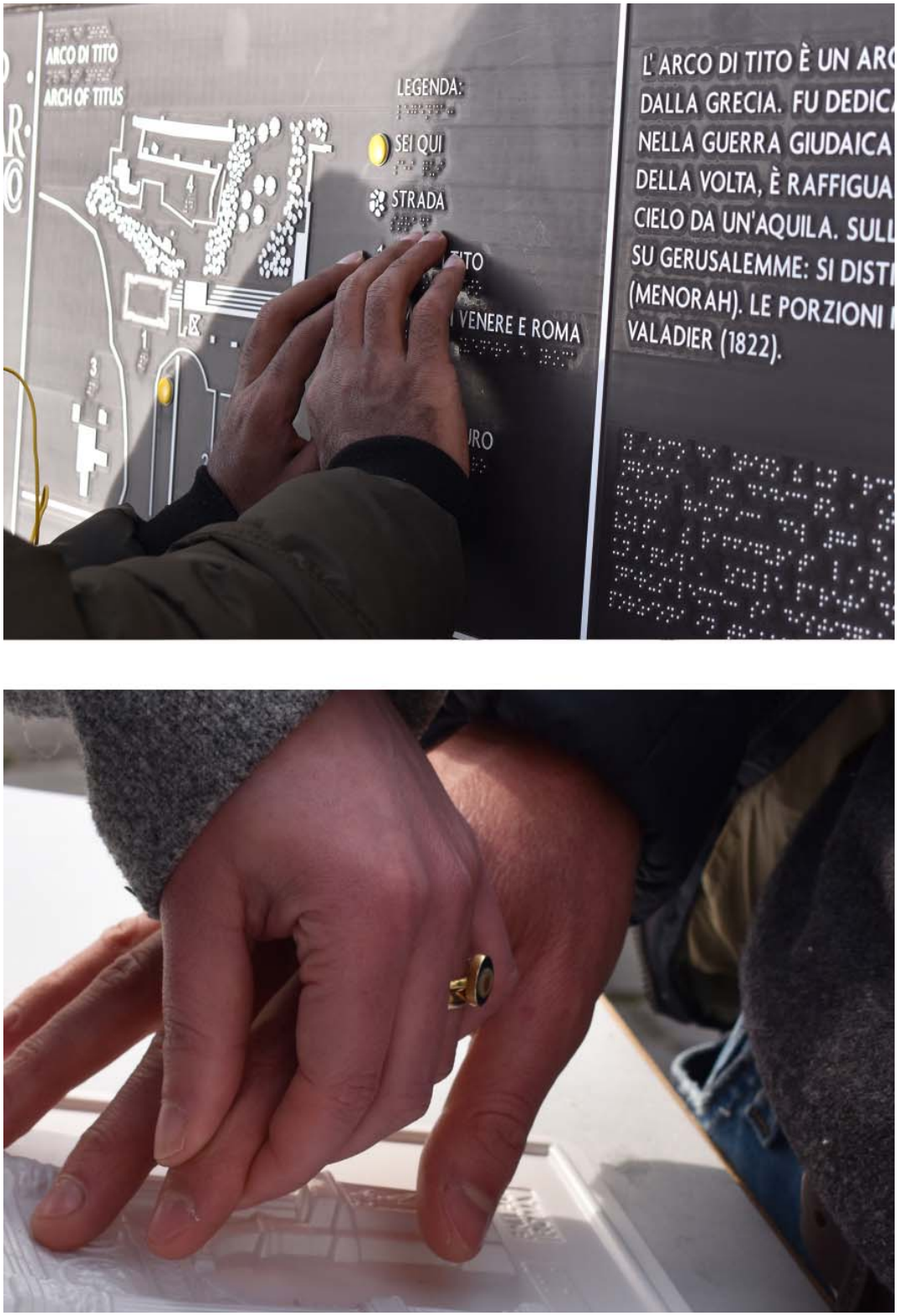


Fig. 2 - Elena De Santis, *Comunicare il patrimonio culturale a persone non vedenti*, 2022, (fotografia dell'autrice).

Buone pratiche di comunicazione del patrimonio culturale per i non vedenti

E' fondamentale, come primo passo per riflettere sulle possibili soluzioni pratiche di rappresentazione tattile, distinguere le diverse categorie di disabilità visiva: vi sono persone non vedenti dalla nascita, ciechi acquisiti, ipovedenti, persone che hanno una ridotta acuità visiva. Per i primi è preclusa la comprensione della prospettiva e molti metodi di rappresentazione grafica, così come la percezione del colore. Le persone ipovedenti possiedono un'acuità visiva inferiore a 3/10 o un campo visivo inferiore a 60 gradi dal punto di fissazione, ma riescono comunque ad utilizzare il proprio residuo visivo per limitate attività. Durante l'età dello sviluppo, una persona cieca, impara ad acquisire riferimenti topologici con la gestualità, le mani, collegando quindi il gesto all'elaborazione psichica. Il tatto è infatti l'unico senso bi-laterale, che permette di relazionare la persona con l'ambiente circostante.
Esistono requisiti ben precisi dettati dall'Universal Design, i quali specificano le caratteristiche che gli oggetti di design e di architettura devono possedere per poter essere fruiti da una categoria ampia di utenti con difficoltà sensoriali. La normativa, D.P.R. n.503 del 24 Luglio 1996, definisce alcuni degli strumenti necessari per favorire l'accessibilità e la fruibilità di luoghi pubblici ai disabili visivi, identificandoli nelle "mappe tattili". Chiaramente esiste già un metodo di codifica degli elementi a rilievo presenti sulle mappe tattili che è l'alfabeto Braille che nasce nella prima metà del XIX secolo. La problematica che oggi maggiormente si riscontra afferisce alla necessità di una traduzione del visibile, non solo tramite l'accompagnamento esplicativo del testo (fig. 2). Come pone il contributo di Empler e Fusinetti (2020), uno dei temi più critici risiede nella ricerca di un metodo universale di codifica della procedura di rappresentazione a rilievo, soprattutto in ambito museale.
Significativa risulta essere l'iniziativa del *Museo Omero* di Ancona, che nacque nel 1985 su ideazione di due persone cieche Aldo Grassini e sua moglie Daniela Bottegoni, i quali ebbero l'idea di creare uno spazio dove tutto si potesse toccare. Risulta infatti prioritaria, come esplicitato dalla conferenza 'Art Horizon 1990' organizzata dalla *European Blind Union*, la necessità di rimuovere l'impossibilità di percepire l'offerta culturale dei musei da parte dei non vedenti. In questo processo virtuoso si inserisce la proposta del *Museo Tattile Anteros* di Bologna, nato nel 1999, ed espone una collezione di traduzioni tridimensionali in bassorilievo di celebri dipinti medioevali e dell'Età moderna, con l'obiettivo di educare all'uso integrato dei sensi residui, in presenza di deficit visivo, per un rafforzamento delle facoltà percettive, cognitive e intellettuali delle persone non vedenti.
Inoltre, utili in questo percorso, sono gli apporti di altre categorie di professionisti e piccole imprese che hanno contribuito all'accessibilità dei musei da parte dei non vedenti: Archeolab realizza stampe 3D per non vedenti e recentemente ha prodotto per il Museo Palatino di Roma dei reperti archeologici attraverso la scansione degli originali con scanner 3D a luce strutturata integrando tecniche di post lavorazione manuale per far sì che le opere potessero risultare più realistiche al tatto. Ad oggi risulta molto

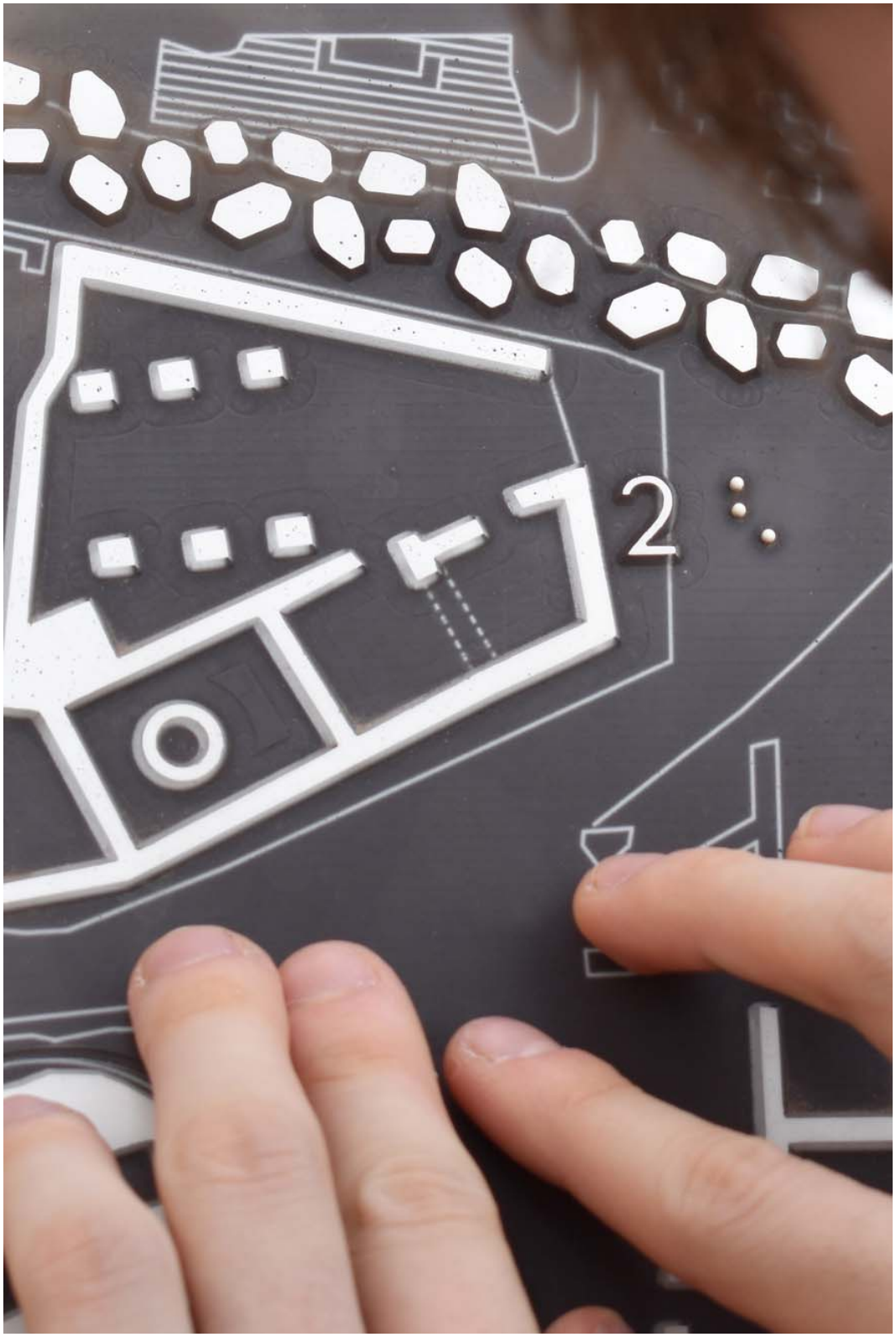


Fig. 3 - Elena De Santis, *Vedere con le mani,* 2022, (fotografia dell'autrice).

diffuso l'uso della stampa 3D per offrire alle persone con disabilità visive la possibilità di esprimersi creativamente e funzionalmente attraverso la fisicità degli oggetti stampati. In questo ambito è fondamentale la conoscenza delle tecniche di riproduzione per disabili visivi in modo da poter raggiungere più facilmente i destinatari. Come trattato da Levi e Morroi (1996) le tecniche di riproduzione e di stampa più diffuse si suddividono in due grandi categorie:

- Quelle che prevedono la creazione del rilievo attraverso la deformazione del supporto, che può essere una matrice metallica o stampanti computerizzate per realizzare punti e linee su carta; Esiste il *termoform* che vede la deformazione a caldo di un foglio di plastica posto su matrice; il *gaufrage*, metodo che vede la deformazione di un foglio di carta pressato fra una matrice metallica ed una contro matrice in fibra; la metodologia Minolta, ove il rilievo si ottiene grazie al rigonfiamento di parte delle cellule termosensibili depositate su un foglio di carta in seguito all'esposizione del disegno a raggi infrarossi.
- Un secondo gruppo di tecniche invece vedono la realizzazione del rilievo attraverso il deposito di materiale sul supporto con procedimenti basati sull'uso di stampanti a getto di inchiostro collegate ad un computer, e quelli di tipo serigrafico. La tecnica della serigrafia si avvale dell'uso di uno speciale inchiostro che risulta essere a rilievo e quindi percepibile con i polpastrelli, e dar forma al disegno che si intende comunicare.

La percezione tattile

La percezione tattile è strumento fondamentale di conoscenza per la persona cieca in quanto la tattilità assume una funzione gnosica. Essa deve diventare una vera e propria esplorazione tattile attiva, sistematica e intenzionale: in questo processo sono essenziali le figure dei terapisti che dall'età infantile insegnano al non vedente una vera e propria disciplina del tatto. L'azione del 'toccare' prende il nome di esplorazione aptica. Una percezione tattile, aptica, fornisce informazioni su forma, dimensione, collocazione degli oggetti reali, sul loro peso, sulla consistenza e sulla tessitura dei materiali costitutivi, garantendo alla persona non vedente, l'accessibilità a dati sensoriali indispensabili per crearsi immagini mentali coerenti rispetto alla realtà stessa e alla sua rappresentazione. Il processo del "vedere con le mani" richiede una successione di atti percettivi che vanno poi sintetizzati in una rappresentazione globale (fig. 3). Diviene, pertanto, un'attività complessa che comporta un processo di sistematizzazione mnemonica e mentale. La percezione tattile non è affidata solo alla mano, ma anche al polpastrello che consente la lettura dell'alfabeto Braille, così come a tutti i recettori diffusi sul corpo, comprendendo la sensibilità anemestesica (percezione degli spostamenti d'aria), pressoria, termica.

Fig. 4 - Elena De Santis, *Dettaglio di un edificio in terra cruda e delle caratteristiche materiche, Sardegna,* 2018, (fotografia dell'autrice).

Disegnare, toccare e creare un manufatto di terra: Proposta di realizzazione di modelli tattili.

La metodologia del presente studio ha mosso dunque i passi da una ricerca personale e dal confronto con professionisti tiflotecnici,[1] neuro psicomotricisti [2], esperti di orientamento e mobilità, per comprendere più da vicino le modalità di rappresentazione per non vedenti. Dopo una prima fase di ricerca di archivio e documentazione sul tema, sono state preziose le interviste con i professionisti dell'Istituto Centro Regionale S. Alessio - Margherita di Savoia per i Ciechi [3] e con gli educatori dell'associazione Radici APS [4]. Come ampiamente sottolineato, una esperienza integrata dei sensi, tatto, olfatto, udito, permette alle persone (anche normovedenti) una migliore comprensione dello spazio e dei monumenti e/o oggetti presenti, garantendo una fruizione dei luoghi più autentica e inclusiva. Si tenterà di sintetizzare gli elementi fondamentali della rappresentazione per non vedenti, cercando di cogliere gli aspetti essenziali di un manufatto architettonico di terra, e tradurli in forma tattile attraverso sperimentazioni con diverse tecniche artigianali già poste in campo dagli esperti tiflotecnici. Il metodo che si intende seguire è quello di un processo, (raccolta di informazioni e dati desunti dall'esperienza di professionisti del settore della rappresentazione per non vedenti) che porti a raccontare lo spazio, il territorio, le peculiarità fisiche del manufatto. La rappresentazione dell'edificio potrà essere coadiuvata da strumenti che coinvolgono altri sensi, (udito ed olfatto, oltre al tatto) e l'integrazione con strumenti digitali, fotografia, video.

E' pertanto questo l'ambito all'interno del quale la ricerca intende muovere i primi passi per poter poi elaborare un successivo approfondimento sul tema della comunicazione per i ciechi utilizzando tecniche artigianali (con l'uso di diverse tipologie di materiali) o anche tecniche di riproduzione industriale come precedentemente menzionato, tramite la serigrafia. Sarà possibile così garantire l'accessibilità a fruitori non vedenti o con disabilità cognitive, in quanto il tatto è l'organo di senso tramite cui tutti gli uomini possono esprimersi. Ricercare elementi 'simbolo' delle architetture di terra come la texture, le trame, la porosità del materiale, la granulometria, il profumo, per poi restituirle nella loro fisicità è la sfida che questa proposta di ricerca si pone di affrontare. La forma bidimensionale del disegno di un manufatto architettonico viene superata e 'vissuta' nella sua forma tridimensionale grazie alla possibilità di diventare un 'oggetto tattile', lo si potrà dunque toccare e attraverso la percezione aptica. Si intende privilegiare l'aspetto sensoriale che possa mettere in luce elementi chiave di una architettura di terra e del suo contesto urbano, come ad esempio la texture o la tecnica costruttiva (fig. 4). In una fase successiva, si potranno realizzare gli elementi architettonici, decorativi legati a tale manufatto.

Durante alcun incontri con docenti tiflotecnici ed educatori, e grazie al confronto con ragazzi ciechi e il personale accompagnatore, si è riflettuto in particolare sulla necessità di trasmettere i valori del patrimonio esistente attraverso una migliore fruizione e valorizzazione dei pannelli tattili. Ci si pone quindi l'obiettivo di proseguire la presente

Fig. 5 - Elena De Santis, *Realizzazione tattile per evocare la texture di un manufatto di terra cruda*, 2018, (fotografia dell'autrice).

ricerca sulla promozione di modalità integrate di rappresentazione tattile, proponendo la realizzazione di manufatti di terra da poter toccare attraverso sessioni di workshop con gli utenti. In tali giornate di laboratorio si potranno realizzare dei modelli tattili relativi ad uno specifico edificio o ad un dettaglio di esso, e si potranno fornire informazioni di tipo materico, aggiuntive ai tradizionali pannelli tattili, con l'obiettivo di essere maggiormente apprezzati da un pubblico non vedente. Nello specifico si potrà iniziare con la rappresentazione tattile di un piccolo edificio di terra da analizzare e riprodurre secondo i criteri di rappresentazione per non vedenti. Consapevole della possibilità di integrare tecniche digitali e stampa 3D all'interno delle produzioni, si vuole porre l'accento sulle potenzialità dei materiali naturali, utilizzando prevalentemente tecniche di realizzazione artigianale, dal momento che il manufatto con il quale ci si confronta è fatto di terra cruda. Le principali fasi di studio e di successive sperimentazioni attraverso laboratori didattici (organizzate con alcuni operatori dell'Istituto Sant'Alessio con i quali si è preso contatto) si potranno articolare nel seguente modo:

- scelta di un edificio semplice di terra da studiare e tradurre in un lavoro tattile attraverso momenti di workshop;
- raccolta di dati, dalla cartografia ad elaborazioni estemporanee, video e registrazioni di suoni e altri elementi utili per poter arricchire l'analisi;
- studio delle modalità di realizzazione e con particolare attenzione all'uso di materiali tattili, gradevoli ai sensi, che possano trasferire emozioni, suggerendo, attraverso un processo di astrazione, i segni, le tracce di ciò che è stato selezionato, ma che possano anche coadiuvare l'accessibilità e orientamento. Un esempio è dato dalla elaborazione mostrata in figura 5 (fig. 5);
- ricerca delle possibili modalità di fruizione da parte dei non vedenti e utenti disabili in spazi destinati al pubblico. Risulterà appropriato l'uso di materiali naturali per la rappresentazione tattile, per una fruizione 'sensibile' garantendo parallelamente, una valorizzazione degli stessi, attraverso un processo creativo tra razionalità ed emozione da parte degli utenti coinvolti nella attività (fig.6).

In conclusione, intendo sottolineare come il processo di lavorazione della terra sinora trattato, il quale necessita delle mani, sia un processo intimamente legato al tatto, organo di senso universale, per vedenti e per ciechi. Le mani delle persone coinvolte nel 'fare' creano un unico spazio di unione ed inclusione, dove ognuno può dare il suo contributo personale, cancellando ogni forma di barriera o discriminazione.

Note

[1] La tiflotecnica è la scienza che studia la creazione e l'impiego di ausili che suppliscano al deficit visivo di una persona, mediante l'utilizzo di altri canali sensoriali, per avere accesso all'informazione, migliorare l'autonomia personale o svolgere una determinata attività.

[2] La neuropsicomotricità studia la maturazione comportamentale del bambino attraverso il movimento e la consapevolezza del proprio corpo nello spazio. È una terapia, che agisce in funzione della stretta correlazione tra fisicità e processi psichici. Il neuropsicomostricista è un terapista che lavora

Fig. 6 - Elena De Santis, *Toccare il patrimonio costruttivo*, 2022, (fotografia dell'autrice).

sia in ambito sanitario-riabilitativo con bambini che presentano difficoltà o disabilità, sia in ambito educativo-preventivo.

[3] La struttura è una storica istituzione che dalla seconda metà dell'ottocento realizza attività volte all'inclusione sociale dei ciechi e degli ipovedenti, anche con minorazioni aggiuntive attraverso interventi abilitativi, ri-abilitativi, educativi ed assistenziali.

[4] Radici APS nasce a Roma nel 2015 e promuove una fruizione del patrimonio culturale più inclusiva e partecipata, con particolare attenzione alla comunità di persone non vedenti e ipovedenti e disabilità motorie..

Riferimenti bibliografici

Empler, T. (2013). Universal design, ruolo del disegno e rilievo. *Disegnare*, (46).

Empler, T. & Fusinetti, A. (2020). Rappresentazione a rilievo nei percorsi museali. *Disègno,* (6).

Grassini, A. (2015). *Per una estetica della tattilità. Ma esistono davvero le arti visive?* Armando Editore.

Levi, F., & Morroi, P. (1996). La serigrafia applicata al disegno in rilievo. L'esempio di due libri su Torino e Venezia. *XY,* (26).

Lotto, B. (2017). *Percezioni. Come il cervello costruisce il mondo.* Bollati Boringhieri Editore.

Riavis, V. (2019). Discovering architectural artistic heritage through the experience of tactile representation: State of the art and new development. *Disegnarecon, 12* (23), 102-109.

Riavis, V., & Cochelli, P. (2018). Toccare per vedere: la conoscenza di architetture attraverso la rappresentazione tattile. In *Rappresentazione materiale/immateriale. 40° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione, 15° Congresso UID Unione Italiana Disegno.*

Sargenti, S. (1996). Il contributo del mondo accademico al miglioramento del ruolo sociale dei non vedenti. *XY*, (26).

Secchi, L. (2018). In G. Caliri, P. Donatiello, & S. Miele (Eds.), T*occare con gli occhi e vedere con le mani. Funzioni cognitive e conoscitive dell'educazione estetica* (pp. 15-31). Ocula Percorsi di gioco.

La ricostruzione digitale del Viridarium: complesso del giardino botanico di Federico Cesi e dell'Accademia dei Lincei

Marco Proietti[1]

[1] Dipartimento di Storia,Disegno e Restauro dell'architettura, Sapienza Università di Roma

m.proietti@uniroma1.it

Parole chiave: Patrimonio culturale; Modellazione 3D, Ricostruzione virtuale.

Abstract

Il presente lavoro vuole configurarsi quale contributo per la ricostruzione digitale di progetti architettonici e contesti storici fortemente mutati nel corso dei secoli. Si fa riferimento in particolare al *Viridarium* del giardino botanico di Federico Cesi, oggetto di profonde trasformazioni, che ne hanno modificato la dimensione figurativa e percettiva. Il complesso edilizio, di notevole pregio storico e artistico, fu utilizzato negli anni '20 del seicento dal Duca Federico Cesi e dagli altri componenti della prima "Accademia dei Lincei", come Giardino Botanico e Laboratorio per l'osservazione scientifica.

*The present work aims to contribute to the digital reconstruction of architectural projects and historical contexts that have undergone significant changes over the centuries. Specifically, it focuses on the * Viridarium of Federico Cesi's botanical garden, which has experienced profound transformations that have altered its visual and perceptual dimensions. This architectural complex, of considerable historical and artistic value, was used in the 1620s by Duke Federico Cesi and other members of the first "Accademia dei Lincei" as a botanical garden and laboratory for scientific observation.*

Federico Cesi e la nascita della prima Accademia Dei Lincei

La presente sperimentazione è finalizzata alla costruzione del modello digitale di come si presentava il complesso del *Viridarium* e del giardino botanico al tempo di Federico Cesi nel 1600 nella fase originaria tra la meta' sec. XVI e l'inizio del XVII secolo. Il giardino aveva lo scopo di studiare esemplari esotici o quelli provenienti dal nuovo continente ed era il punto di incontro degli appartenenti all'Accademia dei Lincei. Il Palazzetto è situato in prossimità del centro storico di Acquasparta, in provincia di Terni ed ubicato tra la via del "Colle" ed il sentiero della "Palombare", in quella che all'epoca della sua realizzazione era la prima campagna oltre la cinta muraria medievale. Insieme al Palazzo Ducale, edificio di rappresentanza della famiglia Cesi, fu utilizzato nel XVII sec. come giardino botanico e laboratorio di osservazione e sperimentazione scientifica dei membri dell'Accademia dei Lincei. (De Petra & Monacchia, 2017). Federico Cesi

Fig. 1 - Ingresso principale al *Viridarium* e giardino botanico (elaborazione grafica dell'autore).

(1586-1630) era un patrizio umbro-romano, appassionato studioso di scienze naturali, soprattutto di botanica. Per promuovere e coltivare questi studi naturalistici, fondò a Roma nel 1603 un sodalizio con tre giovani amici, Giovanni Heckius, Francesco Stelluti e Anastasio de Filiis, denominando la loro compagnia come Accademia dei Lincei, per l'eccezionale acutezza di sguardo attribuita alla lince, preso a simbolo della dotta compagnia di studiosi. Oggetto del suo studio, nel disegno del Cesi, erano tutte le scienze della natura, da indagarsi con libera osservazione sperimentale. Dal 1611 contò tra i suoi soci anche Galileo Galilei, amico di Federico Cesi che si pensa abbia frequentato con lui il giardino botanico del *Viridarium* (Biagetti, 2012). Il complesso è ancora oggi riconoscibile oltre che per la presenza dell'edificio, ed i terrazzamenti realizzati sulla collina per ricavare gli spazi pianeggianti dei singoli orti.

L'edificio e la sua architettura

L'edificio è strettamente integrato al complesso sistema di terrazzamenti che forma il giardino, addossato con la sua parte posteriore ad un dislivello naturale da cui si sviluppano in varie direzioni i muri di sostegno ai diversi livelli di campagna. Il Palazzetto era articolato su due livelli, di cui uno seminterrato. Si presenta volumetricamente e compositivamente molto rigoroso nella sua generale semplicità. La facciata mostra, al piano terra, tre fornici, due dei quali tamponati, che testimoniano l'esistenza di un originario piccolo porticato. Sulla facciata, al culmine del primo piano, è presente una cornice con quattro gocciolatoi a protomi leonine, che richiamano quelli presenti sulla facciata del Palazzo ducale. Si accede al piano seminterrato attraverso un'apertura archivoltata con i resti di un piccolo Ninfeo, in pessime condizioni di conservazione a causa di infiltrazioni d'acqua. Sul lato lungo, opposto all'ingresso, si trovano due archi che assolvono la funzione di quinta rispetto allo sfondo scenografico della parete contro terra realizzata con pietra a faccia vista, che danno la sensazione di trovarsi in una vera e propria "grotta artificiale", tipica dello stile architettonico tardorinascimentale volto alla realizzazione di luoghi per la conviviale ricreazione, ispirato ai temi naturali (fig. 2). Lo spazio esterno è caratterizzato , nel breve tratto di muro addossato alla metà inferiore del lato destro dell'edificio, da un nicchione che potrebbe aver ospitato una fontana d'acqua. Proprio in quest'area, come testimoniato dal medico e naturalista Giovan Battista Winther a cui era stata assegnata la direzione dell'orto botanico, sono state piantate da Federico Cesi molte specie arboree, tra cui esemplari di *Taxus baccata L.*, i cui campioni di piccoli rami con foglie, fiori e frutti utilizzò per la sua *Syntaxis Plantaria* e di *Chamaerops humilis L.* (palma nana), specie con fiori ermafroditi e unisessuati, che gli fornirono i campioni raffigurati nelle tavole *Plantae et Flores* ms. 976 c. 171 (fig. 3). Lo stato attuale dell'intero complesso si presenta trasformato sia dal punto di vista dell'architettura del Palazzetto, che è stata modificata nel corso degli anni e che verte in condizioni di degrado e sia dal punto di vista paesaggistico data la perdita delle specie arboree antiche (Picchiarati, 1993).

Fig. 2 - Complesso del *Viridarium* e giardino posteriore (elaborazione grafica dell'autore).

Fig. 3 - Complesso del *Viridarium*, abbeveratoio e giardino superiore (elaborazione grafica dell'autore).

Analisi metrologica e proporzionale

La prima fase per la costruzione del modello tridimensionale ha riguardato l'analisi stilistica e tipologica del complesso edilizio. L'edificio era composto di due livelli terminanti nel cornicione, ora intermedio, che presentava condotti di evacuazione delle acque del tetto. Ne sono prova oltre ai suddetti elementi anche considerazioni

relative ai tipi e alle discontinuità murarie e i rapporti proporzionali. Il primo livello risultava porticato, il lato sud è probabilmente obliquo esternamente sin dall'origine mentre non appare chiaro il ruolo funzionale e il carattere formale relativo ai resti addossati al lato sud comunque contemporanei alla struttura originaria. Data la mancanza pressocché assoluta di documenti e notizie accertate relativi all'edificio la datazione si basa oltre che sullo studio delle murature e del carattere architettonico anche su conclusioni logiche. Appare evidente che il Viridarium è successivo all'arrivo dei Cesi ad Acquasparta (1540) e quanto meno contemporaneo se non posteriore alla costruzione del Palazzo ducale (1564-'79). Ne sono prova anche le decorazioni del ninfeo simili a quelle presenti in alcune sale del palazzo (Picchiarati, 1993). Inoltre la notizia certa dell'esistenza dell'orto botanico e del Viridarium è datata almeno dal 1614 perché citati in lettere, come quella di Giovan Battista Winther a Johannes Faber, scritta ad Acquasparta il 17 Luglio 1624 che recita: "Il signor Principe Federico Cesi m'ha menato seco ad un grande giardino fuor dalle porte, ove sonno molti semplici piantati da lui, et peregrini albori". Nella seconda fase precedente al sec. XIX si realizza la sopraelevazione e il necessario corpo scale di collegamento, forse contemporaneo e dettato dall'aumentato peso è anche l'allargamento della base del muro est attraverso la tamponatura di due archi al primo livello. Una datazione precisa di questo intervento non è possibile ma a testimonianza vi è la presenza della data 1749 in una pianella del tetto e l'intervento è comunque documentato nel Catasto Gregoriano iniz. sec. XIX. L'analisi delle murature ha consentito di riconoscere cinque diversi tipi murari. Le differenze che li caratterizzano oltre ad essere minime, non consentono di avanzare ipotesi di datazione semplicemente basate sulla loro analisi. Infatti l'apparecchiatura muraria che e' stata riconosciuta e' presente nel territorio ininterrottamente dal XVI sec. fino a tutto il 1800. Le principali differenze tra i diversi tipi riguardano soprattutto le dimensioni degli elementi che li compongono e la presenza o meno di laterizi. La composizione in pianta e in alzato è estremamente rigorosa, a questo proposito è stata individuata una possibile logica di genesi della pianta basata su successivi ribaltamenti delle diagonali a partire da un quadrato di 10 palmi di lato (unità di misura presa in esame) corrispondente al diametro degli archi al piano seminterrato. Lo studio è stato esteso anche ai prospetti, in particolare al prospetto principale,ove si può osservare l'ipotesi di una fase originaria nella quale l'edificio si sviluppava su due soli livelli con un cornicione di coronamento (ora intermedio) che vede la presenza di protomi leonine aventi funzione di sgrondo delle acque del tetto (Picchiarati, 1993).

Riferimenti storici

L'edificio in esame può inserirsi nella più ampia casistica degli edifici facenti parte delle ville o dei palazzi suburbani che a partire dal 1500 hanno grande sviluppo. Le ville di campagna presentano connotati comuni e comunque classificabili secondo il linguaggio architettonico adottato. Non altrettanto può dirsi per i manufatti più piccoli

come casali isolati e "casini" per i quali casistica è oltremodo varia. L'architettura del Viridarium si caratterizza per il rigore compositivo e la spazialità delle facciate, ancor più evidente se riferita alla presunta datazione originaria, queste caratteristiche associate all'uso di elementi come i fascioni orizzontali, precisi rapporti dimensionali induce a collocarlo all'interno di quel processo di "razionalizzazione" del linguaggio classico proprio della seconda metà del '500, carattere per altro comune anche al Palazzo Cesi di Acquasparta. Elementi come le protomi leonine della facciata principale sembrano confermare l'ipotesi di un linguaggio comune con il Palazzo Ducale che presenta sculture analoghe. La loggia a tre fornici e' una costante della facciata nella villa cinquecentesca, riferimenti diretti sono costituiti dalle numerose residenze nobiliari. Nella maggior parte dei casi essi presentano una distribuzione interna più articolata di quella presa in esame ad Acquasparta mentre esternamente adottano un linguaggio meno "nobile". In altri casi contengono o si sviluppano intorno a preesistenze medioevali come il caso di Villa Cesia a Palombara Sabina, altro edificio appartenuto alla famiglia Cesi. In particolare sono stati individuati alcuni modelli di riferimento tipologico di ville del XVI e XVII sec. come il Casino di Corcolle, Villa La Rufina del sec. XVI a Frascati e Villa Zeno a Cessalto del 1565, progettata da Andrea Palladio. Altro modello di riferimento di dimora cinquecentesca è la Villa Ludovisi a Frascati, ora distrutta, esempio tipico di villa con giardino e ingressi agli ambienti sotterranei.

Il ninfeo

Altro spazio interessante di questo Palazzetto è il ninfeo con la grotta artificiale, ampiamente descritta nella trattatistica classica come luogo primigenio attorno al quale si configura l'impianto del giardino rinascimentale italiano trova nel XVI sec. immediata rispondenza in quella elitè nobiliare romana che, proprietaria di tenute ville e palazzi, realizza attorno o in quei manufatti "spazi ricreati" dove natura , paesaggio e architettura concorrono alla realizzazione di luoghi scenografici. Tra le aree che arricchiscono la dimora di campagna ci sono il "casino" di caccia tra il '500 e il '600 e la caverna. L'acqua e il ninfeo sono i luoghi e i simboli in cui il connubio tra natura ed architettura si materializza visivamente. É in tale visione che si innesta un ambiente come quello che il Viridarium presenta al piano seminterrato; esso si inserisce nella più generale prescrizione per le ville cinquecentesche di un adeguato corredo di luoghi "freschi che, nelle soluzioni più articolate realizzano "criptoportici "o "ventidotti" (fig. 4). Nel nostro caso si può parlare di "grottiportico" nella probabile ipotesi che l'edificio avesse, nella sua fase originaria, i tre archi di facciata aperti. Il riferimento architettonico più interessante di questo tipo di ambienti è sicuramente il così detto "ninfeo di Genazzano" del 1500, progettato da Bramante e il ninfeo sotterraneo di Villa Medici a Pratolino del XVI secolo. Esistono comunque numerosi edifici che presentano ambienti analoghi alcuni elementi come le murature a faccia vista interne con scopi di quinta scenografica trovano un, eccellente prototipo nello "grotta degli animali" della

Fig. 4 - La loggia a tre fornici e il ninfeo del *Viridarium* (elaborazione grafica dell'autore).

villa Medici a Castello (1538). Nell'edificio di Acquasparta analoga funzione sembra avere la parete contro terra incorniciata dal sistema di archi. Il ninfeo del Viridarium può classificarsi nella tipologia del ninfeo a "sala" ossia inserito in un vano proprio come quinta prospettica di un ambiente più ampio (fig. 5). Tale tipo risulta non comune negli analoghi edifici o nei palazzi nobili del '500 che sono dotati di fontane o ninfei. Nella maggior parte dei casi infatti si tratta di complessi esterni, teatri d'acqua o più semplici fontane a parete. Analogie invece si riscontrano nelle tecniche e nei temi delle decorazioni eseguite con affreschi, stucchi e a mosaico polimaterico secondo una tecnica comune in questi ambienti. Anche i temi (mostri marini, onde ecc.) si ritrovano in ninfei del XVI e XVII sec. (fig. 6). Inoltre dal confronto con i temi decorativi nel Palazzo Cesi di Acquasparta ha messo in evidenza analogie che possono indicare una contemporaneità nella realizzazione tra i due manufatti o comunque tra il momento della decorazione del palazzo stesso e quella del ninfeo.

La ricostruzione digitale

Terminato lo studio delle elaborazioni grafiche, si è proceduto sviluppando un modello tridimensionale di partenza per proseguire indagando più nel dettaglio i singoli elementi architettonici. Il lavoro condotto durante l'elaborazione di questa sperimentazione ha permesso di formulare un metodo di ricostruzione basato sulle fonti. Superata la fase di analisi e ricostruzione bidimensionale, è divenuto interessate modellare in maniera tridimensionale le varie parti del corpo di fabbrica, partendo dalla geometria dei muri perimetrali, sino a raggiungere i più piccoli dettagli architettonici come quelli della decorazione del ninfeo. Il processo di ricostruzione ha assunto la sua validità scientifica

Fig. 5 - Il ninfeo del *Viridarium* decorazioni con affreschi, stucchi ,mosaico polimaterico e fontane a parete (elaborazione grafica dell'autore).

Fig. 6 - Documentazione fotografica delle decorazioni con affreschi, stucchi ,mosaico polimaterico dello stato attuale del Ninfeo (elaborazione grafica dell'autore).

dal momento che ogni scelta di modellazione è accompagnata dalla sua storia generativa. La modellazione tridimensionale comporta la creazione di una rappresentazione geometrica virtuale di un edificio o di un ambiente architettonico, che incorpora dettagli come forma, struttura e disposizione spaziale degli elementi architettonici. Questo processo richiede la definizione accurata della geometria tridimensionale e l'assegnazione di proprietà materiali per simulare le caratteristiche fisiche degli oggetti reali. Una volta presentato un modello tridimensionale esplicitante la natura geometrica delle sue componenti, è stato possibile condurre degli approfondimenti sui materiali con cui l'architetto avrebbe deciso di mostrare la sua opera. La sperimentazione condotta nel corso del progetto si propone di approfondire le possibilità offerte dalla modellazione tridimensionale e dalla comunicazione grafica attraverso il *rendering*. Il *rendering* è il processo computazionale che genera immagini realistiche a partire dal modello tridimensionale, utilizzando tecniche di illuminazione, ombreggiatura, riflessione e rifrazione per simulare il comportamento della luce nell'ambiente

virtuale. Questo processo è finalizzato alla produzione di immagini visivamente accurate e convincenti che permettono di visualizzare e comunicare efficacemente i concetti architettonici. L'obiettivo finale è la costruzione di un modello digitale che contribuisca alla valorizzazione del patrimonio architettonico e paesaggistico, facendo si che l'osservatore si immedesimi in quello che era il luogo nel 1600. La combinazione di tecnologie digitali e conoscenze storiche consente di conservare e condividere la memoria di tali luoghi, contribuendo così alla salvaguardia e alla diffusione della cultura e dell'eredità architettonica.

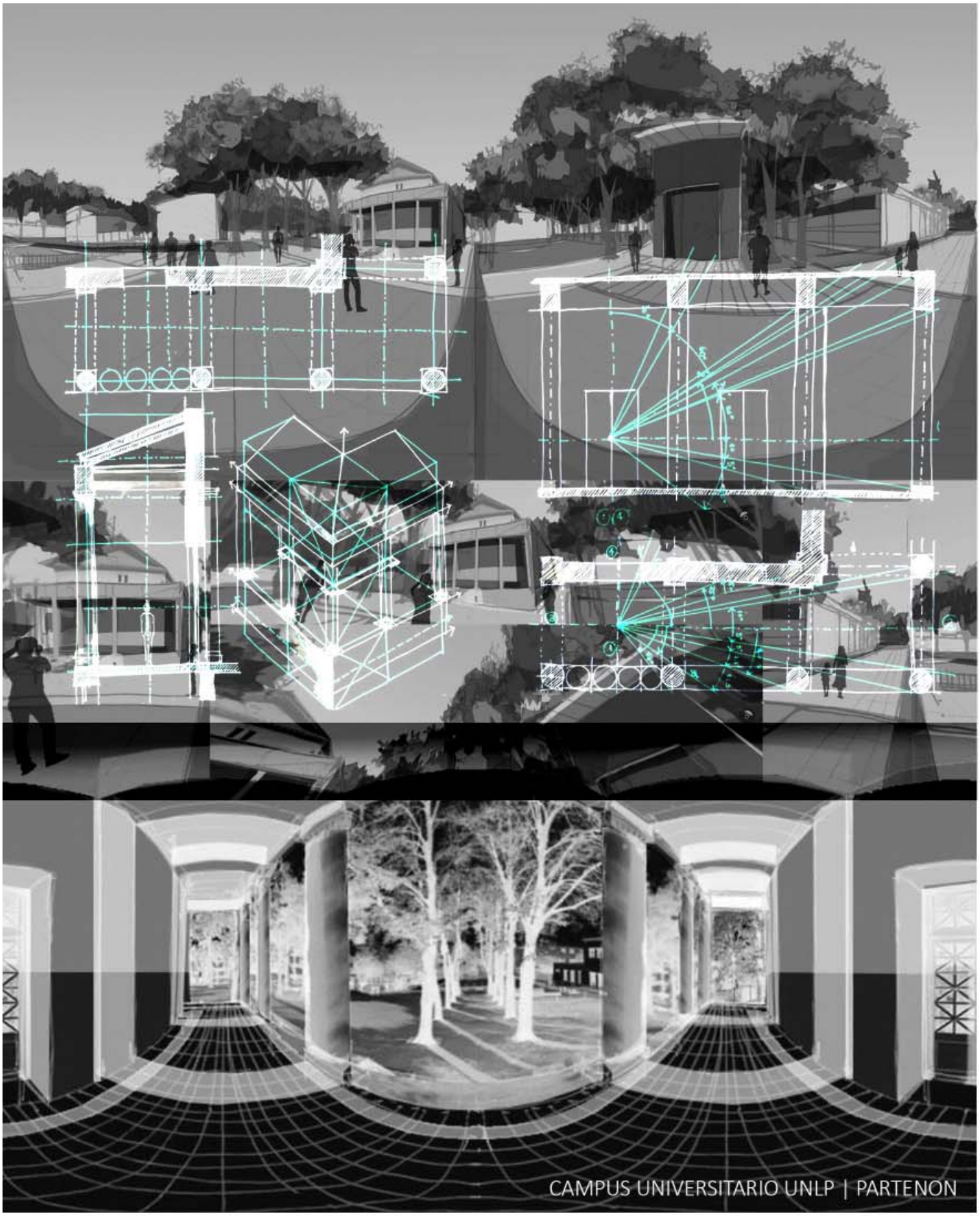
Riferimenti bibliografici

Biagetti, M. T. (2012). *La biblioteca di Federico Cesi.* Bulzoni Editore.

De Petra, G. & Monacchia, P. (2017). *I Cesi di Acquasparta, la dimora di Federico il Linceo e le accademie in Umbria nell'età moderna.* Biblioteca della Deputazione di Storia Patria per l'Umbria.

Picchiarati, R. (1994). P*rogetto di restauro: Viridarium del Giardino Botanico Cesi* [Tesi di laurea, relatore G. Carbonara]. Anno accademico 1993-1994.

FROM SKETCH TO IMMERSIVE REALITY:
Construction Methodology of the 360° Panoramic Drawing from planimetric information.
The case of the heritage buildings of the Universidad Nacional de La Plata



From Sketch to Immersive Reality: Construction Methodology of the 360° Panoramic Drawing from planimetric information. The case of the heritage buildings of the Universidad Nacional de La Plata

Analía Jara[1]

[1]L´egraph – Laboratorio de Experimentación Gráfica proyectual del Habitar. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata, ARGENTINA

analiavjara@gmail.com

Keywords:: Sketch, Heritage, Panoramic drawing, Equirectangular projection, Immersive perspective.

Abstract

This presentation aims to share and disseminate graphic experiences, developed at an academic level, within the scope of the National University of La Plata. The fundamental premise is to communicate, disseminate and explore the heritage buildings belonging to the Institution.
The artistic production project Ciudad de La Plata en 360°, created and directed by Architect Analia Jara, combines analog graphic representation techniques with available digital resources. It proposes an advancement in the state of the art by incorporating applied methodologies from descriptive geometry. These, when combined with more recent methodologies such as the 360° panoramic vision graphic construction method, allow for a virtual exploration of the selected works. This is achieved through an indirect visualization method, verifiable through online platforms. The result is immersive experiences of the cultural and architectural heritage of La Plata.

Introduction

The dissemination of heritage posits the premise of identifying means or tools of knowledge that facilitate its implementation. This necessitates an understanding of technical aspects inherent to the context, alongside a thorough examination of the object of analysis and its characteristics. The objective is to generate novel responses ¿What can be achieved with these elements, and what roles can they assume?
At present, virtual tours of the world's most prominent museums offer interactive, immersive, didactic, and, above all, educational activities (Panoramic View Links). Platforms like *Google Street View*, an extension of *Google Maps* and *Google Earth*, enable virtual navigation through any city or location globally, presenting pedestrian-level panoramic images. The distinction between these applications and the proposed research

Fig. 1 - Exploration graphic synthesis. 360-degree panoramic drawing method. Analog and digital graphic (elaboration by Arq. Analía Jara 2023).

methodology lies in the comprehension of the technical and graphic mechanisms that underpin the creation of the immersive 360° representation system. This tool will enable its graphic application to any space intended for representation. Its potential for enhancing the geometric understanding of space and enabling 360° spatial visualization positions us beyond traditional panoramic views.

This presentation aims to share and disseminate graphic experiences developed at a professional and teaching level. The journey begins in 2019 with a graphic artistic production project, supported by the Extension and Research Department of the *Bachillerato de Bellas Artes "Prof. Francisco A. De Santo"* from the UNLP. It continues to the present day at the L'egraph Laboratory of the FAU-UNLP. The fundamental premise of the project is the communication, dissemination and exploration of the heritage buildings belonging to the Universidad Nacional de La Plata.

The work addresses the combination of analog graphic representation techniques and available digital resources. It incorporates immersive environments that enable virtual exploration of the graphically represented works, achieving an indirect 360-degree visualization method. This can be spatially verified through online platforms.

Panoramic Drawing 360 Degree

It is understood as the comprehensive graphic representation of the environment surrounding a specific observer. It is the perception of a digitally created space that aims to provide a sense of immersion, limited in this case to the viewpoint from which the observer's reference was taken. It is an indirect method, a spatial approximation (not exact), beginning with the two-dimensional graphic representation of a space and culminating in the digital visualization in three dimensions, where the methodology gains significance.

For its execution, it employs the equirectangular projection, borrowing the concept of the equidistant cylindrical projection used in cartography, with its most familiar representation being the world map or planisphere (fig. 2a). The technical adaptation of this methodology for panoramic drawing involves depicting the flat drawing of the inner faces of a sphere. This is because the observer is situated inside the sphere, visualizing the immediate surrounding space. This approach allows the representation of both interior and exterior spaces, depending on where the observer decides to position themselves (fig. 2b).

The project Ciudad de La Plata en 360°

With the methodology of 360° panoramic drawing and its possible applications, the project is created *Ciudad de La Plata en 360° (*Jara, 2019), an artistic production project that is developed within the framework of the activities promoted by the Secretary of Extension and Research of the *Bachillerato de Bellas Artes "Prof. Francisco A. De Santo"* at the UNLP. The project continues to the present day at the L'egraph Laboratory of the

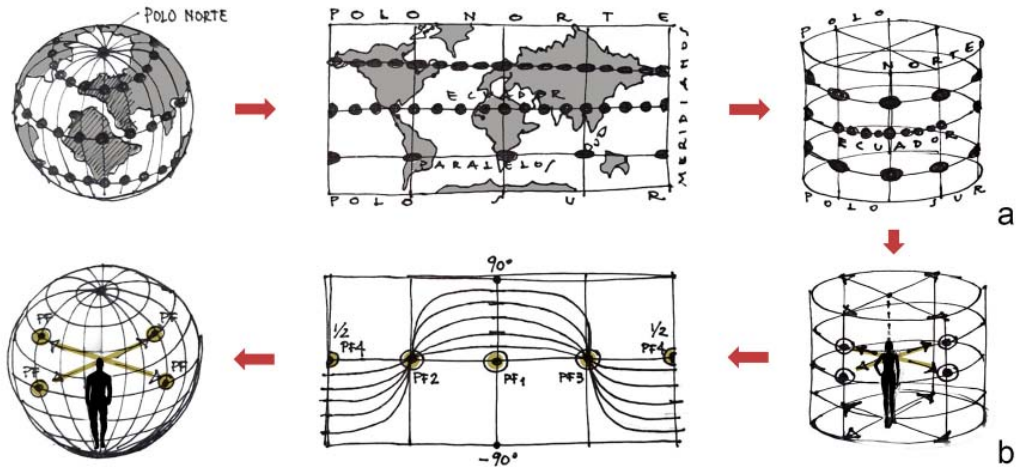


Fig. 2 - Conceptual explanatory graph of the equidistant cylindrical projection (a) and the equirectangular projection (b). Analog graphic (elaboration by Arq. Analía Jara 2023).

FAU-UNLP. The proposal ventures into innovative practices for spatial representation and communication through the use of technology. An advance of the state of the art is proposed, taking back the tools and methodologies applied to descriptive geometry, convergent projections and associating them with coded instruments used for panoramic photography, adapting their use to panoramic drawings. The objective of the proposal is the use of technological resources for the generation of interactive virtual reality content from static images of analog or digital urban records. The result is immersive experiences of the cultural and architectural heritage of La Plata.

Applied Graphic Practice. Reference Works

The specific fieldwork involves analyzing the architectural and cultural heritage of the *Universidad Nacional de La Plata*, selecting works of significant historical value considering their origin, style, identity, geometry, morphology, among other aspects. The graphically represented buildings are part of a set of foundational buildings within the university, located in the Bosque area of the city of La Plata. Among them is the *Museo de Ciencias Naturales de La Plata*, a neoclassical building with a monumental Corinthian-style portico and a grand entrance staircase (fig. 3a); the *Departamento de Educación Física del Colegio Nacional* from the UNLP, known as the "Partenón," with neoclassical style that takes cues from the Parthenon (fig. 3b) and the *Departamento de Física*, belonging to the *Facultad de Ciencias Exactas*, another neoclassical work within the university's architectural heritage.

Fig. 3 - Sketch of the heritage buildings *Museo de Ciencias Naturales de La Plata* (a) and *Partenón* UNLP (b). Expressive technique: line and black ink. Analog graphic (elaboration by Arq. Analía Jara 2016).

The methodology.
From the Monge System to the 360-degree Panoramic Perspective

- Encoded Information. The first approach to the chosen work (*portico Museo de Ciencias Naturales de La Plata*), allows generating a graphic survey of spatial proportions, using the human figure as a unit of measurement; The spatial reference modules of the void and the relationship between the parts are analyzed; width, height, depth, that is, the morphological interpretation of the work with its technical information in Monge system. This has been a turning point in the practice, the consolidation of the method, and its implementation; allowing for the creation of a panoramic image easily from encoded data of a space, building, and/or context. With technical information in plan, section, and view (Monge system), it's possible to approximate the angles of spatial reference using instruments (protractor). This procedure establishes a methodology with technical rigor, although not exact (fig. 4a, 5a). This way, it becomes possible to graphically represent a space, whether real, projected, and/or imagined in a panoramic fashion.
- Technical Understanding of the Method. The next step in the procedure is understanding the 360° method, and for this, the interpretation of the equirectangular grid is crucial. This grid serves as the foundation for generating representations with multiple perspectives, enabling immersive navigation. The 2:1 ratio of the grid is essential in digitization to prevent spatial distortions in visualization. Its structure includes vertical lines corresponding to meridians, and the horizontal lines become curves that coincide with parallels. The horizontal midline contains the four vanishing points; each vanishing point represents 0°

and progressively increases to 90° along the Cartesian axes. The poles are points transformed into upper and lower edge lines, perhaps the most challenging interpretation during execution. The curved lines that parallels become (panoramic curvature) undergo significant deformation horizontally as they move away from the vanishing points, enabling the virtual journey.

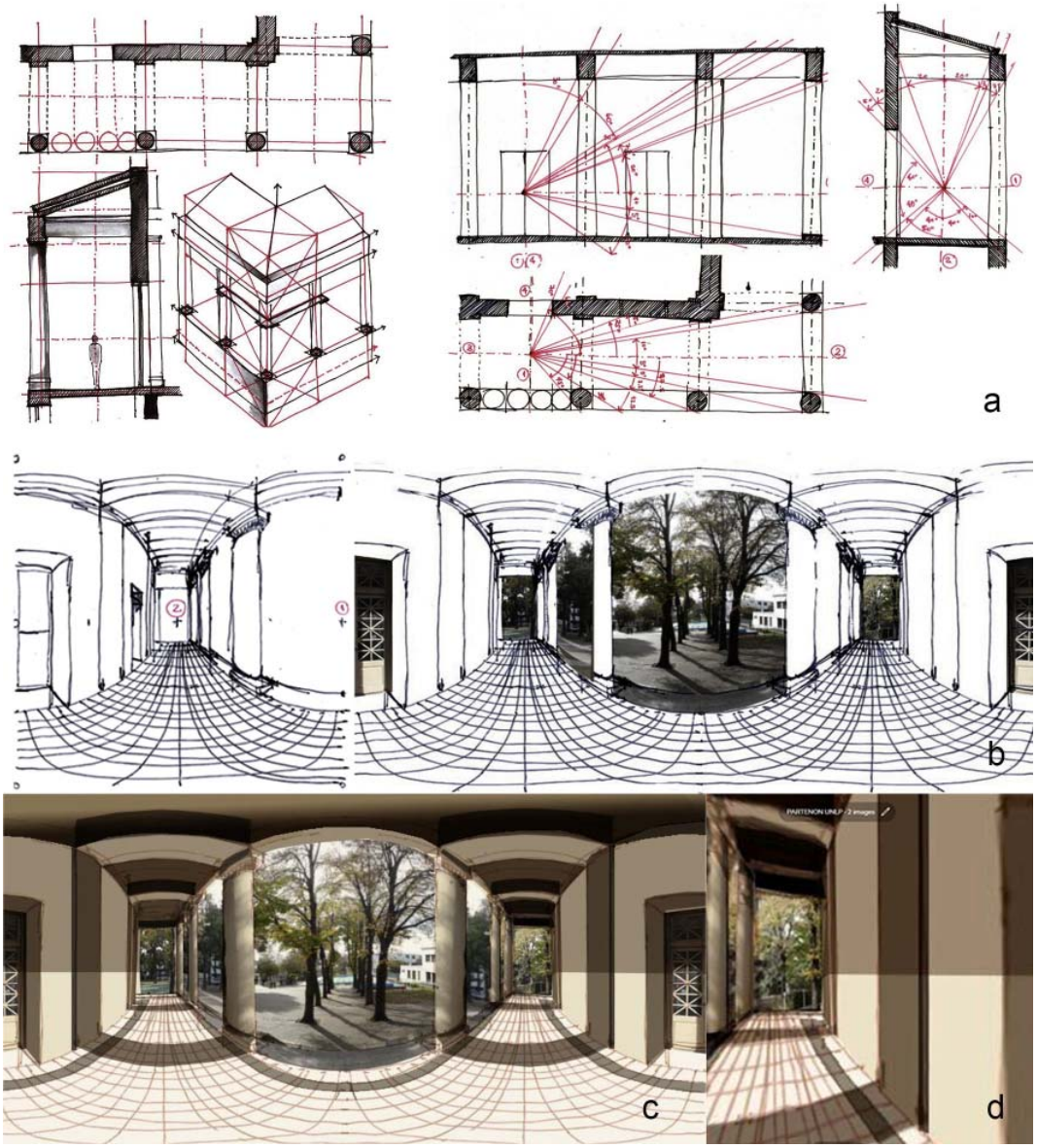


Fig. 4 - *Pórtico del Partenón U.N.L.P.* | Graphic survey, analytical drawing of the work and measurement of viewing angles (a). Realization of the freehand drawing, on an equirectangular grid and digital completion of the scene (b). Application of digital graphic resources in Photoshop (c). Immersive online visualization (d). Analog and digital graphic (elaboration by Arq. Analía Jara 2019).

The Construction of the 360-Degree Panoramic Drawing

The first step in creating graphic representations of the chosen works is to define the location of vanishing points based on the observer's position. Then, the angles of vision are transferred in each direction concerning the picture plane, taking the 0° of the vanishing point as a reference. From there, each approximate data obtained from the previous analysis is transferred according to the Cartesian axes. Each element of the scene is formed when the vertical lines obtained from the plan's angles of vision intersect with the horizontal lines defined by the angles of vision taken from the cross-sectional view. Once this process is graphically represented in the three picture planes and the two mid-picture planes on the sides (cylindrical closure), the spatial structure is established.

The initial representations focus on confined spaces within the chosen works, such as the porticos of the Museum, the Partenón, and the Department of Physics, allowing for a scaled-down analysis. Due to the axial symmetry of the selected buildings and the observer's location in relation to the space, the graphic construction is resolved by developing half of the space. Computer-aided design programs are then used to complete the scene (figs. 4b, 5b). Subsequent illustrations are created on a larger scale, incorporating the context and immediate surroundings. The procedure remains similar, with only the scale of the previous information changing (fig. 6a).

The expressive technique used to create the foundational drawing that defines the architecture is freehand drawing, giving a sketch-like graphic character to the spatial representation. With the digitization of the analog drawing, the first tests for the application of technological resources begin, revealing the use of various tools and filters from digital programs and/or applications (Photoshop, SketchBook, PicsArt, etc.): duplication, mirroring, solid fills, gradients, transparency, line tonality changes, absence of lines, and photomontage, among others (figs. 4c, 5c, 6b).

Immersive Spatial Representation

After obtaining the corresponding graphic elements, they are digitally processed to enable virtual exploration by the viewer through electronic devices (such as phones, computers, and digital tablets, among others). This marks the beginning of interaction with online visualization platforms (*Panoraven, Roundme, Veer, Visor 360*, etc.). These applications process the images and transform them into interactive content. This process allows for an understanding of the concept of the visual sphere, the optical perception mechanism that may not be immediately apparent at first glance (figs. 4d, 5d, 6c).

The methodological understanding, practice, and manipulation of the method refine technical issues evident in visualization. The major challenge encountered in the execution is the convergence of the poles, the closure of the ends that forms the fourth vanishing point, and the deformation of the horizontal lines transformed into curves

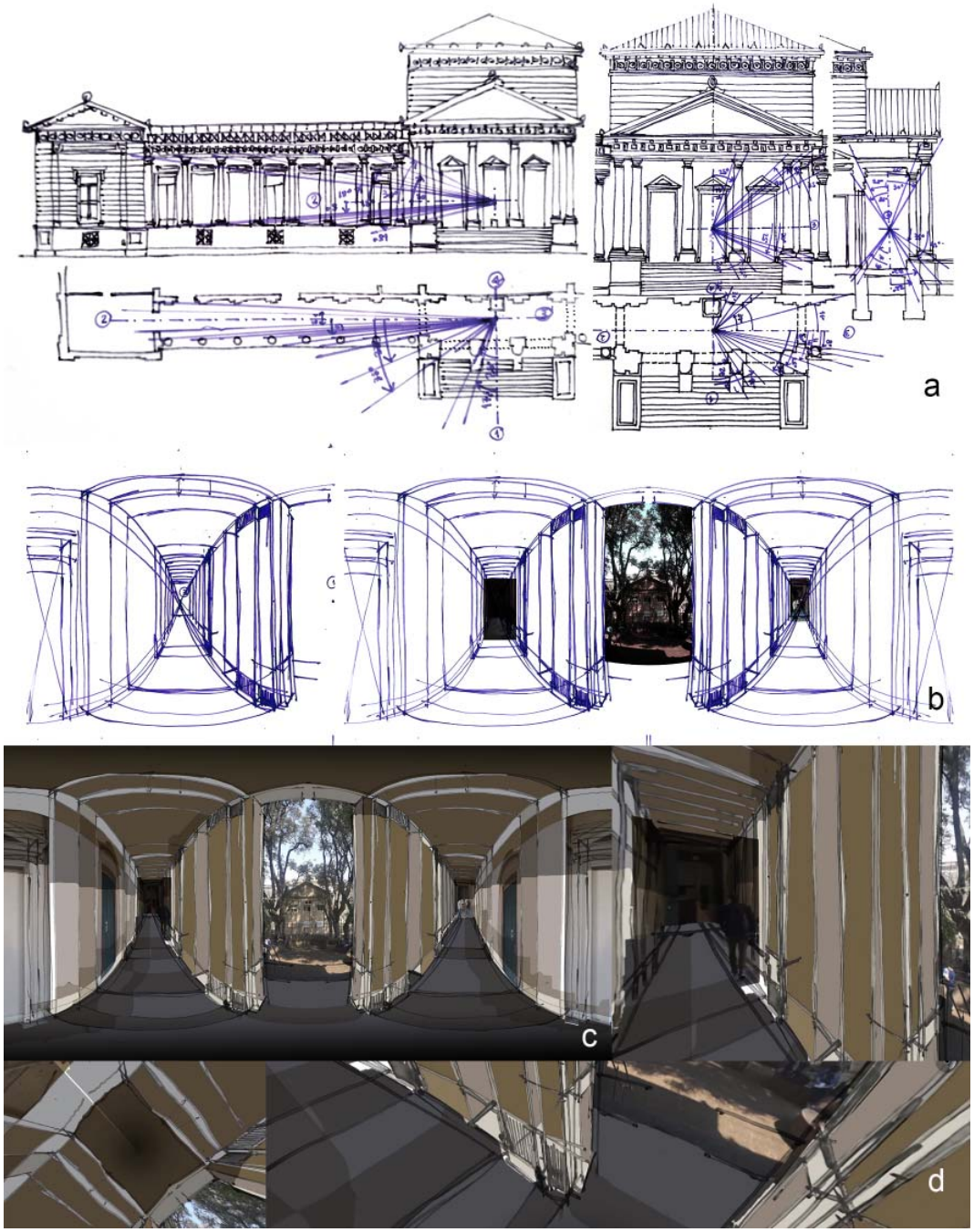


Fig. 5 - *Pórtico del Departamento de Física. Facultad de Ciencias Exactas* U.N.L.P. | Measurement of viewing angles on technical data (a). Realization of the freehand drawing, on an equirectangular grid and digital completion of the scene (b). Application of digital graphic resources in Photoshop (c). Immersive online visualization (d). Analog and digital graphic (elaboration by Arq. Analía Jara 2019).

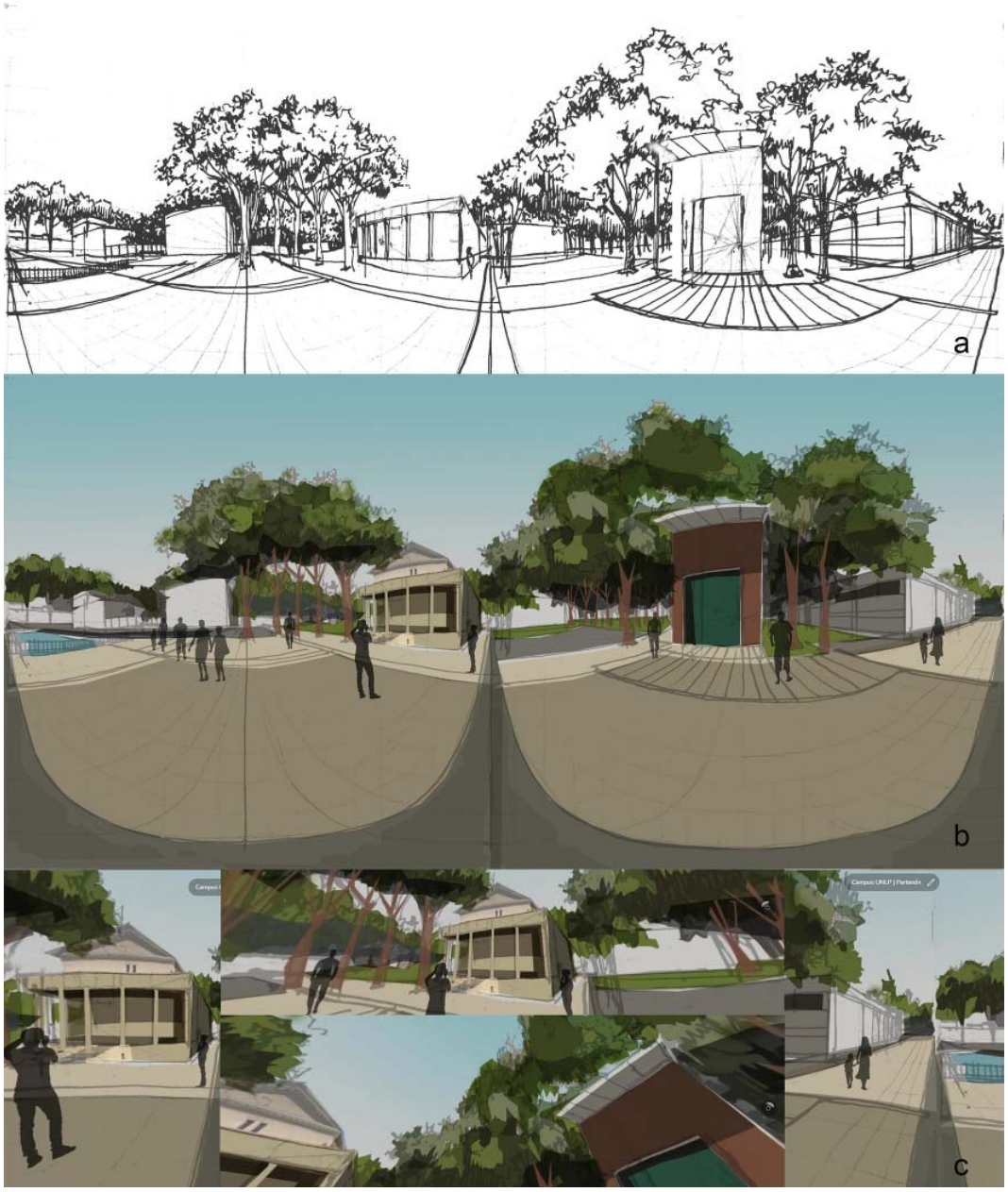


Fig. 6 - *Campus U.N.L.P. Partenón* | Making the freehand drawing, on an equirectangular grid (a). Completion of the scene and application of digital graphic resources in Photoshop (b). Online immersive visualization (c). Analog and digital graphic (elaboration by Arq. Analía Jara 2023).

in the equirectangular grid.

Access to the virtual tour of the production is simple, achieved through a link or scanning a QR code, using dynamic and user-friendly interfaces.

Didactic Experiences. Applied Practices

In early 2018, this immersive experience was incorporated into the curriculum of the Oriented Elective Subject of the *Facultad de Arquitectura y Urbanismo de La Plata.* The initiative was led by Professors Architect Analía Jara and Architect Tania Zuccari, who were responsible for the subject *Tecnología, arquitectura y comunicación* (T.A.C.); in their pedagogical proposal, they addressed new forms of architectural communication and the use of emerging technologies for representation. One of the thematic units focused on the transition *del dibujo analógico al dibujo digital*. This connection led to the exploration of the work done by Architect Bruno Sucurado on 360° panoramic drawing, who, at that time, was practicing analog graphic techniques following the concepts of equirectangular projection. The pedagogical application of this experience took place in the thematic unit *Dibujo panorámico 360°*, extending the methodology to large groups of students at the FAU-UNLP. Students were able to represent iconic buildings in the city of La Plata, such as the Curutchet House (Le Corbusier's only work projected and built in South America), spatial fragments of the *Facultad de Arquitectura y Urbanismo,* and even their own homes or rooms with astonishment. It proved to be an extremely enriching and motivating practice, making this type of architectural representation and communication verifiable and achievable.

In the year 2020, during the full preventive and mandatory isolation due to the COVID-19 pandemic and the continuation of academic activities remotely, the elective subject T.A.C. had the opportunity to virtually host Dr. Architect Lucas Olivero. He joined us from Italy, sharing what he was then developing for his doctoral thesis on the methodology of cubic perspective, spherical perspective, and equirectangular projection. In 2021, we welcomed Dr. Antonio Bandeira Araújo, a physicist and mathematician based in Portugal, who contributed scientific knowledge on the subject.

Conclusion

In conclusion, it can be affirmed that the generation of an analytical and practical methodology for architectural communication was achieved through sensitive drawing. This methodology allows the representation of existing environments, buildings, or spaces, as well as those not yet built or already destroyed. It proves to be a magnificent tool for the design process and the dissemination of architecture. All that is needed is technical information about the space for analysis, representation, digitization, and interactive visualization.

This path of exploration and research encourages reflection on the complementarity of languages, urging an investigation into them when graphically representing and communicating architecture. It involves integrating new technological content with interactive tools for accessing information, enabling the creation of hybrid instruments for drawing, exploration, and the dissemination of cultural architectural heritage. This approach incorporates the concept of extended realities.

Acknowledgments

A special thanks to *Bachillerato de Bellas Artes "Prof. Francisco A. De Santo"* at the U.N.L.P., whose Secretary of Extension and Research actively promotes these spaces of artistic production. Gratitude is extended to the *Facultad de Arquitectura y Urbanismo* from the UNLP and the *L'egraph* Laboratory of the FAU-UNLP, directed by Specialist Architect Fabiana Carbonari (a supporting teacher for the T.A.C. subject proposal), for providing academic environments conducive to these research activities. Appreciation is also expressed to Architect Tania Zuccari, who, along with Architect Analia Jara, leads the elective subjects *Tecnología, arquitectura y comunicación* (T.A.C.) and *Técnicas avanzadas de comunicación arquitectónica*. Their collaboration has allowed for the pedagogical implementation of the developed topic. Special thanks to Architect Bruno Sucurado, Dr. Arch. Lucas Fabian Olivero, and Dr. mathematical physicist Antonio Bandeira Araújo, who generously shared their knowledge and experience regarding the 360° panoramic drawing method.

References

Araújo, A. B. (2018Aa). Drawing Equirectangular VR Panoramas with Ruler, Compass, and Protractor. *Journal of Science and Technology of the Arts. 10*(1), 15-27. https://doi.org/10.7559/citarj.v10i1.471

Jara, A. (2018). Proyectos de producción artística del Bachillerato de Bellas de Bellas Artes. Origen, proceso y evolución. *VII Congreso Internacional y XV Congreso Nacional de Profesores de Expresión Gráfica en Ingeniería, Arquitectura y Carreras Afines*, La Plata, Argentina, octubre 2018. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/130586

Jara, A. (2019). Proyecto de producción artística Ciudad de La Plata en 360°. *XVI Congreso Nacional de Profesores de Expresión Gráfica en Ingeniería, Arquitectura y Carreras Afines: la representación gráfica de naturaleza técnica*, Olavarría, Argentina, octubre 2019, 49-53. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/130074

Olivero, L. F., & Sucurado, B. (2019). Analogical immersion: Discovering spherical sketches between subjectivity and objectivity. *Estoa, 8*(16), 47-59. https://doi.org/10.18537/est.v008.n016.a04

Olivero, L. F. (2021). *Hybrid immersive models from cubical perspective drawings* [Doctoral dissertation, Unspecified University]. Advisors: Adriana Rossi, António Bandeira Araújo.

Panoramic View Links

British Virtual Museum, London. (n.d.). Google Maps. Retrieved from https://www.google.co.uk/maps/@51.5192048,-0.1274951,2a,75y,172.87h,89.26t/data=!3m6!1e1!3m4!1sFyBuFtvu6FeVvVVc5--uiw!2e0!7i13312!8i6656?hl=en&coh=205409&entry=ttu

EVE, Museos + Innovación. (2021, April 27). Una nueva era para nuestros museos. Retrieved from https://evemuseografia.com/2021/04/27/museo-virtual-como-espacio-cultural-experimental/

Guggenheim Museum, Bilbao. (n.d.). Google Arts & Culture. Retrieved from https://artsandculture.google.com/streetview/museum-guggenheim-bilbao/6gGSw-L3-Xukfg?sv_lng=-

2.934509298172913&sv_lat=43.268876071363785&sv_h=91.35342121460113&sv_p=-10.180717973894275&sv_pid=rba0LTkkm8bPWUVUVBgDMw&sv_z=1.1102230246251565e-16&sv_lid=17242884745795414371

Jara, A. (2024). Departamento de Física. Facultad de Ciencias Exactas U.N.L.P. (Pórtico). Panoraven. Retrieved from https://panoraven.com/es/embed/gz5ly7Gi4r

Jara, A. (2024). Partenón U.N.L.P. (Pórtico). Panoraven. Retrieved from https://panoraven.com/es/embed/ZFiMu9hHz

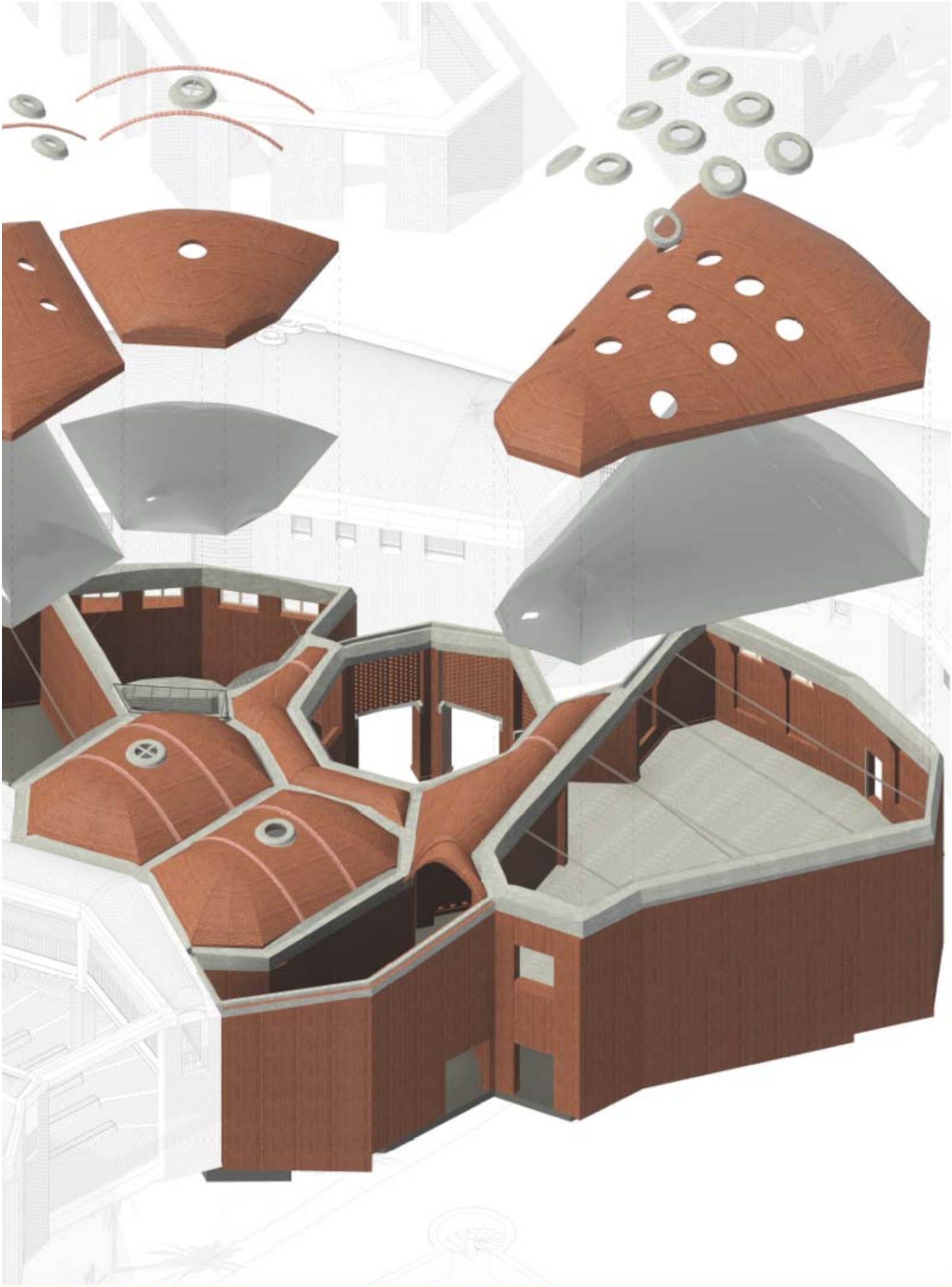
Jara, A. (2024). Campus y Partenón U.N.L.P. Panoraven. Retrieved from https://panoraven.com/es/embed/t2JWdJxAl0

Museo Virtual MALBA, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. (n.d.). Recorrido Virtual. Retrieved from https://www.malba.org.ar/recorrido-virtual/

Orsay Virtual Museum, Paris. (n.d.). Google Arts & Culture. Retrieved from https://artsandculture.google.com/streetview/mus%C3%A9e-d%E2%80%99orsay-paris/KQEnDge3UJkVmw?sv_lng=2.327089926444344&sv_lat=48.859684767844975&sv_h=293.1818256216792&sv_p=11.895532107625328&sv_pid=FjndSjvl55w81vbNYu5DfA&sv_z=1.0000000000000002

Vatican Virtual Museums, Rome. (n.d.). Stanze di Raffaello Virtual Tour. Musei Vaticani. Retrieved from https://www.museivaticani.va/content/museivaticani/it/collezioni/musei/stanze-di-raffaello/tour-virtuale.html

Vatican Virtual Museums, Rome. (n.d.). Cappella Sistina Virtual Tour. Musei Vaticani. Retrieved from https://www.museivaticani.va/content/museivaticani/it/collezioni/musei/cappella-sistina/tour-virtuale.html



Scan2BIM methodology applied to the Faculty of Theatral Art of La Habana

Carlo Biagini[1], Andrea Bongini[1]

[1]University of Florence, Department of Architecture (DIDA)

carlo.biagini@unifi.it; andrea.bongini@unifi.it;

Parole chiave: HBIM; LOA; Facility Management; Digital Twin; Geometry validation.

Abstract

This paper shows some results of an international cooperation project named "¡Que no baje el telón", funded by the Italian Agency for Development Cooperation and the Ministry of Culture of Cuba (main partners: Department of Architecture, University of Florence and Universidad de las Artes de La Habana) and developed between 2019 and 2023. The Project was divided into two components. Component A (Rehabilitación y Difusión) had its specific objective at the restoration and refurbishment of the building of the Faculty of the Theatral Art (FAT), as well as the dissemination of the results achieved. Component B (Capacitación y Monitoreo) aimed to contribute to the capacity building of all operators in the field of documentation, conservation, management and enhancement of cultural heritage. The FAT was designed in 1961 by the Italian architect Roberto Gottardi and was never completed. It is composed of various pavilions, all of them constructed with facing brick walls, irregular geometric plans and different decorative details. The organic design of the complex is accentuated by the vaulted roof, which uses the traditional "tabicada" vaulting technique, with alternating layers of cement and bricks arranged in slabs. To date, the building is in an advanced state of decay and large parts remain unfinished. The presented research activities concern the creation of a BIM model of the FAT, aiming to the Facility Management of the main assets (spatial and systems items). All the data and information, derived from previous survey and diagnostics activities, were acquired to implement an "AS-IS" BIM model, conceived as a repository of information for the future operational and maintenance phases of the recovery assets. To achieve these objectives, the work was supported by a Building Execution Plan (BEP) for the definition of information exchange operations, coding of elements, materials and project outputs. Within this document, the geometric details and information content were defined at a level of development appropriate to the available knowledge. The open-source software, CloudCompare, was used for the geometric validation of the BIM model. Individual sample elements or their aggregates were compared with the initial geometric data captured from the point cloud to determine the gained level of accuracy. As far as the information part is concerned, we relied on photographic survey, archive documentation, research project elaborations to compile or prepare parameters useful for future management functions.

Introduction

This paper shows some results of an international cooperation project named, "¡Que no baje el telón!", funded by the Italian Agency for Development Cooperation (AICS) and the Ministry of Culture of Cuba (MINCULT), which aims at the conservation

Fig. 1 - Faculty of Theatral Art of La Habana, 3D Model (elaborated by Bongini, A.).

and enhancement of the cultural heritage of the Instituto Superior de Arte de Cuba in La Habana and developed between 2019 and 2023 (Merlo, 2020). In particular the topic of this project was the Faculty of Theatral Art (FAT) (Fig. 2), designed in 1961 by the Italian architect Roberto Gottardi and never completed (Loomis, 2019). It is composed of various pavilions, all of them constructed with facing brick walls, irregular geometric plans and different decorative details. The organic design of the architectural complex is accentuated by the vaulted roof, which uses the traditional tabicada vaulting technique, with alternating layers of cement and bricks arranged in slabs (Paradiso, 2016). To date, the building is in an advanced state of decay and large parts remain unfinished.
The presented research activities concern the creation of an H-BIM model of the FAT, aiming at the Facility Management of the main assets (spatial and systems items). All the data and information, derived from previous survey and diagnostics activities, were acquired to implement an "AS-IS" BIM model, conceived as a repository of information for the future operational and maintenance phases of the recovery assets (Murphy et al., 2016).

State of Art

Facility Management (FM) is a constantly evolving field that is heavily influenced by the efficiency of a company's technological and communication systems. Effective information management is crucial to achieving desired results, and this is facilitated by technological supports. However, the abundance of data available can also lead to challenges, as not all data is properly utilized. Information technology can play a dual role in FM, either directly improving work productivity or coordinating activities. Regardless of its role, information planning and control requires the collection of data from multiple sources, which can be a complex process prone to errors and distortions. To make FM effective, it is essential to rely on technological innovations such as Building Information Modelling (BIM) (Patacas et al., 2015). However, the BIM alone cannot solve all the problems, and there are still many challenges, especially in the Cultural Heritage field (Scianna et al., 2019), such as the types of software used and the individual skills of each actor. Specifically, there are three crucial factors that remain challenging to implement in a BIM process: achieving geometric precision of the model's components, accurately categorizing their meaning, and managing restoration-specific information.
Despite recent developments of procedures for automating digital modelling (Banfi, 2017) and semantic segmentation into building components (Croce et al., 2021) from point clouds, geometric modelling of a building is still largely based on the manual skills of the individual operator (Macher et al., 2014). It is crucial, especially for culturally significant buildings, that the BIM model and its associated measurements are precise. The USIBD Level of Accuracy (LOA) Specification Guide can be used

Fig. 2. UAV picture of the FAT spaces (by A. Merlo).

to determine the required level of precision. This guide uses a numerical scale (10 to 50) to define the LOA, along with a confidence level and established tolerance levels that must be consistently met in the BIM model. The second issue is the semantic breakdown of the building into systems and technological units. This process involves theoretically separating elements, but in H-BIM, these separations between Historic Building Object Models (H-BOM) (Donato & Biagini, 2014) are not always clear due to the absence of physical separations. This issue is further complicated by the lack of standardized guidelines for this segmentation. The choice of decomposition criteria should also consider the intended BIM uses, as this will dictate the level of detail and depth for the modelling phase. Finally, to ensure the correct exchange of information among project participants, it is essential that the final output is translated into IFC format, making it compatible with different BIM platforms. This is not an obvious process as not all BIM software has the same read/write capability as a file in the IFC schema and it is likely that some information will be lost in the transition from one software to another (Diana & Rinaudo, 2020). Moreover there is the complexity to insert the information demanded in the just pset, avoiding therefore to use, where possible, parameters of custom type.

Methodology

Starting from the experience acquired in the previous researches (Biagini et al., 2022)

a methodology for the management of the processes of implementation of informative models of historical buildings from point clouds has been conducted through a Scan-to-BIM process (Fig. 3). The point cloud, delivered in format .rcp, was processed and filtered based on the use in the next modelling step, and connected within the proprietary Autodesk Revit modelling software.
To ensure compatibility with future management and functional recovery, a Building Execution Plan (BEP) was used to define information exchange operations, element coding, and project outputs. The geometric details and information content were defined at a level appropriate for the available knowledge. The three-dimensional building model was created using the main geometries, followed by the addition of parametric families. The creation of the architectural objects BOMs was the most complex step; in fact, the authoring software does not allow the direct import of the point cloud within the project of a family (.rfa format).
To solve this problem, the open source software CloudCompare was used, which allows to create a region of the point cloud, imported in .e57 format, and to export it in .dxf format, which is the only format readable within a Revit family. In order to verify that the modelling had been carried out within the required accuracy range, a validation of the model was carried out with respect to the starting point cloud. For this comparison, the CloudCompare software was used, which allows the creation of deviation maps between the points of the numerical model and the geometry of the information model. The point cloud can be imported, as already mentioned, in .e57 format, while the geometric model has been firstly exported from Revit in .fbx format and then converted in .stl format by Blender software. Using the two files the validation process has been carried out not only for the overall model but also for individual architectural elements such as walls or floors. This allows a better control of the irregularities present or due to simplifications in the modelling phase. The validation was also carried out at the level of the single family, so that a descriptive parameter of the relative level of accuracy could be evaluated for each of them.

Case study

This work presents the workflow mentioned above applied to the building of the Faculty of Theatral Art (FAT). The process started from the geometric data in the form of a cloud of points (Fig. 4), which, for reasons of optimization of the work, was divided into portions that reflected the natural division of the internal blocks of the building. The different regions of point clouds thus obtained served as input to proceed to the realization of the BIM models. The models representing the various building blocks were then connected in a “master” file used for the coordination of the different working groups. Given the morphology of the work, the workflow adopted provided for the modelling of the architectural and structural elements within a single file, while an ad hoc file was created for the portion of topographic context, also obtained on the

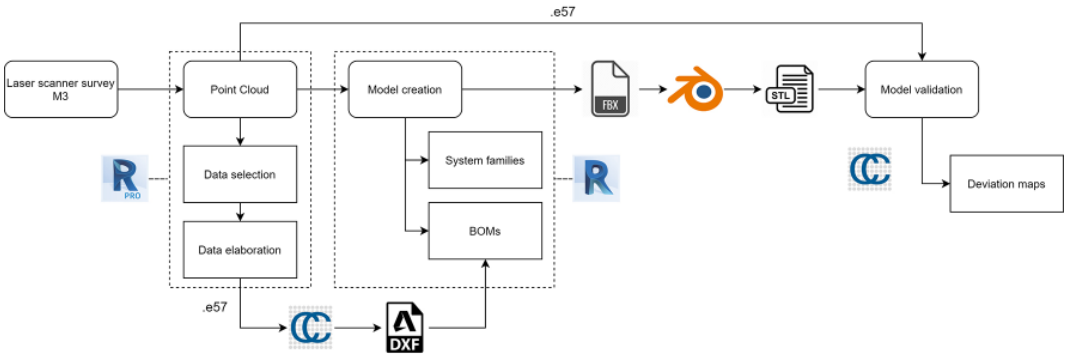


Fig. 3. BIM workflow (elaborated by Biagini, C. and Bongini, A.)

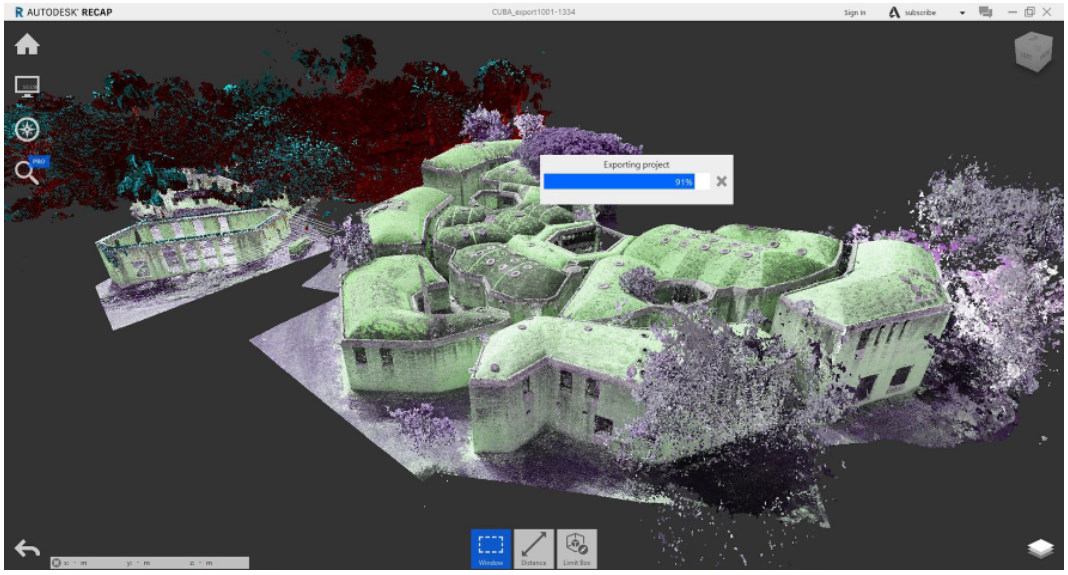


Fig. 4. FAT Point Cloud (elaborated by Bongini, A.)

basis of the relevant data. In order to ensure optimal coordination between the models, a project file was initially generated, leveraging the support of point clouds and CAD files, to create a system of reference grids for the entire property. These grids were obtained by tracing the external surface of the perimeter walls and using the axis line of the inner walls as a reference. Since the points of the cloud were not perfectly aligned, an optimal interpolation of the points was found by finding a direction for each single line. Each element of the grid was then assigned an identification code related to the relevant block. Additionally, the levels of the various blocks were set in the file, starting from the point clouds. Just like the grid, the levels were given identification codes related to the block or blocks, in the case of homogeneous levels. The individual models were then created based on this reference file. To ensure accurate placement of the blocks during the reconstruction process, a shared reference system was established

Fig. 5. 3D exploded view of block 5 (elaborated by Bongini, A.)

from the outset. This system allowed the models to respect the expected positions and coordinates in the grid and layer file. To make the reference systems consistent, each group connected the grid file and acquired the coordinates before beginning modelling operations. A similar procedure was followed in creating the total coordination file, allowing for immediate positioning of the individual models when they were imported using shared coordinates.

Starting from the available photographic material and point clouds, a preliminary survey was conducted on the types of architectural elements and furnishings present within the entire complex. Due to the state of semi-neglect, significant furnishings or plant equipment were not found, and the detail modelling was limited to architectural components. This initial inventory of objects to be modelled allowed an estimate of the modelling operations and their complexity. Modelling elements such as load-bearing walls, partitions, interplane floors, stairs, and floors can be created using system

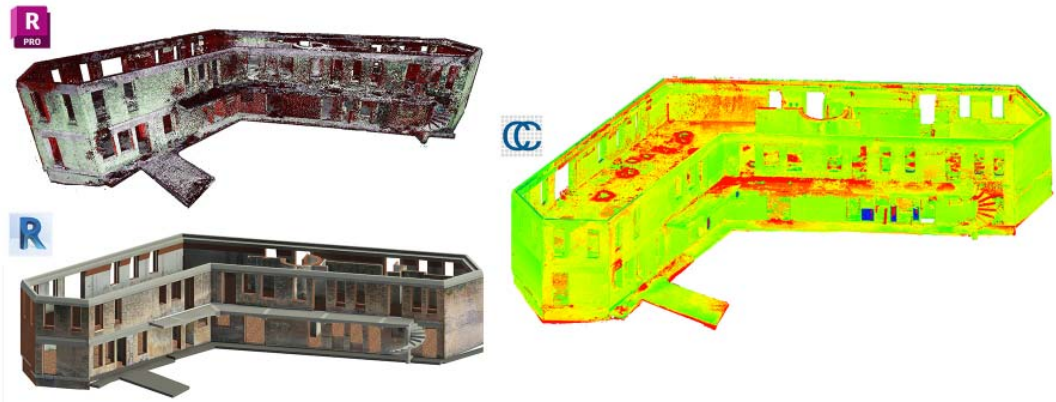


Fig. 6. Validation of block 12 by ClodCompare software (elaborated by Bongini, A.)

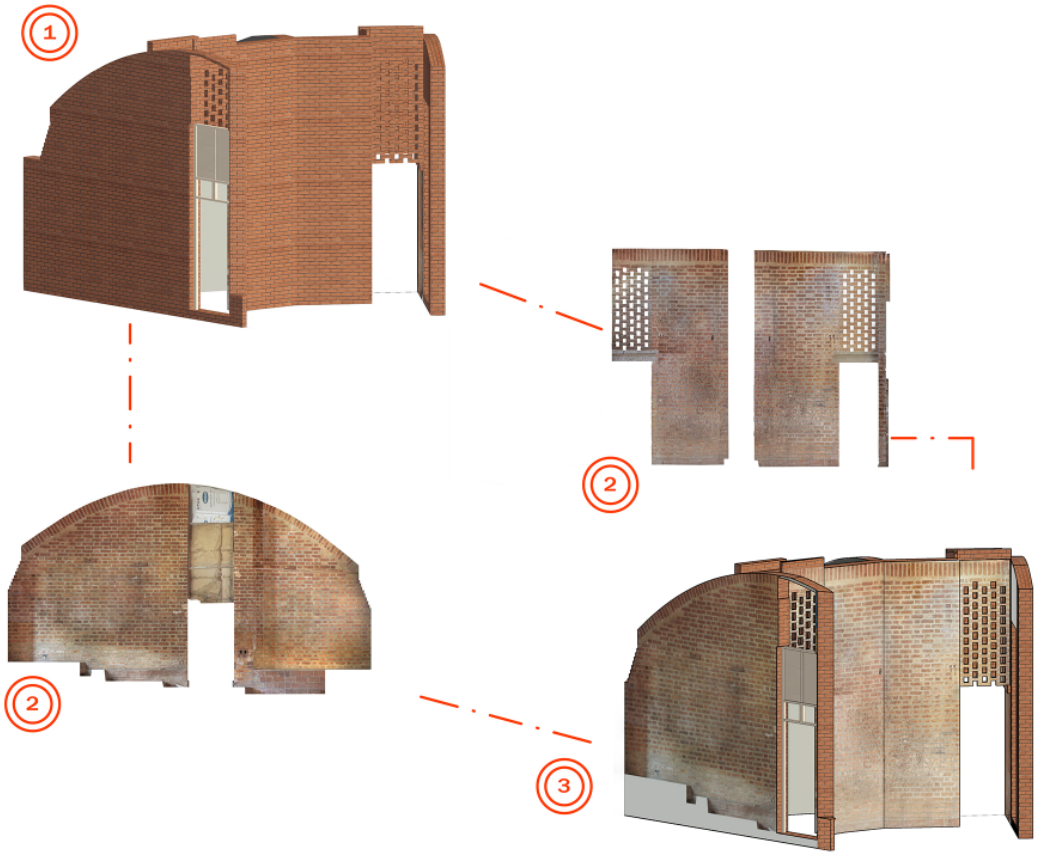


Fig. 7. Application of texture inside the BIM model (elaborated by Bongini, A.)

families. To guide modelling, the use of local models to return components in place was excluded, except where necessary, to avoid excessive dimensional burden in the final models. After these considerations the modelling phase was carried out starting from system families and then moving on to the introduction of simple loadable families,

such as, up to the use of adaptive families for the reproduction of complex geometries such as organic shapes of roofs (Fig. 5). And in this context, the architectural elements that have found the most critical for their modelling have been the arched roofs. In these portions, in fact, at the end of the modelling, the maximum deviations from the cloud of reference points have been recorded as certified by the subsequent geometric validation.
For the geometric validation of the model, CloudCompare software was used to compare individual sample elements, or their aggregates, with the initial geometric datum obtained from the point cloud. For this operation an intermediate step with export through the Blender software, as it was said, was necessary to avoid data loss. The following example demonstrate the results obtained for the entire block (Fig. 6). The results can be observed in the three-dimensional representation of the model, where the green indicates correct modelling, including small details. This is also confirmed by graphical results showing that approximately 98% of the analyzed points have global deviations within the predetermined margin of +/- 5 cm. For instance, the mean deviation of block 1 is around 4 cm, while the curve is slightly dispersed with a deviation value from the mean of 1.5 cm.
The information part is determined by the evidence provided by either photographic material or literature. In addition, stratigraphies of walls, floors and roofs have been applied where possible by assigning the materials specially created (Fig. 7). Schedules and calculations related to surfaces, materials and building components were subsequently extracted. Finally, the insertion of photoplanes and reliefs regarding degradation and cracking framework through the definition of appropriate shared parameters has been arranged. The actual population of the model was currently only possible for limited portions (Fig. 8).

Conclusion

Developing a parametric model for historical-cultural heritage involves creating a complex information management process that can handle both geometric and non-geometric data. There is a focus in many studies on accurately capturing spatial data using 3D imaging/Scan-to-BIM techniques. However, geometric simplification may be necessary in later stages of building performance simulations for different BIM uses to ensure compatibility between authoring and specialized software. This often involves a trade-off between accuracy and simplification.
This paper emphasizes the importance of managing information and operational phases during H-BIM modeling, with a focus on validating the information management process to prevent data loss during phase transitions. By mapping out the activities involved, we can identify and address potential information losses, ensuring that the models are reliable and suitable for their intended uses.
The experience confirms that the current approach to managing information during

Fig. 8. Interior render from the BIM model (elaborated by Bongini, A.)

phase transitions in H-BIM modeling still heavily relies on manual control by individual operators, with automated procedures available only for certain tasks. The level of geometric accuracy required depends on the intended use of the BIM model. In fact these models are increasingly used as databases for archival documentation, surveys, and photos, providing structured information management not only for future restoration and conservation efforts, but also for cultural heritage appreciation.

Credits

The acquisition of point clouds with the laser scanner and the processing of photoplanes was carried out by a research group led by prof. A. Merlo.
Author Contributions: Conceptualization, B.C; methodology, B.C. and B.A.; data acquisition B.A.; data processing B.A.; writing—original draft preparation, B.C. and B.A.; writing—review and editing, B.A.; supervision, B.C.. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

References

Banfi, F. (2017). Bim Orientation: Grades Of Generation And Information Fordifferent Type Of Analysis And Management Process. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-2/W5, 57–64. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W5-57-2017

Biagini, C., Bongini, A., and Verdiani, G., From Geospatial Data to HBIM of Romanic Churches in Sardinia: Modelling, Check and Validation, in *Architectural Graphics*, vol. 22, M. A. Ródenas-López, J. Calvo-López, and M. Salcedo-Galera, Eds., in Springer Series in Design and Innovation, vol. 22., Cham: Springer International Publishing, 2022, pp. 368–378. doi: 10.1007/978-3-031-04703-9_37.

Croce, V., Caroti, G., De Luca, L., Jacquot, K., Piemonte, A., & Véron, P. (2021). From the Semantic Point Cloud to Heritage-Building Information Modeling: A Semiautomatic Approach Exploiting Machine Learning. *Remote Sensing*, 13(3), Article 3. https://doi.org/10.3390/rs13030461

Diara, F., & Rinaudo, F. (2020). IFC Classification for FOSS HBIM: Open Issues and a Schema Proposal for Cultural Heritage Assets. *Applied Sciences*, 10(23), Article 23. https://doi.org/10.3390/app10238320

Donato, V., & Biagini, C. (2014). *Building Object Models" (BOMs) for the documentation of historical building heritage*. https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1108.2005

Loomis, J. A. (2019). *Una rivoluzione di forme: le scuole nazionali d'arte di Cuba*. Milano: Mimesis.

Macher, H., Landes, T., Grussenmeyer, P., & Alby, E. (2014). Semi-automatic Segmentation and Modelling from Point Clouds towards Historical Building Information Modelling. In M. Ioannides, N. Magnenat-Thalmann, E. Fink, R. Žarnić, A.-Y. Yen, & E. Quak (Eds.), *Digital Heritage. Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection* (Vol. 8740, pp. 111–120). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-13695-0_11

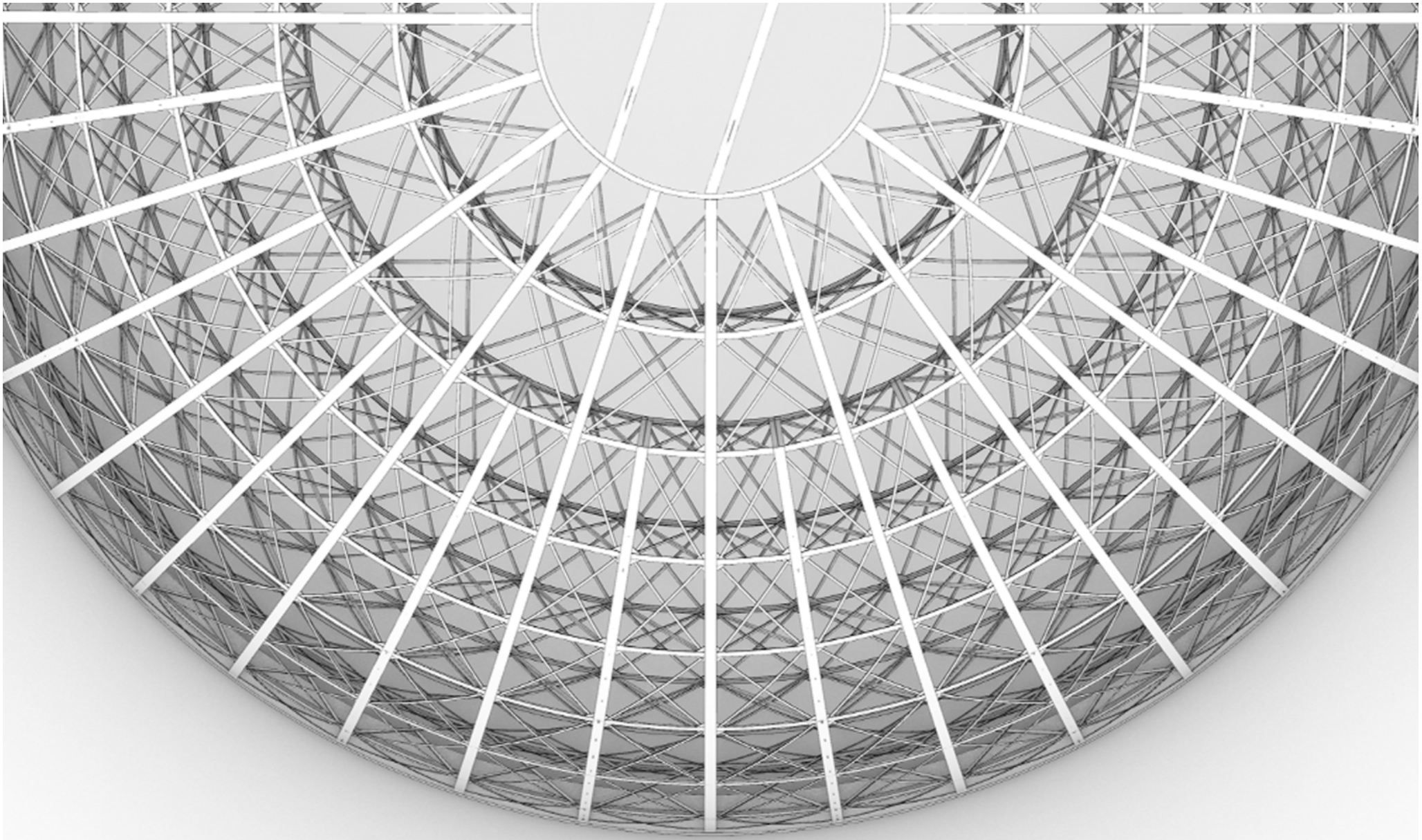
Merlo, A. (2020). Il progetto di cooperazione intergovernamentale Italia-Cuba ¡Que no baje el telón!, In *Ripartiamo con la cultura, ripartiamo per la cultura: atti del 16. Convegno nazionale: Lucca*, Real Collegio, 8 e 9 ottobre 2020.

Murphy, M., McGovern, E., & Pavia, S. (2013). Historic Building Information Modelling – Adding intelligence to laser and image based surveys of European classical architecture, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, vol. 76, pp. 89–102. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2012.11.006.

Paradiso, M. (2016). *Las Escuelas de Arte de Cubanacàn dell'Avana con uno sguardo al futuro: Storia Recente,uso, degrado, restauro*. In: CUADERNOS DE ITALIANÍSTICA CUBANA. - STAMPA. - anno XVI n.23, pp. 174-187.

Patacas, J., Dawood, N., Greenwood, D., & Kassem, M. (2016). Supporting Building Owners And Facility Managers In The Validation And Visualisation Of Asset Information Models (Aim) Through Open Standards And Open Technologies. *Journal of Information Technology in Construction* - ISSN 1874-4753

Scianna, A., Gaglio, G. F., & Guardia, M. L. (2019). Acquisizione e gestione dei dati negli edifici storici: Dal rilievo alla costruzione del modello HBIM. *63° convegno nazionale SIFET (Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia)* - Gaeta2018Volume: Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia (1721-971X)



Ricostruzione digitale e immagine urbana. La Specola dell'ex Regio Osservatorio Astrofisico presso il Monastero dei Benedettini a Catania

Nicoletta Campofiorito[1], Cettina Santagati[1]

[1]Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura - DICAR, Università degli Studi di Catania, ITALY

nicoletta.campofiorito@phd.unict.it; cettina.santagati@unict.it

Parole chiave: Ricostruzioni 3D ipotetiche; Paradati; Livelli di accuratezza; Trasparenza scientifica; Documentazione.

Abstract

Il contributo mostra gli esiti dello studio finalizzato alla ricostruzione virtuale della cupola della Specola del Regio Osservatorio Astrofisico ubicata nella parte sommitale dell'antirefettorio del Monastero dei Benedettini a Catania e oggi non più esistente.
Il Monastero dei Benedettini è un sito complesso e ricco di stratificazioni. Realizzato nel 1558, a partire dal 1866 ha subito diverse trasformazioni e cambiamenti di destinazione d'uso per scopi civili (scuole, laboratori, palestre); tra queste, i locali in corrispondenza delle cucine alla fine del XIX secolo vennero destinati alle attività del Regio Osservatorio Astrofisico. La Specola, costruita al di sopra dell'antirefettorio e dotata di cupola girevole per le osservazioni del cielo, è rimasta in loco fino al 1982, quando, a seguito di un incidente, la Soprintendenza ne ha ordinato lo smantellamento, dichiarandola "superfetazione nociva per la struttura su cui si ergeva".
Gli strumenti di indagine del disegno digitale integrati con lo studio analitico delle fonti (fotografie, disegni di progetto e relazioni tecniche, cartografie storiche, documenti d'archivio) e il rilievo dello stato di fatto hanno consentito di ricostruire virtualmente la cupola della Specola e le trasformazioni subite dal Monastero e dall'area circostante, fornendo un contributo alla memoria dei luoghi.
Il modello 3D ha costituito il fulcro del processo interpretativo e al tempo stesso il luogo e lo strumento di sperimentazione attraverso cui dare forma alle diverse ipotesi da sottoporre a verifica.
I processi decisionali e interpretativi che hanno dato luogo alla ricostruzione digitale sono stati esplicitati nel modello dichiarando il livello di approssimazione e le fonti utilizzate (paradati) in accordo con i principi di "trasparenza scientifica" e "rigore storico" contenuti nella Carta di Londra (2008) e i Principi di Siviglia (2011).

The paper presents the results of a study aimed at the virtual reconstruction of the Specola of the Royal Astrophysical Observatory located in the upper part of the antirefectory of the Benedictine Monastery in Catania and no longer existing.

Fig. 1. Vista dall'alto della ricostruzione della cupola rotante della Specola (elaborazione grafica di N. Campofiorito).

The Benedictine Monastery is a complex site with many layers. Built in 1558, since 1866 it has undergone several transformations and changes of use for civil purposes (schools, laboratories, gymnasiums); among these, at the end of 19th century the rooms corresponding to the kitchens were destined to the activities of the Royal Astrophysical Observatory. The Specola, built above the antirefectory and equipped with a rotating dome for sky observations, remained on site until 1982, when, following an accident, the Superintendency ordered its dismantling, declaring it a "harmful superfetation for the structure on which it stood".
The digital drawing investigation tools integrated with the analytical study of sources (photographs, drawings and technical reports, historical maps, archival documents) and the survey of the current state have made it possible to virtually reconstruct the dome of the Specola and the transformations undergone by the Monastery and the surrounding, providing a contribution to the memory of the places.
The 3D model has represented the fulcrum of the interpretative process and at the same time the place and instrument of experimentation through which to shape the various hypotheses for testing.
The decision-making and interpretive processes that led to the digital reconstruction have been elucidated in the model by declaring the level of approximation and the sources used (paradata) in accordance with the principles of "scientific transparency" and "historical rigor" contained in the Charter of London (2008) and Seville (2011).

Introduzione

Le nostre città sono soggette costantemente a processi di mutamento. Spesso alcune trasformazioni cancellano per sempre certe fasi storiche rendendo difficile il racconto della storia dei luoghi e la comprensione delle dinamiche nel loro volgere. Visualizzare ciò che non è più esistente attraverso un racconto per immagini, al di là del medium utilizzato, ha una forte potenza evocativa poiché consente di restituire alla collettività la memoria di luoghi non più accessibili che possono essere conosciuti ed esperiti attraverso un viaggio virtuale. In questo contesto, le ricostruzioni virtuali si pongono come straordinario strumento di studio, codifica e divulgazione tanto alla scala urbana quanto a quella architettonica, poiché tramite modelli 3D è possibile creare una sintesi grafica e formulare ipotesi su cui sviluppare un confronto multidisciplinare.
Tuttavia, spesso tali ricostruzioni enfatizzano più il risultato finale che il processo ricostruttivo-decisionale di analisi e interpretazione delle fonti, in contrasto con i principi di trasparenza scientifica delineati nella Carta di Londra (2008) e nei Principi Siviglia (2011) per la visualizzazione digitale dei beni culturali.
La ricerca qui presentata ha come obiettivo la ricostruzione delle fasi storiche legate alla realizzazione e demolizione degli edifici di pertinenza del Regio Osservatorio Astrofisico che ebbe la sua sede tra la fine del XIX secolo e gli anni Cinquanta del secolo scorso presso il Monastero dei Benedettini a Catania. Il Monastero, inserito dal 2002 nella lista del patrimonio UNESCO e oggi sede del Dipartimento di Scienze Umanistiche dell'Università di Catania e del Museo della Fabbrica, a partire dal 1866 subì un lento declino dovuto al frazionamento e alle diverse destinazioni d'uso civile da parte dell'amministrazione comunale catanese. La ricostruzione virtuale di alcuni spazi del Regio Osservatorio, e in particolare della Specola, nasce dalla volontà di recuperare le tracce della memoria perduta di un sito che ha avuto un forte impatto identitario sulla città e il suo skyline, seppur per un periodo limitato.

Stato dell'arte

Negli ultimi anni le ricostruzioni virtuali di beni architettonici perduti o mai realizzati sono diventate uno strumento largamente utilizzato, capace di comunicare progetti e siti anche molto complessi in maniera più immediata e chiara. Le metodologie adottate variano in funzione della finalità della ricostruzione, dello stato di conservazione dell'oggetto di studio e della documentazione a supporto, nonché del medium impiegato per la comunicazione dei risultati.
Per ricostruzioni alla scala architettonica sono di fondamentale importanza lo studio, l'analisi e il confronto critico di tutta la documentazione disponibile, dai disegni di progetto alle fotografie d'epoca, che forniscono il supporto per la creazione del modello 3D, come nel caso del progetto di ricostruzione dell'Esposizione Internazionale di Torino del 1911 (Einaudi et. al., 2020).
In ambito urbano, spesso si utilizza un approccio ibrido che si avvale di cartografie storiche e dell'acquisizione di dati 3D, come nel progetto della Puerta Real a Siviglia (Gámiz-Gordo et al., 2023) in cui il modello 3D della porta medievale è stato inserito nel suo contesto.
Nel caso invece di ricostruzioni inerenti porzioni di tessuto urbano, il livello di dettaglio delle informazioni reperite può variare enormemente tra diverse aree o anche per singolo edificio. In questa tipologia di ricostruzioni, inoltre, insieme al reperimento di cartografie e al confronto con il rilievo dello stato di fatto, è efficace ragionare per tipi edilizi e, come mostrato nella ricostruzione della città di San Cristóbal de La Laguna nel XVI secolo (Pérez Nava et al., 2023), ricorrere anche all'utilizzo di Modelli Grafici Probabilistici (MGP).
Uno dei temi di dibattito più importanti nell'ambito delle ricostruzioni digitali riguarda l'attendibilità e la trasparenza scientifica di questi lavori, concetti chiave già affrontati a livello internazionale nel 2008 con la Carta di Londra e nel 2011 con i Principi di Siviglia (Brusaporci & Trizio, 2013). Condividere tanto le fonti quanto le scelte e i ragionamenti fatti è essenziale, ma ancora troppo spesso i modelli 3D non vengono arricchiti da queste informazioni e non esiste ancora una metodologia universalmente diffusa per la condivisione di tali processi.
Tra i casi studio più significativi, il lavoro di ricostruzione di Piazza delle Erbe a Verona (Apollonio et al., 2017, 2024) sviluppa e sperimenta una metodologia che, tramite un approccio visivo, esprime il livello di attendibilità della ricostruzione in funzione delle fonti considerate. Nello specifico viene proposta una scala di incertezza che associa un colore a ogni livello ed è applicata ai diversi componenti in cui è suddiviso il modello secondo una serie di categorie (geometria, sistema costruttivo, aspetto superficiale e posizione). L'utilizzo di questo metodo è facilitato grazie a un diagramma di flusso sì/no che guida l'utente verso la scelta del livello di incertezza a cui il singolo elemento appartiene. Nel caso della ricostruzione del quartiere Alessandrino di Roma (Cianci et al., 2016; Cianci & Calisi, 2017), invece, gli autori hanno definito i diversi livelli di autenticità in relazione alla disponibilità e alla tipologia delle fonti utilizzate.

In conclusione, la piattaforma IDOVIR (*Infrastructure for Documentation of Virtual Reconstructions*) è una risorsa online sviluppata sull'esperienza pregressa di due applicazioni web (*ScieDoc* e *DokuVis*) e permette di documentare in maniera semplice e chiara i progetti di ricostruzione digitale (Grellert et al., 2023). La piattaforma utilizza l'approccio RAM (*Reconstruction Argumentation Method*) secondo cui a ogni elemento ricostruito vengono affiancate una o più immagini delle fonti usate e un testo esplicativo sull'utilizzo e l'interpretazione della documentazione. L'attendibilità dei lavori presenti in piattaforma viene rappresentata con dei diagrammi a torta e valutata considerando tre categorie: la classificazione delle fonti, la loro relazione con la ricostruzione e infine un punteggio assegnato dall'utente che stima la verosimiglianza del modello riguardo a geometria, struttura superficiale e colorazione.

Il Regio Osservatorio Astrofisico presso il Monastero dei Benedettini a Catania

Il Monastero dei Benedettini a Catania eretto a partire dal 1558 e sopravvissuto a terremoti ed eruzioni, a seguito delle leggi eversive del 1866 divenne proprietà del Comune di Catania e subì innumerevoli trasformazioni per essere adibito a usi civili (scuola, caserma militare, ecc.) (Mannino, 2015, p. 87).
Tra i vari usi con la delibera del 19 agosto 1882 una parte dei locali del Monastero venne ceduta all'Università di Catania al fine di destinarla a sede cittadina del Regio Osservatorio Astrofisico [1]. Nello specifico, le zone adibite a cucine, refettorio e antirefettorio e una porzione del giardino, la cosiddetta 'flora' dei benedettini, realizzata dai monaci benedettini sul banco lavico del 1669. La realizzazione della nuova sede comportò: - la sopraelevazione degli ambienti delle cucine, da adibire ad uffici; - la creazione di una Specola con cupola girevole per le osservazioni astronomiche al di sopra dell'antirefettorio, raggiungibile attraverso un ascensore e una scala; - la costruzione di una palazzina per gli alloggi degli astronomi e diversi padiglioni per le osservazioni (Leonardi, 2005, p. 30) (fig. 2).
La Specola, costruita nel 1889, fu realizzata sopraelevando di circa 5 metri il tamburo dell'antirefettorio e fu dotata di un cupolone girevole di circa 8 metri di diametro, realizzato dalla ditta Audisio di Torino, che tramite una fenditura apribile permetteva le osservazioni astronomiche (fig. 3) [2].
Un'altra cupola girevole, più piccola rispetto a quella della Specola (circa 5,5 metri di diametro), fu commissionata per il padiglione fotografico realizzato tra il 1891 e il 1892 nel giardino del Monastero (Calabrese, 2005, p. 298). La costruzione di questo padiglione fu funzionale alla partecipazione dell'Osservatorio catanese al progetto per la stesura del primo catalogo e atlante fotografico dell'intera volta celeste, la cosiddetta *Carte du Ciel* [3].
Gli altri due padiglioni costruiti nell'area della 'flora' dei Benedettini ospitavano, invece, uno l'equatoriale di Cooke, utilizzato per l'osservazione dell'attività solare, l'altro il cerchio meridiano di Ertel per la determinazione del tempo [4].

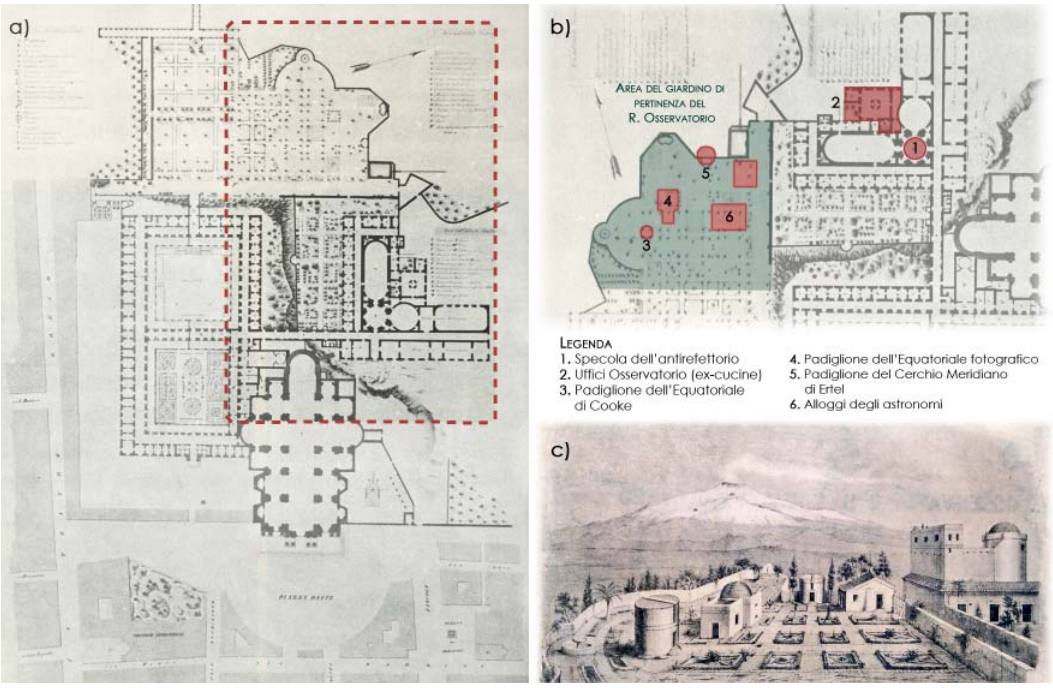


Fig. 2. a. F. Z. Vaccaro, Rilievo del complesso monastico dei Benedettini, 1881. (Dato, 1983, p. 72); b. Rielaborazione del rilievo di F. Z. Vaccaro con indicazione degli spazi occupati dal R. Osservatorio (elaborazione grafica delle autrici); c. Rappresentazione degli uffici di Meteorologia, della Specola e dei padiglioni del R. Osservatorio, cartolina, Collezione privata Santo Scalia.

Fig. 3. Grande Equatoriale della Specola. (Il R. Osservatorio Astrofisico di Catania all'Esposizione Universale di Roma, 1940, tav. III).

Nel 1891 sotto la direzione del prof. Annibale Riccò all'Osservatorio Astrofisico venne aggregato anche il Laboratorio di Geodinamica, collocato nell'ambiente semipogeo al di sotto delle cucine, il cosiddetto 'ventre' (Mannino, 2015, p. 91). Alla morte del prof. Riccò, il Laboratorio di Geodinamica fu progressivamente dismesso e abbandonato mentre l'osservatorio meteorico-geofisico e quello astrofisico si divisero attuando anche una netta distinzione tra gli spazi di rispettiva competenza.
Già a metà del XX secolo l'inquinamento luminoso dovuto alle luci urbane e ai fumi industriali rese la sede cittadina poco efficace. Pertanto, venne stabilito un cambio di sede con la conseguente cessione dei padiglioni ubicati nell'ex giardino dei monaci al limitrofo Ospedale Vittorio Emanuele che li demolì eccezion fatta per la palazzina che ospitava gli alloggi degli astronomi. L'Osservatorio Astrofisico e la sezione meteorologica, invece, rimasero in attività fino alla fine degli anni Sessanta.
Negli anni Settanta il Monastero fu, infine, ceduto all'Università degli Studi di Catania per farne la sede della Facoltà di Lettere e Filosofia [5]. Ebbe così inizio un lungo e impegnativo processo di recupero guidato dall'architetto Giancarlo De Carlo che si occupò sia della progressiva rimozione delle superfetazioni frutto di un centenario di usi inappropriati sia di definire gli interventi necessari alla nuova destinazione d'uso, nel rispetto delle peculiarità del sito (De Carlo, 1988).
De Carlo intervenne anche sui locali dell'Osservatorio, rimuovendo le sopraelevazioni e ripristinando l'ambiente delle cucine dei monaci. Anche la Specola, inizialmente non interessata dalle demolizioni, subì lo stesso destino, a causa di un incidente causato dalla lamiera zincata che ricopriva la cupola girevole. Nonostante il parere negativo di De Carlo e del prof. Giarrizzo, allora preside della Facoltà di Lettere e Filosofia, (Calabrese, 2005, p. 300) la Soprintendenza ai Beni Culturali ne dispose lo smantellamento nel 1982.
Oggi la memoria della presenza del Regio Osservatorio è testimoniata da qualche traccia muraria *in situ* e da fotografie, progetti e documenti storici.

Metodologia

Per quanto la fase del Regio Osservatorio abbia compromesso l'integrità degli spazi delle cucine e ne abbia trasformato l'immagine a livello urbano, essa rappresenta un momento storico importante per il Monastero. La presenza del Regio Osservatorio e della Specola nel contesto cittadino si è sedimentata nell'immaginario collettivo, costituendo un'eccellenza scientifica per la città di Catania, come testimoniano le cartoline storiche che rappresentano i padiglioni e la Specola stessa (Fig. 2c).
La metodologia adottata ha previsto lo studio di tre fasi andando a ritroso nel tempo - stato di fatto, Regio Osservatorio, monaci benedettini - che sono state indagate sia alla scala urbana, analizzando le trasformazioni del tessuto urbano, che architettonica.
La ricerca storico-bibliografica e di archivio, ha consentito di raccogliere foto, disegni, cartografie, carteggi privati e rapporti ufficiali. Nel caso della ricostruzione alla scala

architettonica, la documentazione reperita è stata poi confrontata con quanto rilevabile nel manufatto esistente, alla ricerca di eventuali tracce rimaste e di ulteriori indizi. Per la ricostruzione della Specola, al fine di rendere 'trasparente' il processo ricostruttivo si è ragionato in termini di livelli di attendibilità della ricostruzione, adottando una scala cromatica applicata a ogni elemento dell'ipotesi ricreata.
Nei modelli a scala urbana, invece, diversi colori sono stati utilizzati per identificare le varie epoche storiche considerate, rendendo così facilmente leggibile temporalmente le trasformazioni dell'area studiata.
Come strumento di lavoro per la creazione dei modelli 3D si è utilizzato il software *Rhinoceros*.

Analisi e ricostruzione alla scala urbana

Lo studio delle cartografie storiche ha consentito di ricostruire le trasformazioni alla scala urbana dovute alla presenza del Regio Osservatorio Astrofisico. Nello specifico, la 'flora' dei benedettini in cui vennero realizzati alcuni padiglioni è visibile sia nella pianta topografica della città di Catania redatta da Sebastiano Ittar nel 1832 che nell'IGM del 1867. L'assetto del Monastero e delle sue pertinenze è riportato nella pianta del complesso monastico realizzata da F. Z. Vaccaro (1881), mentre nelle mappe catastali del 1876 e 1884 l'area a ovest del Monastero viene rappresentata come uno spazio libero e senza edifici, eccezion fatta per la cisterna dell'acqua di pertinenza del Monastero.
Nella mappa catastale del 1925 sono raffigurati i padiglioni realizzati dall'Osservatorio nell'area del giardino e utilizzati dagli astronomi per le loro attività di ricerca. Sulla stessa mappa non è rappresentata l'abitazione degli astronomi che invece è visibile nel Piano Topografico della città e suburbio del 1928 (circa), nel PRG di Piccinato del 1964 e nel PRG del 1978, a testimonianza che tale edificio fu l'unico a non essere stato demolito dall'Ospedale Vittorio Emanuele dopo la cessione negli anni Cinquanta del XX secolo (Blanco, 2007, p. 50).
La ricostruzione virtuale ha interessato la porzione di tessuto urbano in cui ricade il Monastero, si è scelto di adottare uno stile semplificato, simile a un planivolumetrico e si è proceduto secondo le tre fasi storiche individuate (fig. 4).
Per quanto riguarda la fase più recente e quindi riferita al XXI secolo i dati utilizzati per la modellazione sono quelli consultabili sul sito del Comune di Catania e riguardano la cartografia del 2002. I dati disponibili riguardano l'impronta a terra dei fabbricati, la loro altezza, la rispettiva quota di terra e quella di gronda.
Operativamente, si è proceduto su *Rhinoceros* modellando il terreno come interpolazione tra le quote di terra ed estrudendo i profili degli edifici per creare dei semplici solidi tridimensionali.
Relativamente al periodo di attività del Regio Osservatorio Astrofisico, le impronte a terra degli edifici sono state ricavate dal catastale del 1925 e dal Piano Topografico della città

Fig. 4. Ricostruzione diacronica a scala urbana (elaborazione grafica di N. Campofiorito).

e suburbio del 1928. In particolare, l'identificazione dei padiglioni dell'Osservatorio, sorti nell'area del giardino dei monaci, è stata supportata anche dal raffronto con le fotografie storiche e le rappresentazioni iconografiche raccolte.
L'ultima fase, relativa al periodo pre-Osservatorio, è stata realizzata prendendo come riferimento le mappe catastali del 1876 e 1884, la pianta di Ittar del 1832 e l'IGM del 1867, messe a confronto con lo stato di fatto. In questo caso le informazioni disponibili non comprendevano dati relativi all'elevazione dei fabbricati; pertanto, la strategia di modellazione ha previsto di lasciare invariate in altezza tutte quelle unità il cui ingombro in pianta non appariva mutato rispetto alla cartografia del 2002 ed estrudere invece di 3 metri le costruzioni più piccole (supponendo fossero case terranee) e di 6 metri tutte le altre.

Analisi e ricostruzione alla scala architettonica

La rimozione della Specola del Regio Osservatorio Astrofisico e del suo cupolone girevole creò nel 1982 non poco dibattito. La Soprintendenza, che riteneva la struttura una superfetazione dannosa per la stabilità dell'antirefettorio del Monastero su cui si ergeva, non accolse nessuna delle rimostranze e delle obiezioni che si opponevano al suo smantellamento, nonostante quel manufatto fosse ormai divenuto un elemento simbolo nel definire l'aspetto dello skyline della città (Leonardi, 2011).
Ad oggi sul luogo non sono visibili tracce che attestino la passata presenza della Specola, eccezion fatta per una parte della scala e per il foro tra antirefettorio e 'ventre' che serviva all'ascensore di collegamento; la sua esistenza, però, è documentata da diverse fotografie e disegni storici, documenti ufficiali scambiati tra i vari enti [6] e un elaborato di progetto del cupolone girevole (Calabrese, 2005, pp. 302-303).
La cupola posta a chiusura della Specola era una struttura metallica a base circolare con diametro di 8 metri e costituita da elementi controventati, disposti a meridiani e

paralleli. Da progetto le centine dei meridiani erano disposte con passo di circa 9° e la struttura era rivestita all'estradosso da una lamiera zincata. Poggiata su di un cordolo in mattoni, era dotata di una fenditura verticale da cui era possibile osservare la volta celeste e di un meccanismo a rulli che ne permetteva la rotazione.
Nel processo di ricostruzione per le centine controventate della cupola è stato utilizzato come riferimento il progetto conservato all'Archivio Centrale dello Stato [7], da cui è stato possibile desumere il profilo di questi elementi nonché il loro numero e la disposizione. Per quanto attiene le altre componenti che costituivano la cupola (paralleli, piatti e controventi) è stato necessario consultare le foto d'epoca ed esempi tipologici simili come quello del Collegio Alberoni a Piacenza. Per risolvere invece il difficile problema dei nodi estremamente complessi sono stati consultati svariati manuali ottocenteschi e pubblicazioni che hanno permesso di formulare alcune ipotesi (Donghi, 1925; Spallone, 2018).
Al fine di rendere esplicito il livello di attendibilità della ricostruzione dei singoli elementi della cupola sono stati utilizzati colori differenti, uno per le centine e il rivestimento della Specola, per i quali è stato possibile reperire maggiori informazioni, e un altro per tutti gli altri componenti, che invece risultano essere frutto di interpretazione, ossia sono stati ipotizzati sulla base di analogie e/o indizi non completamente esaustivi forniti dalle fonti (fig. 5, 6).

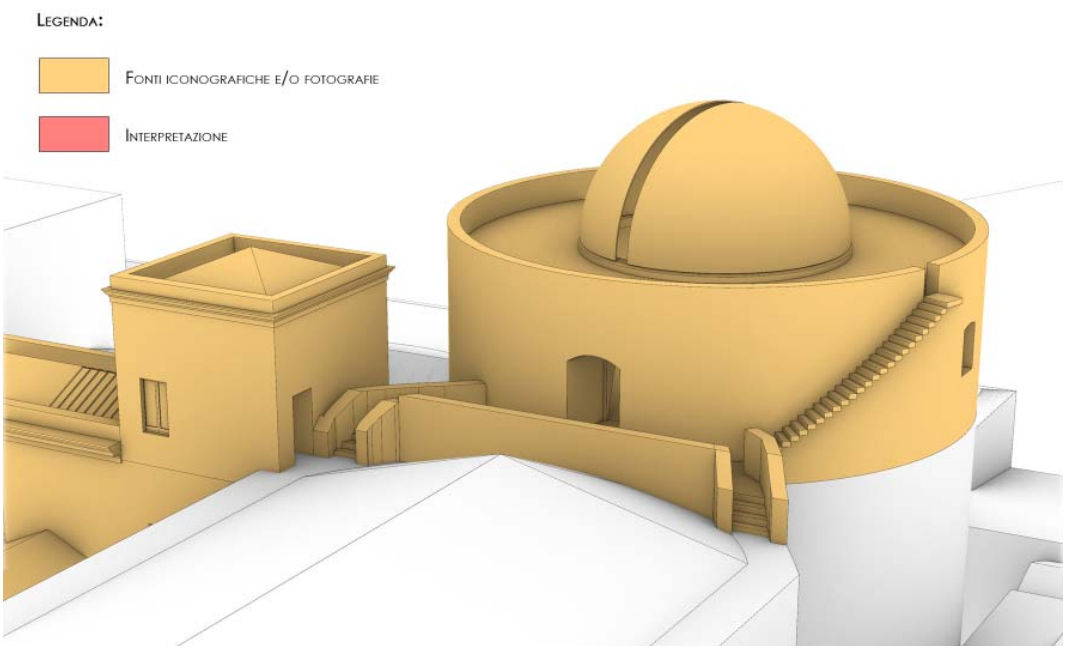


Fig. 5. Ricostruzione virtuale della Specola del R. Osservatorio sopra l'antirefettorio (elaborazione grafica di N. Campofiorito).

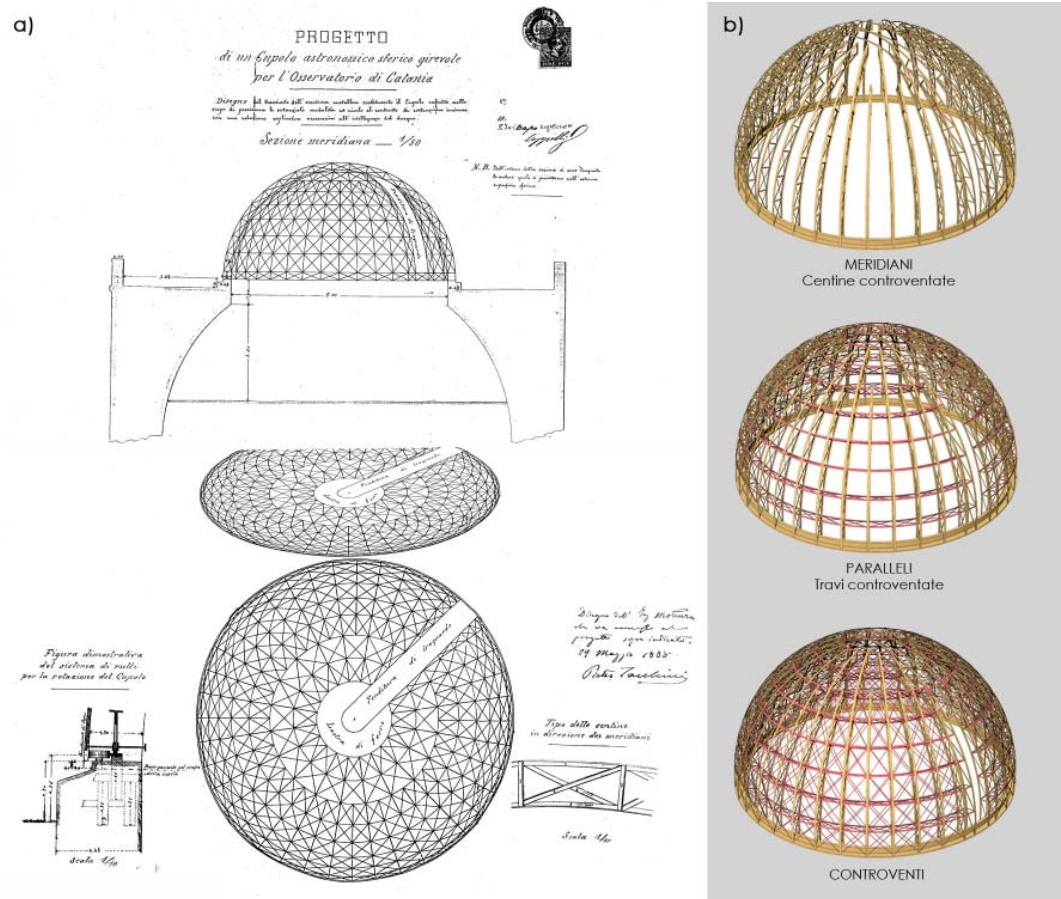


Fig. 6. a. Progetto di un Cupolo sferico girevole per l'Osservatorio di Catania, 1888, (ACS, M.P.I., Div. I S., b.153. Autorizzazione all'utilizzo protocollo n. 1771/2024); b. Fasi della ricostruzione virtuale della cupola girevole della Specola (elaborazione grafica di N. Campofiorito).

Conclusioni

In questo studio i modelli tridimensionali realizzati hanno permesso di approfondire le trasformazioni di un sito che ha subito modifiche ingenti e al contempo di analizzarne il rapporto con l'ambiente urbano circostante, facilitando anche il confronto tra le diverse fasi storiche e il raggiungimento di una sintesi del materiale raccolto. I modelli realizzati costituiscono la base per future sperimentazioni attraverso tecniche sia di realtà virtuale, in modo da immergere l'osservatore nella ricostruzione e consentirgli di osservare in prima persona lo skyline urbano caratterizzato dalla presenza della cupola sull'antirefettorio e di esplorare direttamente la Specola, sia di *mixed reality* in modo da fruire direttamente in sito la ricostruzione sovrapponendola allo stato attuale dei luoghi.

Note di chiusura

[1]. Le vicende del Regio Osservatorio Astrofisico di Catania ebbero inizio nel 1876 quando l'astrologo modenese Pietro Tacchini, durante una riunione dell'Accademia Gioenia, propose la costruzione di un osservatorio sull'Etna. Nel 1879 fu fondato l'Osservatorio Bellini con sede a 2941 metri sul livello del mare. Durante la stagione invernale però la sede etnea riscontrava diversi problemi dovuti alle condizioni meteorologiche, a cui si aggiungevano le difficoltà determinate dalle attività eruttive del vulcano. Emerse l'esigenza, caldeggiata dal Prof. Tacchini, di realizzare una succursale cittadina dell'Osservatorio e a questo scopo furono destinati alcuni spazi del Monastero dei Benedettini (Orlando, 2019, p. 47).

[2]. La Specola era dotata di un refrattore Merz con obiettivo di 33 cm, lunghezza focale di 557 cm e una montatura parallattica con la canna in legno realizzata dal Cavignato di Padova, che fu adoperato per condurre le prime osservazioni di spettroscopia solare (Strano, 1939, p. 5; Blanco, 2007, p. 49, Orlando, 2019, p. 48).

[3]. Nel 1887 il prof. Tacchini propose, durante il Congresso Astrofotografico Mondiale di Parigi, la partecipazione dell'Osservatorio catanese al progetto per la stesura del primo catalogo e atlante fotografico dell'intera volta celeste, la cosiddetta Carte du Ciel. Per portare avanti questa iniziativa l'Osservatorio di Catania acquistò, con dei fondi stanziati appositamente dal Governo, un astrografo con obiettivo di 328 mm e lunghezza focale di 3341 mm, fabbricato dalla ditta Steinheil di Monaco di Baviera, con una montatura equatoriale progettata dall'ing. Salmoiraghi e realizzata dalla Filotecnica di Milano (Blanco, 2007, p. 50). Il Regio Osservatorio Astrofisico di Catania, unico osservatorio italiano delle 18 stazioni coinvolte, si occupò della fascia di cielo fra +47° e +54° di declinazione e fu tra i pochissimi a completare la sua porzione di progetto.

[4]. Il telescopio rifrattore equatoriale di Cooke, costruito all'incirca tra il 1880 e il 1882 e dotato di un obiettivo da 15 cm e lunghezza focale di 223 cm, era collocato in un padiglione circolare di 4,75 metri di diametro e una cupola cilindrica in legno. Il cerchio meridiano di Ertel (obiettivo di 9 cm e lunghezza focale di 150 cm), invece, aveva sostituito lo strumento dei passaggi di Reichenbach (obiettivo da 7,8 cm e lunghezza focale di 117 cm) nel padiglione circolare più a Nord (Il R. Osservatorio Astrofisico di Catania all'Esposizione Universale di Roma, 1940, p. 6; Orlando, 2019, 49-50).

[5]. Oltre ad ospitare il Dipartimento di Scienze Umanistiche (in precedenza Facoltà di Lettere e Filosofia), il Monastero è anche sede del Museo della Fabbrica. Le attività di valorizzazione, che comprendono visite guidate, attività laboratoriali, ecc. sono affidate dal 2010 all'associazione Officine Culturali (Mannino, 2015, p. 110).

[6]. Una lettera del Corpo Reale del Genio Civile di Caltanissetta del 12 settembre 1889 comunicava al Prefetto di Catania che il collaudo della cupola girevole della Specola era stato effettuato da un ingegnere dell'ufficio. (ASC, Prefettura, Serie I, el. 26, b.86 [3615, 86 ex], st. 17. p.t., scaf. I, cass. 41-50; scaf. II, cass. 51-69).

[7]. ACS, Ministero della Pubblica Istruzione, Div. I S, b. 153. Autorizzazione all'utilizzo protocollo n. 1771/2024.

Ringraziamenti

Si ringraziano: la prof.ssa Federica Santagati, responsabile scientifico del Museo della Fabbrica per la disponibilità; l'associazione Officine Culturali per l'accesso ai luoghi e all'archivio del Museo della Fabbrica; il personale dell'Archivio di Stato di Catania e dell'Archivio Centrale dello Stato per la cortese collaborazione.

Crediti

La ricerca è stata condotta nell'ambito del progetto di Ateneo PIA.CE.RI. Piano di finanziamento – MUARCH UNICT 2020-22 linea di progetto intradipartimentale.

Pur nell'unitarietà del lavoro di ricerca, la stesura redazionale dell'articolo è così suddivisa:

Introduzione (CS), Stato dell'Arte (NC), Il Regio Osservatorio Astrofisico presso il Monastero dei Benedettini a Catania (CS), Metodologia (CS e NC), Analisi e ricostruzione alla scala urbana (NC), Analisi e ricostruzione alla scala architettonica (NC), Conclusioni (CS).

Riferimenti Bibliografici

Apollonio, F. I., Gaiani, M., Fallavolita, F., Giovannini, E. C., & Foschi, R. (2017). Un viaggio nel quattordicesimo secolo: una ricostruzione digitale di piazza delle Erbe a Verona. *diségno*, *1*, pp. 35–44. https://doi.org/10.26375/disegno.1.2017.6.

Apollonio, F. I., Fallavollita, F., Foschi, R. & Smurra, R. (2024). Multi-Feature Uncertainty Analysis for Urban-Scale Hypothetical 3D Reconstructions: Piazza delle Erbe Case Study. *Heritage 2024*, *7*, pp. 476–498. https://doi.org/10.3390/heritage7010023.

Blanco, C. (2007). L'innovativa strumentazione del Regio Osservatorio Astrofisico di Catania alla fine dell'Ottocento. In Finocchiaro P. & Alberghina M. (a cura di), *Idee, cultura e storia per la Città della Scienza* (pp.49-55). Giuseppe Maimone Editore.

Brusaporci, S. & Trizio, I. (2013). La Carta di Londra e il Patrimonio Architettonico: riflessioni circa una possibile implementazione. *SCIRES-IT. SCientific RESearch and Information Technology*, *3*(2), pp. 55-68.

Calabrese, G. (1999). Alcuni documenti inediti sul monastero di San Nicolò l'Arena di Catania nella seconda metà dell'Ottocento. *Archivio Storico per la Sicilia Orientale*, *anno XCV* (I-III), pp. 283-326.

Cianci, M. G., Calisi, D. & Geremia F. (2016). Il quartiere Alessandrino. Una ricostruzione virtuale filologica ed emblematica: alla ricerca dei valori originali dei tessuti urbani demoliti. In L.K. Ilie M. (a cura di), *Patrimonio culturale: sfide attuali e prospettive future / Cultural Heritage: Present Challenges and Future Perspectives*. Università Roma Tre Roma.

Cianci, M. G. & Calisi, D. (2017). Un modello virtuale scientifico e filologico per la ricostruzione del tessuto urbano ottocentesco del Quartiere Alessandrino nell'area Archeologica Centrale di Roma. In Empler T. (a cura di), *3D MODELING & BIM: Progettazione, design, proposte per la ricostruzione* (pp. 318-336). DEI.

Dato, G., (1983). *La città di Catania. Forma e struttura, 1693-1833*. Officina Edizioni.

De Carlo, G. (1988). *Un Progetto per Catania: Il recupero del Monastero di San Nicolò l'Arena per l'Università*. Sagep Editrice.

Donghi, D. (a cura di). (1925). *Manuale dell'architetto*. Unione Tipografico-Editrice Torinese.

Einaudi, D., Spreafico, A., Chiabrando, F., & Della Coletta, C. (2020). From archive documentation to online 3D model visualization of no longer existing structures: the Turin 1911 project. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, (XLIII-B2-2020), pp. 837-844. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-2020-837-2020

Gámiz-Gordo, A., Antón, D. & Barrero-Ortega, P. (2023) Urban Environment of Disappeared Heritage: Graphic Analysis of Puerta Real in Seville. *Heritage 2023*, *6*, pp. 5469–5499. https://doi.org/10.3390/heritage6070288

Grellert, M., Wacker, M., Bruschke, J., Stille, W., & Beck, D. (2023). Documentation and Evaluation of Virtual Reconstructions. *2023 IMEKO International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage*, pp. 653-658.

Leonardi, A. (2005). *La cucina ed il suo ventre. Guida al Museo della fabbrica del Monastero dei Benedettini di Catania*. Giuseppe Maimone Editore.

Leonardi, A. (2011). *La specola dell'ex Osservatorio Astrofisico di Catania*. Agorà, 35, pp. 32-36.

Mannino, F. (a cura di). (2015). *Breve storia del Monastero dei Benedettini di Catania*. Giuseppe Maimone Editore.

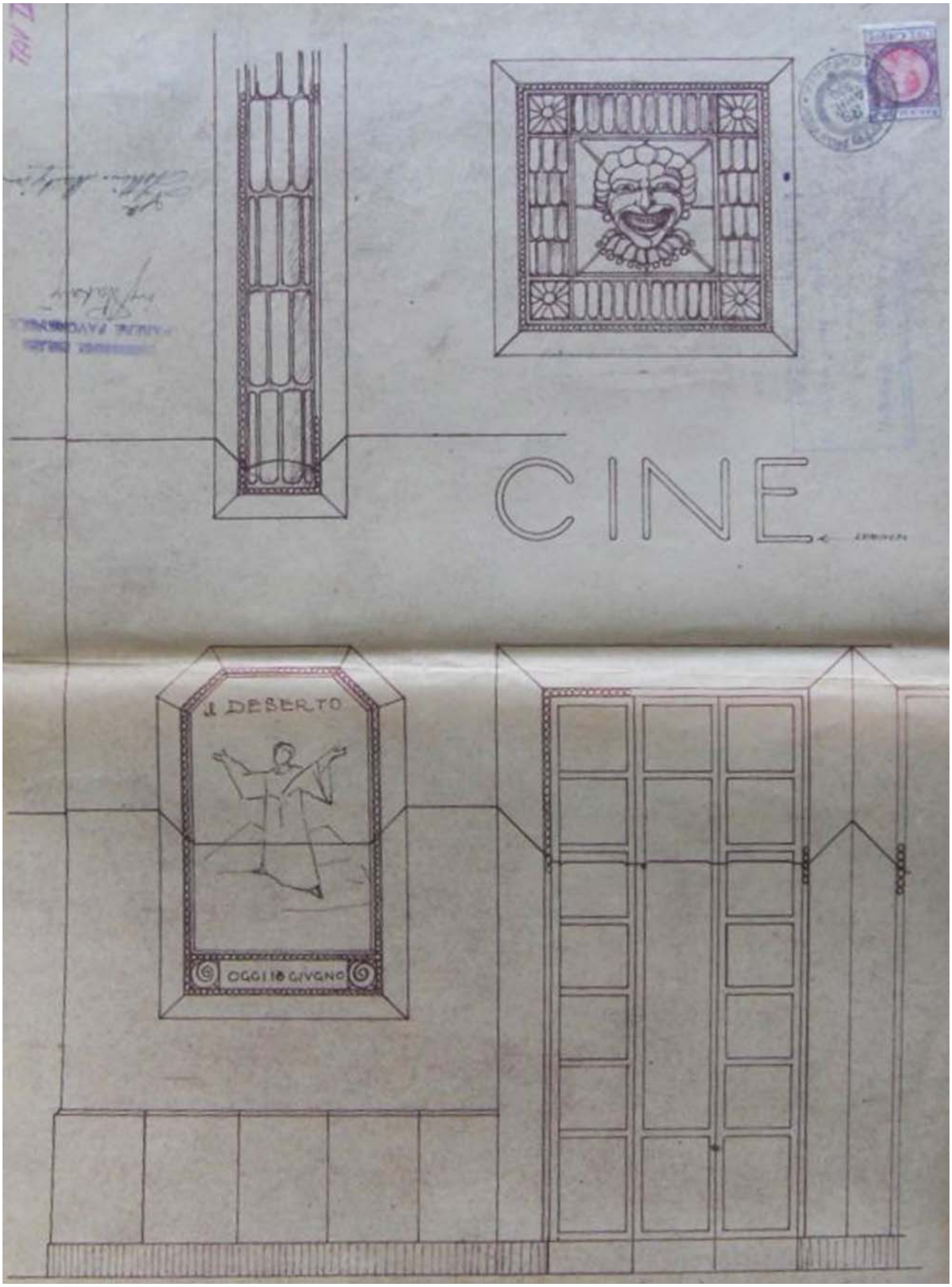
Orlando, A. (2019). I telescopi del Regio Osservatorio Astrofisico di Catania: Beni Culturali da valorizzare. *Incontri*, *30*, pp. 47-51.

Pérez Nava, F., Sánchez Berriel, I., Pérez Morera, J., Martín Dorta, N., Meier, C. & Hernández Rodríguez, J. (2023) From Maps to 3D Models: Reconstructing the Urban Landscape of San Cristóbal de La Laguna in the 16th Century. *Applied Sciences 2023*, *13*(7) 4293. https://doi.org/10.3390/app13074293.

Spallone, R. (2018). Parlare agli occhi con il disegno. Rappresentazioni di progetto nelle riviste a metà Ottocento. *diségno*, *3*, pp. 153-164. https://doi.org/10.26375/disegno.3.2018.15.

Strano, C. (1939). *Cinquant'anni di vita dell'officina del R. Osservatorio Astrofisico di Catania*. Scuola Salesiana del libro.

Il R. Osservatorio Astrofisico di Catania all'Esposizione Universale di Roma. (1940). Stab. Tip. Francesco Strano.


CINE
IL DESERTO
OGGI 18 GIUGNO

Il cinema Excelsior di Catania: rilievo e documentazione digitale per la fruizione virtuale di un'architettura degli anni Trenta abbandonata

Excelsior cinema in Catania: survey and digital documentation for the virtual exploration of an abandoned 1930s architecture

Graziana D'Agostino[1], Raissa Garozzo[1], Mariateresa Galizia

[1]Università di Catania, Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura

graziana.dagostino@unict.it; raissa.garozzo@unict.it; mariateresa.galizia@unict.it;

Parole chiave: Rilievo digitale; Disegno d'archivio; Esplorazione 3D; Cinema storico; Laser scanner.

Abstract

La ricerca indaga le potenzialità del rilievo digitale a supporto della documentazione e dell'esplorazione virtuale del patrimonio cinematografico tra gli inizi e la prima metà del Novecento a Catania. Le architetture per lo spettacolo – teatro, musica e cinema - riflettono l'evoluzione artistica, economica e socio-culturale della loro epoca, costituendo oggi la memoria storica materiale e immateriale dei luoghi. Il patrimonio cinematografico rischia di andare perduto a causa dell'abbandono dettato dalla grave crisi adducibile all'avvento dell'era digitale e all'ascesa delle piattaforme di streaming che rappresentano un ambiente altamente competitivo che mette in discussione il modello tradizionale delle sale cinematografiche. Attualmente, molte di queste architetture sono chiuse e in condizioni di degrado, altre sono soggette a trasformazioni improprie con la conseguente perdita dei caratteri tipologici che ne contraddistinguono la funzione.

Il contributo illustra il caso studio dell'attuale cinema Excelsior, originariamente noto come Cinema Eden, progettato nel 1930 dall'architetto Settimio Mastrojanni che, insieme ad altri illustri architetti locali, affronta in quegli anni il tema della progettazione di nuovi luoghi di spettacolo.

La ricerca si serve del modello digitale tridimensionale - nuvola di punti ottenuta dal rilievo integrato mediante laser scanner a tempo di volo e SLAM - per documentare lo stato di fatto dell'architettura, oggi chiusa al pubblico ed in totale stato di abbandono e degrado. Il prodotto del rilievo digitale è stato messo a confronto con i disegni di archivio originali, al fine indagare le ragioni del progetto e le modificazioni subite nel tempo o in fase di realizzazione. I dati ottenuti attraverso il rilievo digitale

Fig. 1. Cinema Excelsior di Catania. Progetto d'archivio a firma di S. Mastrojanni, dettaglio (I Versamento 1921-1957, fasc. 112/1930, Fondo progetti approvati, ASC Catania, 1930).

sono stati elaborati e utilizzati per la produzione di elaborati grafici aggiornati, utili per la creazione di ambienti virtuali. Emergono, così, attraverso l'utilizzo degli strumenti digitali, opportunità inedite di fruizione e diffusione del Patrimonio per lo spettacolo, con il duplice intento di consentire l'esplorazione di una struttura ormai inaccessibile e proporre eventuali progetti di riuso che ne valorizzino il carattere stilistico. L'approfondimento di questi argomenti richiede una comprensione interdisciplinare che abbraccia tecnologie di scansione 3D, elaborazione dati, realtà aumentata/virtuale, fornendo un terreno fertile per la ricerca accademica e lo sviluppo tecnologico.

The research investigates the potential of digital surveying to support the documentation and virtual exploration of cinematographic heritage from the beginning to the first half of the 20th century in Catania. The architectures for entertainment - theaters, music venues, and cinemas - reflect the artistic, economic, and socio-cultural evolution of their era, constituting today the material and immaterial historical memory of the places. Cinematic heritage is at risk of being lost due to abandonment driven by the crisis brought about by the advent of the digital age and the rise of streaming platforms, which represent a highly competitive environment that challenges the traditional model of cinemas. Currently, many of these architectures are closed and in a state of decay, while others are subject to improper transformations, resulting in the loss of the typological characteristics that distinguish their function.
The contribution illustrates the case study of the current Excelsior cinema, originally known as Cinema Eden, designed in 1930 by the architect Settimio Mastrojanni who, along with other illustrious local architects, tackled the design of new entertainment venues during those years.
The research uses a three-dimensional digital model - a point cloud obtained from integrated surveying through time-of-flight laser scanning and SLAM - to document the current state of the architecture, now closed to the public and in a state of total abandonment and decay. The product of digital surveying was compared with the original archive drawings to investigate the reasons for the design and the modifications over time or during construction. The data obtained through digital surveying were processed and used to produce updated graphic elaborations, useful for the creation of virtual environments. Thus, using digital tools, unprecedented opportunities for the fruition and dissemination of Heritage for entertainment emerge, with the dual intent of allowing the exploration of a now inaccessible structure and proposing possible reuse projects that enhance its stylistic character. The deepening of these topics requires an interdisciplinary understanding that encompasses 3D scanning technologies, data processing, augmented/virtual reality, providing fertile ground for academic research and technological development.

Introduzione

Il presente studio ha come obiettivo il recupero della memoria del patrimonio cinematografico edificato nella prima metà del XX secolo, attraverso l'utilizzo del Rilievo quale strumento di documentazione e di esplorazione di luoghi non facilmente fruibili, a causa delle condizioni spesso di degrado o delle trasformazioni improprie che hanno comportato la perdita dei caratteri tipologici che ne contraddistinguono la funzione.
I cinematografi progettati e realizzati per la prima volta nei primi anni del Novecento in Italia, come in gran parte d'Europa, costituiscono i luoghi deputati a rappresentare la nuova cultura del tempo in cui alla storica rappresentazione teatrale si affianca un nuovo modo di fare cultura e di fruire di contenuti differenti. Le innovazioni tecnologiche del tempo cambiano in profondità il rapporto del pubblico con lo spettacolo e il cinema, sollevando alcune richieste specifiche in termini di fruizione, di rappresentazione e di pubblico. Di conseguenza cambiano le caratteristiche tipologiche dell'architettura

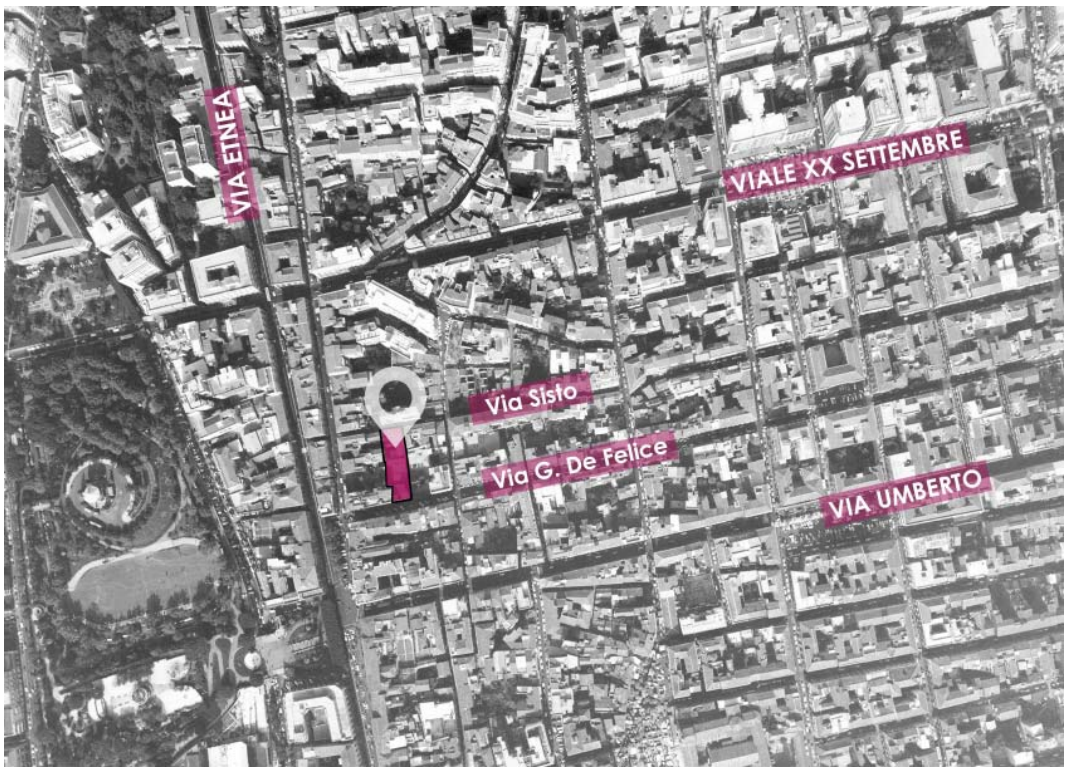


Fig. 2. Cinema Excelsior di Catania. A sinistra, inquadramento urbanistico da foto aerea del 1974; a destra, foto storica del prospetto principale (da Galizia, 2002).

che lo deve rappresentare, affinché rispondano sia alle necessità tecnico-strumentali di proiezione e di visualizzazione attraverso il grande schermo, oltre che di acustica e di illuminazione, sia agli aspetti estetico formali al fine di soddisfare le esigenze di mondanità e convivialità. I cinematografi nascono, quindi, come luoghi dedicati alla proiezione di immagini in movimento, prodotto di una recitazione già costruita, ripetuta e montata in modo da riprodurre un racconto scorrevole sul grande schermo. La loro prima proiezione pubblica ha luogo nel 1895 nel *Salon indien du Grand Café* a Parigi, ad opera dei fratelli Auguste e Louis Lumière. La Sicilia, e in particolare Catania, risponde attraverso la nuova classe imprenditoriale alle richieste del vasto pubblico, costituito dal nuovo ceto medio borghese, di luoghi dedicati allo svago e divertimento. Nasce nella prima metà del XX secolo un gran numero di architetture, che si affiancano ai numerosi teatri, destinate alla proiezione di pellicole. La modernità della città di Catania è testimoniata da un gran numero di edifici per lo spettacolo, progettati dagli architetti e dagli ingegneri più rappresentativi del periodo - Fr. Fichera, P. Lanzerotti, C. Aloisi, S. Mastrojanni – che si fanno portavoce delle richieste stilistico formali dell'epoca. Vengono progettate numerose architetture - in stile neoclassico, *liberty*, *dèco* e razionalista -, che costituiscono un patrimonio di alto valore storico-culturale per la città, spesso oggi trascurato, trasformato e abbandonato a causa della

nuova modernità, dell'avvento dell'era digitale e dell'ascesa delle piattaforme di streaming (Surrentino D'Afflitto, 2006; Merlo, 2020). Il contributo illustra il caso studio del cinema Eden, attuale Excelsior, oggi in stato di abbandono, progettato nel 1930 dall'architetto Settimio Mastrojanni che, insieme ad altri illustri architetti locali, affronta in quegli anni il tema della progettazione di nuovi luoghi per lo spettacolo. Vengono indagate le potenzialità del rilievo digitale a supporto della documentazione e dell'esplorazione virtuale di questa architettura nascosta. In particolare, vengono esaminate le opportunità offerte dal modello digitale numerico -ottenuto attraverso metodologia *laser scanning*- di documentare lo stato di fatto dell'architettura. I dati ottenuti attraverso il rilievo digitale sono stati elaborati e utilizzati per la produzione di elaborati grafici aggiornati, utili per un confronto con i disegni di archivio originali, al fine di indagare le ragioni del progetto e le modificazioni subite nel tempo. Le nuvole di punti offrono un vasto potenziale nel campo delle esperienze digitali immersive, in quanto permettono applicazioni avanzate in realtà aumentata e virtuale, simulazioni, conservazione digitale, interattività educativa, analisi di conservazione e manutenzione, e visualizzazione avanzata (D'Agostino & Galizia, 2022). Opportunità queste inedite per la conservazione, fruizione e diffusione del Patrimonio per lo spettacolo, che consentono l'esplorazione di ambienti spesso inaccessibili, per lo più di proprietà privata, e l'elaborazione di eventuali progetti di riuso che ne valorizzino il carattere stilistico.

Caso studio

L'attuale cinema Excelsior, originariamente noto come Cinema Eden, fu progettato nel 1930 dall'architetto Settimio Mastrojanni (classe 1894) e aperto al pubblico nel 1934. Il progettista affronta ed esplora il tema nascente della progettazione di nuovi luoghi di intrattenimento e quello dell'estetica, della forma e del decoro di tali edifici, destinati a divenire presto simboli iconici della città. Durante gli anni '20, il movimento artistico dell'*Art Dèco* impreziosisce la città con architetture dinamiche e articolate, in contrasto con le rigide volumetrie impostate su simmetrie e impianti modulari delle architetture classiche settecentesche (Galizia, 2002). Proprio in quel periodo, la città di Catania si ritrova a rinnovare e rafforzare la propria identità architettonica. Il cinematografo sorge in pieno centro cittadino, nelle vicinanze della storica biforcazione tra la via Etnea e la via Caronda e l'ingresso della Villa Bellini, storico giardino pubblico della città (Fig. 2). Il progetto fu commissionato dalla famiglia Motta che possedeva l'intero lotto che ospita la struttura, lotto passante che si estende tra via Giuseppe de Felice e via Sisto. Mentre l'accesso principale al cinema si trova lungo la via de Felice, sull'altra via è presente un palazzetto che apparteneva alla medesima proprietà. All'interno del lotto era presente un'ampia area destinata a giardino, da cui possibilmente deriva il nome Eden. In questo progetto, l'architetto mostra una forma di *Art Dèco* più austera e essenziale, tendente al razionalismo, ben visibile nel prospetto principale e ancora più evidente negli interni

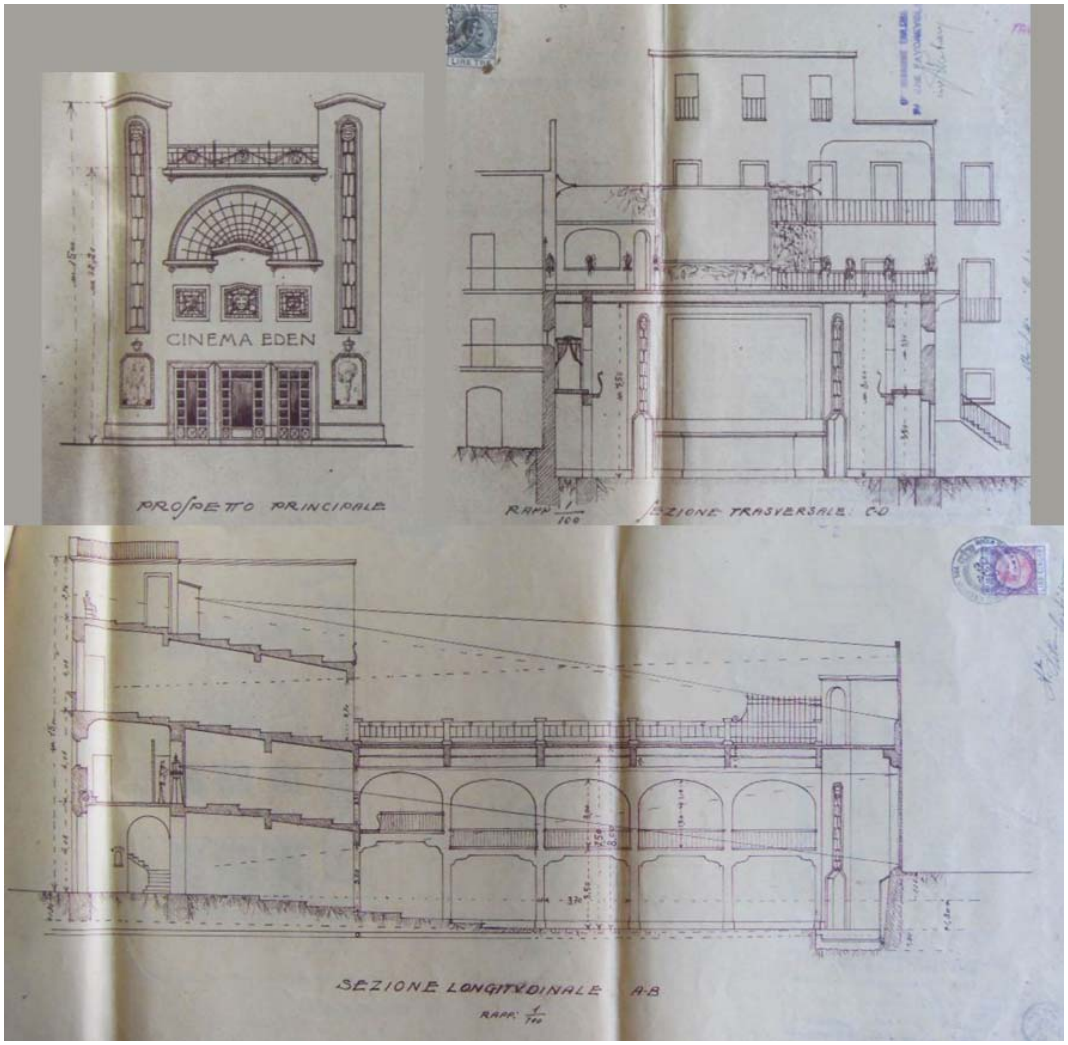


Fig. 3. Cinema Excelsior di Catania. Progetto d'archivio a firma di S. Mastrojanni (I Versamento 1921-1957, fasc. 112/1930, Fondo progetti approvati, ASC Catania, 1930).

dalle linee asciutte ed essenziali, diversamente dalla sontuosità decorativa evidente nella facciata e nella sala del vicino e coevo Cinema Odeon, progettato nel 1932 da Carmelo Aloisi (Godoli et al., 2014; Rocca, 1988). L'intero stabile è attualmente in vendita, inaccessibile ai visitatori, e si trova in uno stato di totale abbandono e degrado.

Metodologia

La documentazione e la fruizione virtuale del cinema Excelsior hanno richiesto l'adozione di una metodologia interdisciplinare che integrasse tecniche avanzate di rilievo digitale con approcci storico-critici all'architettura (Cottini & Ferretti, 2020; Calvano et al., 2023; D'Agostino et al., 2022; Mandelli et al.2017; Remondino & Rizzi, 2010). Il processo metodologico si è articolato in diverse fasi, ognuna delle quali

ha contribuito alla realizzazione di un modello esplorabile che mostri lo stato attuale di questa architettura, la sua articolazione interna, mutata dopo vari interventi di riuso e il suo stato di conservazione. Ciò permette agli studiosi e, più in generale, al pubblico di scoprire e conoscere virtualmente questo luogo, altrimenti inaccessibile. La ricerca è stata così strutturata:

- Ricerca Preliminare e Raccolta Dati

Il lavoro di ricerca ha avuto inizio con una approfondita analisi storica e archivistica, mirata alla raccolta esaustiva di dati riguardanti la storia e le caratteristiche architettoniche dei cinematografi edificati a Catania nel periodo considerato. L'indagine si è poi focalizzata specificamente sullo studio del Cinema Excelsior, esplorandone l'architettura e le evoluzioni subite nel corso del tempo. Tale indagine ha comportato l'esame approfondito di immagini d'epoca e della documentazione storica custodita presso l'Archivio Storico, ufficio tecnico, del Comune di Catania.

- Rilievo Digitale

Successivamente, si è proceduto con il rilievo digitale dell'edificio, utilizzando due diverse tecnologie di *laser scanning*: TLS (*Terrestrial Laser Scanner*) e iMMS (*Indoor Mobile Mapping System*), a seconda delle dimensioni e delle caratteristiche geometrico-formali degli ambienti da acquisire. L'integrazione di queste due tecniche ha permesso di acquisire digitalmente l'articolata spazialità interna nella sua totalità e i dettagli architettonici dell'Excelsior. Il rilievo è stato completato con la raccolta di dati sull'apparato costruttivo e sullo stato di conservazione delle diverse parti dell'edificio.

- Elaborazione Dati e Restituzione bidimensionale

Grazie all'opportunità di ottenere profili ed ortofoto dalla nuvola di punti finale è stato possibile aggiornare, attualizzandola, la documentazione grafica bidimensionale. Questa nuova documentazione ripropone le stesse rappresentazioni del progetto d'archivio realizzate dall'architetto, facilitando così l'analisi delle differenze tra il progetto originale e la situazione attuale.

- Fruizione Virtuale e Diffusione

L'ultima fase della ricerca ha riguardato l'elaborazione del modello per la gestione su piattaforme digitali dedicate alla fruizione virtuale del modello 3D. Allo scopo di includere il modello nella creazione di tour virtuali interattivi, la realizzazione di esperienze immersive in realtà aumentata (AR) e virtuale (VR), e lo sviluppo di contenuti educativi e divulgativi. Tali strumenti hanno lo scopo di rendere il cinema Excelsior virtualmente accessibile a un pubblico globale, promuovendo al contempo la consapevolezza e il valore del patrimonio architettonico degli anni Trenta.

Il cinema Excelsior raccontato attraverso i documenti d'archivio

L'Archivio Storico del Comune di Catania conserva una ricca documentazione relativa ai progetti del patrimonio cinematografico depositati, edificato e non, nella prima metà del XX secolo. Tale documentazione possiede un grande valore storico

Fig. 4. Cinema Excelsior di Catania. Comparazione tra foto storiche e foto odierne. In alto, vista della sala cinematografica; in basso, vista della hall d'ingresso.

e culturale, fornendo informazioni spesso dettagliate sui progetti originali, attraverso disegni architettonici, permessi di costruzione, fotografie storiche e altri documenti correlati. Questi costituiscono una risorsa di grande valore per gli storici e gli studiosi dell'architettura urbana di quel periodo, offrendo un'opportunità unica per esplorare e comprendere la storia delle sale cinematografiche nate a Catania in quegli anni. In particolare, all'interno dell'archivio sono stati rinvenuti i disegni tecnici del progetto originale del cinema Excelsior, che comprendono le planimetrie delle fondazioni, della sala e del giardino adiacente, della tribuna, del terrazzo e del solaio in cemento armato, il prospetto principale e i dettagli decorativi, una sezione trasversale e una longitudinale (Fig. 3), oltre ad una breve relazione tecnica, ai calcoli delle strutture e l'autorizzazione a costruire.

Attraverso un'attenta lettura della documentazione d'archivio è stato possibile narrare e delineare il processo di progettazione, dall'origine concettuale fino allo stato attuale dei luoghi, partendo dalla descrizione delle opere scritta dallo stesso architetto in allegato alla domanda di autorizzazione ad eseguire un cinematografo: "Il cinema Eden sarà costituito da grande sala con tribuna e annessi ina conformità al progetto. Prospetto fornito di grandi vetrate artistiche, insegne luminose, posto per cartelloni, reclami, ecc. Il semicerchio fornito di sola grata e la tribuna soprastante da sola ringhiera essendo il locale soprastante cinema scoperto. Cubatura complessiva della sala mc 4000. Posti

N1000 corrispondente per ogni individuo metri di area, l'eventuale difetto viene compensato dalle ampie aperture nel giardino annesso di complessivi mq 30 di luce aria diretta".
Il prospetto principale, nonostante la sua modesta estensione, si eleva, nel progetto, verso l'alto grazie ai due partiti laterali a torre enfatizzati da lunghe finestre continue, tipiche del *Dèco*. Al centro, tre aperture quadrate al primo piano, sovrastate da un'ampia finestra semicircolare, conferiscono un'impronta di rigore geometrico e imponenza a questa modesta facciata che invita all'ingresso al cinematografo e, pur collocata in una via secondaria del centro storico, rimane facilmente identificabile sulla continua quinta edilizia. Confrontando progetto originale, foto storica e l'attuale stato della facciata, si possono notare solo delle differenze nell'apparato decorativo e l'appiattimento delle torrette svettanti, oggi inglobate da una sopraelevazione leggermente arretrata. L'architetto aveva previsto di inserire una raggiera in ferro all'interno dell'apertura semicircolare, vetri a mosaico nelle grandi finestre laterali e del primo piano, oltre alla presenza di mascheroni e immagini allegoriche tratte dal repertorio teatrale, che non sono mai stati realizzati. Rimangono, invece, i sottili fili di perle in pietra che incorniciano i profili delle aperture del partito centrale e il sistema di mensole sostenute da mezze coccarde, unici elementi in aggetto rispetto al piano della facciata. Come visibile dalle due sezioni di progetto, era contemplata la realizzazione di un'arena all'aperto, oggi non presente, e l'esistenza di tribuna e corridoi con posti laterali, ben visibili anche nelle foto storiche. Allo stato attuale questi ambienti risultano modificati per l'esigenza, non prevista dal progettista, di creare ulteriori servizi per il pubblico (Fig. 4). La possibilità di consultare la preziosa documentazione archivistica, ha permesso di risalire alle origini del progetto iniziale del cinema, visto il susseguirsi delle molteplici modifiche cui è stato soggetto nel corso del tempo.

Il rilievo digitale come strumento di conoscenza ed esplorativo

Il rilievo digitale ha ampliato le possibilità di esplorare la spazialità del cinema, consentendo un'analisi dettagliata degli ambienti interni, con particolare attenzione a quelli difficilmente accessibili. La nuvola di punti, risultato delle operazioni di rilievo integrato condotte, è stata ottenuta mediante l'impiego di due diversi strumenti di rilevamento, selezionati in base alle specifiche necessità. Per documentare l'esterno, il vestibolo e la sala, è stato utilizzato l'*imaging laser scanner* Leica BLK360, con il quale sono state effettuate 12 scansioni: 3 all'esterno, 3 nel vestibolo e 6 nella sala. L'assenza di illuminazione artificiale ha reso gli spazi non esposti alla luce naturale privi del dato RGB. In aggiunta, 4 scansioni sono state realizzate con il BLK2GO, equipaggiato con tecnologia SLAM (*Simultaneous Localization and Mapping*), che ha permesso di catturare digitalmente quegli spazi difficilmente accessibili a causa dello stato dei luoghi. Queste ulteriori acquisizioni hanno interessato il vestibolo (usato come punto di connessione con le scansioni effettuate con il LIDAR), le rampe di collegamento, il primo piano con

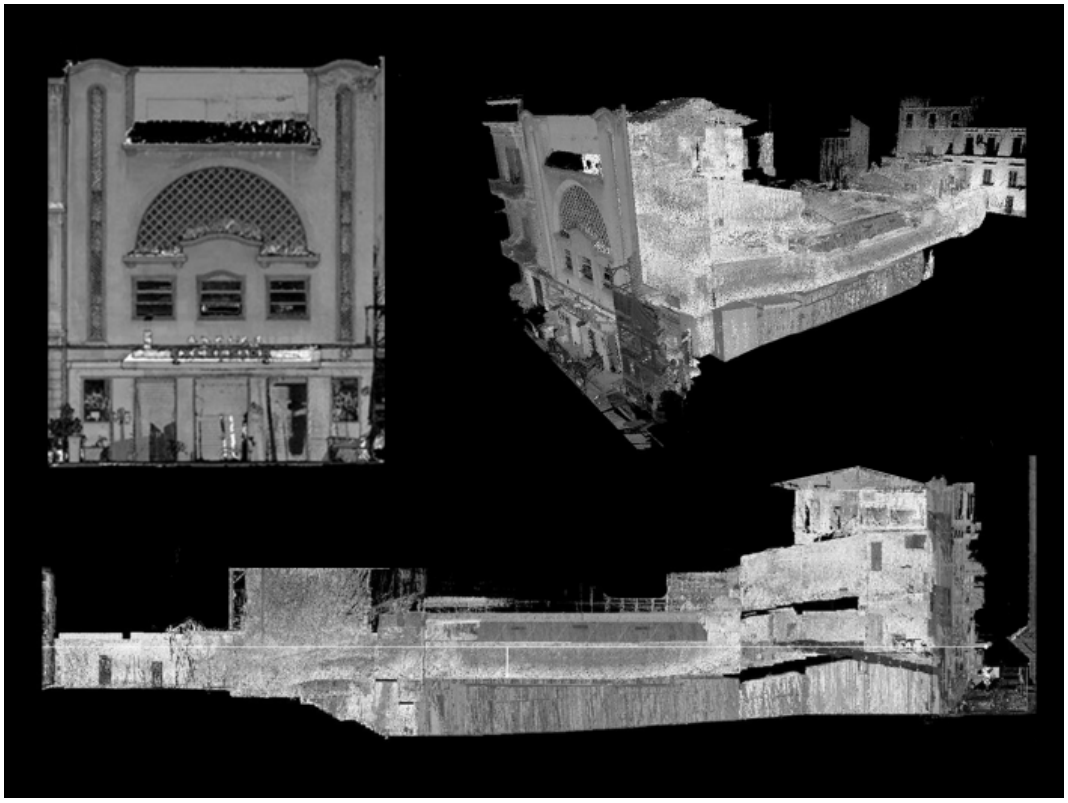


Fig. 5. La nuvola di punti del cinema Excelsior, ottenuta dall'integrazione di rilievo mediante LIDAR e SLAM.

l'area destinata alla ristorazione, i corridoi laterali, il retro dello schermo, i locali tecnici situati sopra il bar, e infine, l'ultimo piano, che ospita una struttura fatiscente un tempo adibita a residenza del custode (ndr). Un'ulteriore scansione ha incluso l'intera sala, lo spazio esterno retrostante e il collegamento con via Sisto. Dopo l'acquisizione, le nuvole di punti sono state elaborate e allineate, generando una nuvola totale composta da poco meno di 600.000.000 di punti (Fig. 5).
Da questa sono stati estrapolati dati bidimensionali accurati, che hanno costituito la base per l'avvio di un'analisi dettagliata dello spazio interno del cinema. Questi dati hanno permesso la realizzazione di piante, prospetti e sezioni, facilitando la comprensione degli spazi, nonché l'identificazione di dettagli architettonici e potenziali problematiche.
La nuvola di punti è stata caricata su TruView Cloud, una piattaforma *cloud* per la realtà digitale, che offre la possibilità di esplorare il modello in modo interattivo. Attraverso questa piattaforma, è possibile navigare virtualmente all'interno del cinema, osservando gli spazi da diverse angolazioni con facilità. Questa funzionalità rende i dati accessibili sia ai professionisti che ai non esperti, favorendo la collaborazione e la condivisione di informazioni.

Riflessioni sulle informazioni che offre la nuova documentazione

Dopo aver completato la fase di raccolta dei dati mediante le tecniche di rilievo precedentemente illustrate, è stato avviato un rigoroso processo di analisi critica per valutare le attuali condizioni dell'edificio e le modifiche funzionali che lo hanno interessato nel tempo.
In particolare, l'elaborazione della nuvola di punti e la conseguente realizzazione di elaborati grafici bidimensionali aggiornati hanno consentito una lettura critica delle modificazioni progettuali intercorse nel tempo, evidenti dal confronto tra progetto originale e stato di fatto (Fig. 6).
La configurazione della platea è stata sostanzialmente mantenuta invariata, sebbene siano state implementate modifiche per conformarsi alle normative di sicurezza. Queste modifiche includono la creazione di uscite di emergenza posizionate strategicamente vicino all'area dello schermo, le quali conducono ad un corpo scala retrostante già parte del progetto originario.
Al piano terra, nel vestibolo, è stata mantenuta soltanto una delle due rampe di scale che originariamente conducevano al primo piano. L'originario vano scala è ora rimosso, ma la sua traccia è ancora visibile al piano superiore, individuata attraverso l'analisi della nuvola di punti. I servizi igienici, inizialmente posizionati ai lati del vestibolo, sono stati riorganizzati in modo strategico ai lati della platea.
Al primo piano, l'espansione dell'area ristoro ha comportato significative dell'area che un tempo ospitava la tribuna. Una nuova cabina di proiezione è stata installata nello spazio un tempo occupato dalle gradonate, sostituendo la precedente che risultava più arretrata rispetto alla sala.
La sala e i corridoi laterali, in precedenza dotati di balconate per la visione dello schermo, si presentano attualmente come due ambienti separati. Le aperture ad arco, chiaramente visibili nei disegni originali, sono state opportunamente schermate, presumibilmente per ottimizzare le prestazioni all'interno della sala.
Al secondo livello, la presenza delle gradonate suggerisce l'intenzione progettuale di realizzare un'arena all'aperto, al servizio della quale era stata concepita una seconda tribuna al terzo livello; tuttavia, non vi sono evidenze della sua effettiva realizzazione o utilizzo.
Infine, rimane traccia di una seconda cabina regia per la proiezione degli spettacoli, destinata alla suddetta arena, in quello che oggi è un rudere, un tempo casa del custode del Cinema.
La riconfigurazione, dunque, ha salvaguardato tracce sostanziali del progetto originale, al contempo adattandolo alle esigenze emerse nel corso del tempo.

Conclusioni

La presente ricerca ha investigato l'Excelsior, cinema d'epoca degli anni '30 chiuso al pubblico da diversi decenni. L'analisi della documentazione archivistica ha permesso di

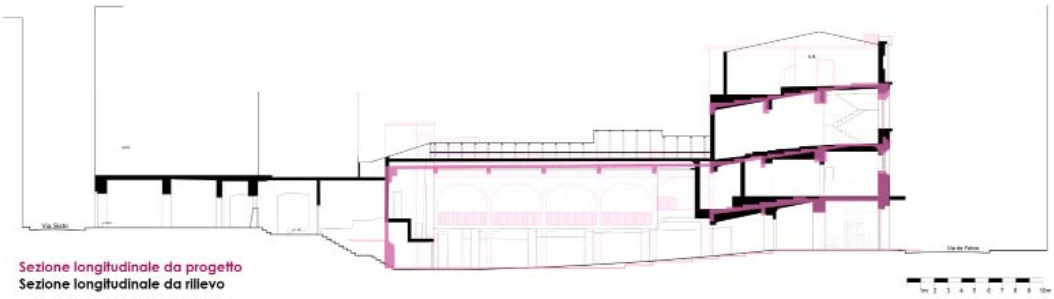


Fig. 6. Sezione longitudinale da progetto e sezione longitudinale da rilievo. Evidenti la cesura delle gradonate al primo livello, dovuta alla creazione dell'area ristoro, e la presenza delle balconate verso la sala, successivamente schermate

ricostruire le origini dell'edificio e di documentare e analizzare le modifiche intercorse negli anni. La possibilità di accedere e documentare digitalmente il sito ha permesso di analizzare in dettaglio le discrepanze tra il progetto originale e lo stato di fatto, così come l'esplorazione virtuale della nuvola di punti ha, infine, aperto la possibilità di investigare virtualmente l'edificio nei suoi molteplici aspetti.
La studio, ancora in corso, ha stimolato l'interesse verso ulteriori indagini. In particolare, ci si propone l'obiettivo di reperire e analizzare il progetto di modifica del cinematografo, al fine di rispondere alle domande ancora insolute sollevate durante la ricerca. Per quanto riguarda l'aspetto delle esplorazioni virtuali, prospettive future includono lo sviluppo di un modello 3D arricchito semanticamente. Il modello dovrà contenere tutte le informazioni reperite, restituendo la bellezza originale dell'Excelsior e offrendo una visione d'insieme da condividere con la comunità, scientifica e non, che possa incentivare i professionisti del settore a considerare il restauro di questo patrimonio architettonico, attualmente trascurato e in stato di degrado.

Attribuzioni

Tutti gli autori hanno contribuito in egual misura alla stesura dell'idea progettuale del presente articolo. Nello specifico, per quanto concerne la scrittura dei paragrafi: primo paragrafo M. Galizia, secondo paragrafo G. D'Agostino; terzo paragrafo G. D'Agostino e R. Garozzo; quarto paragrafo G. D'Agostino; quinto e sesto paragrafo R. Garozzo; settimo paragrafo G. D'Agostino, R. Garozzo, M. Galizia.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano la famiglia Miraglia, proprietari dello stabile, per aver aperto le porte del cinematografo. Si ringraziano inoltre: l'Archivio Storico del Comune di Catania per aver permesso la consultazione e la pubblicazione dei disegni del Progetto,

nello specifico il dott. Trovato; la società Leica Geosystem per aver messo a disposizione il laser scanner BLK2GO utilizzato per il rilievo, nella figura di Nicolò di Blasi (agente di vendita); l'agenzia Tecnocasa Studio Umberto per aver permesso la pubblicazione il materiale fotografico presente all'interno dell'annuncio di vendita dello stabile, nella figura di Giada Fasone (agente immobiliare).
La ricerca fa parte del progetto PIA.CE.RI. Piano di finanziamento – MUARCH UNICT 2020-22 linea di progetto intradipartimentale 2.
Le attività di rilievo e le restituzioni grafiche bidimensionali sono state condotte durante il Corso di Disegno dell'Architettura II, A.A. 2021-2022, (docente Mariateresa Galizia, collaboratori Graziana D'Agostino, Raissa Garozzo).

Riferimenti bibliografici

Cottini A., Ferretti R. (2020). Rilievo digitale integrato e documentazione delle quadrature all'interno della chiesa di Santa Teresa a Piacenza/Integrated Digital Survey and Documentation of the Quadrature Paintings in the Santa Teresa Church in Piacenza. *CONNETTERE. Un disegno per annodare e tessere.* (p. 2012-2029). Reggio Calabria e Messina: Franco Angeli.

Calvano M., Cessari L. and Gigliarelli E. (2023). Tradition in Innovation. Some Considerations on SLAM Technique Integration for Historic Buildings. 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.* (pp. 2521-2530). Palermo, FrancoAngeli.

D'Agostino G., & Galizia M. (2022). Il rilievo e la rappresentazione del Teatro Sangiorgi di Catania, testimonianza e memoria documentale di usi e costumi del Novecento. *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione* (p. 2439-2458). Milano: Franco Angeli.

D'Agostino G., Garozzo R., Bertolone M., Galizia M. (2022). TLS e UAS 3D data integration for the knowledge and representation of a mid-18th century architecture: the Teatro Massimo Bellini in Adrano (CT). *DISEGNARECON*, 6.1-6.10.

Galizia M. (2002). *L'ambiente urbano di Catania nel '900*. Roma: Gangemi Editore.

Godoli E., Mauro E., Ruta A. M., Sessa E., Tornatore G. (2014). *L'architettura dei cinematografi in Sicilia*. Palermo: Edizioni Arianna.

Mandelli M., Fassi F., Perfetti L. and Polari C. (2017). Testing different survey techniques to model architectonic narrow spaces. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII- 2 /W5, (pp. 505–511).

Merlo A. (2020). *Tra innovazione e tradizione: il cinema-teatro dell'Accademia delle Belle Arti in Tirana*. Firenze: Firenze Architettura.

Remondino F. & Rizzi A. (2010). Reality-based 3D documentation of natural and cultural heritage sites. Techniques, methods, applications, and future trends. *Applied Geomatics*.

Rocca A. (1988). *L'arte del ventennio a Catania*. Catania, Magma.

Surrentino D'Afflitto A. (2006). Catania e il cinema. Dalle prime proiezioni del Sangiorgi nel 1900 alle multisale del 2000. *Agorà*, fasc. 25-26, (pp. 64-67).

Fonti archivistiche

I Versamento 1921-1957, fasc. 112/1930, Fondo progetti approvati, ASC Catania, 1930.

Il patrimonio del Bioparque La Plata, ex Zoo. Conoscenza e divulgazione attraverso il disegno integrato

Camila Martín[1], Fabiana Carbonari[1]

[1]Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata, ARGENTINA

ccamimmartin@gmail.com; fabianacarbonari@yahoo.com.ar

Keywords: La Plata; Bosque; Bioparque; Zoo; Patrimonio; Conoscenza / *La Plata; Bosque; Bioparque; Zoo; Heritage; Knowledge.*

Abstract

La costruzione *ex novo* della città di La Plata nel 1882 dovrebbe riflettere, nel suo ruolo di capitale della Provincia di Buenos Aires, secondo i criteri del governo argentino, il momento di splendore che il paese visse alla fine del XIX secolo. Così, i paesaggi urbani vengono creati, trasformati e caratterizzati da un volume di edifici, che con diversi ruoli e senza precedenti, hanno contribuito a tale processo.
Il progetto urbano è stato concepito in modo integrato. Costituito dal Casco Urbano, un'area perimetrale di campagna e il porto sul Río de la Plata. La disposizione del Casco è ortogonale con grande rigore geometrico: un sistema circolatorio chiaramente differenziato tra strade, viali, diagonali e circonvallazioni, riflettendo anche i principi igienici. Grandi spazi aperti e vegetazione sono presenti nei parchi e nelle piazze dislocati ogni sei isolati. Queste caratteristiche vengono interrotte nel settore NE dalla presenza di un ampio parco denominato Bosque de la Plata. La sua origine risale alla creazione della città, concepito come spazio destinato a diverse attività ricreative e culturali. La visione estetica e contemplativa ottocentesca si arricchì fino a diventare il 'polmone della città'. È un centro sportivo, educativo e culturale in cui si trovano gli edifici della Universidad Nacional de La Plata -UNLP-, il Planetario, un Teatro, un lago artificiale, sentieri per passeggiate, una foresta, la Gruta e lo Zoo, ora trasformato in Bioparque. Questa è la ragione per cui, fin dall'inizio, è stato caratterizzato dalla presenza di diversi paesaggi culturali. Nel frattempo, la sua posizione strategica passò dall'essere il collegamento tra la città e il porto, a diventare un'enclave che svolge un ruolo articolatore di tre città -La Plata, Berisso ed Ensenada.
Il Bioparque è stato creato nel 2018 dopo la chiusura dello Zoo. Si trova sulla stessa proprietà e rappresenta un cambio di paradigma con l'abbandono della natura esibizionista degli animali, per intenderlo come un luogo in cui tutti gli elementi della natura coesistono in equilibrio con protezione ambientale. Dopo la ricollocazione di oltre cento animali in ambienti idonei al loro riadattamento, diverse azioni sono state messe in pratica per valorizzare il ricco patrimonio che custodisce.
Edifici in diversi stili e stati di conservazione, vecchie gabbie, sentieri, vegetazione, ruscello e sculture fanno parte di un paesaggio culturale che è racchiuso dietro un grande muro perimetrale con sbarre, questione che attualmente lo rende inaccessibile al grande pubblico. Questa impossibilità di godere e vivere gli spazi non si riferisce solo alla dificoltà di accesso fisico, ma anche di conoscenza. Diventa una barriera culturale da aprire…
In questo senso, la registrazione dei beni, basata sull'applicazione di metodologie integrate, fa parte di

Fig. 1 - Nuvola di punti fotogrammetrica e ortofoto di gabbia monocromo (elaborazione grafica degli autori).

diversi programmi che hanno per obiettivo la conoscenza e valorizzazione di questo ricco patrimonio poco conosciuto, anche dagli abitanti della città.
Nell'anno 2021, la Facultad de Arquitectura y Urbanismo della UNLP ha rubricato un accordo con il Comune di La Plata, che gestisce il Bioparque, per svolgere delle cosiddette Pratiche Professionali per gli studenti avanzati.
L'obiettivo è stato quello di effettuare un rilievo planimetrico delle preesistenze naturali e costruite nel Bioparque, suddiviso in settori. Si è pensato ad un lavoro che potesse crescere in diverse fasi e settori , con il contributo dei gruppi di studenti. Così, sono state fornite linee guida grafiche per il disegno assistito dal computer. Le attività sono state coordinate dal Laboratorio de Experimentación Gráfica Proyectual del Habitar – L'egraph.
Le immagini che emergono da questo studio contribuiscono alla conoscenza di questo patrimonio, sia da parte di studenti, specialisti e visitatori, ma soprattutto per i cittadini che vivono e si confrontano quotidianamente con un patrimonio inaccessibile, da scoprire e valorizzare.
Gli studi scientifici riguardanti lo Zoo e il Bioparco sono scarsi. In generale, fanno parte di ricerche più ampie con obiettivi diversi, relative al Bosco. Perciò, uno degli obiettivi di questo contributo è riflettere su questi beni culturali, che con linguaggi e caratteristiche diverse hanno modificato le loro funzioni e si inseriscono in un paesaggio culturale unico nella città. Opere che rischiano di rimanere anonime e persino di scomparire.
Il disegno con mezzi digitali, come i sistemi di informazione geografica e la fotogrammetria, ci permette di ottenere la conoscenza, l'interpretazione e la comunicazione di ciascuna delle opere così come dello stato di conservazione in cui si trovano, per procedere a generare linee guida di intervento. In questo senso, il disegno digitale è una fonte di monitoraggio grafico in cui è importante sia la sensibilità dell'autore che il corretto utilizzo degli strumenti (Fig. 1).
Siamo consapevoli che si tratta di una risorsa, di un mezzo che permette di compiere viaggi virtuali alla scoperta di un patrimonio inaccessibile, la cui conoscenza e tutela ci impegnano pienamente a pensare, sentire e agire.

The ex novo *construction of the city of La Plata in 1882 should reflect, in its role as capital of the Provincia of Buenos Aires, according to the Argentine government, the moment of splendor that the country experienced at the end of the 19th century. Thus, urban landscapes were created, transformed and characterized by a volume of buildings, which with different and unprecedented roles, have contributed to this process.*
The urban project was conceived in an integrated way. It was constituted by the Casco Urbano, a perimeter area of farms and the Río de La Plata port. The layout of the Casco is orthogonal with great geometric rigor, a circulatory system clearly differentiated into streets, avenues, diagonals, a ring road and reflected hygienic principles. Large open spaces and vegetation are present in parks and squares located every six blocks. These characteristics are interrupted in the northeast sector by the presence of a large park called Bosque de La Plata. Its origin dates back to the creation of the city, as a space intended for various recreational and cultural activities. The ottocentesca, nineteenth-century, aesthetic and contemplative visión was enriched to become the 'lung of the city'. It is a sports, educational and cultural center where the buildings of the Universidad Nacional de La Plata –UNLP-, the Planetario, a Theater, an artificial lake, walking paths, a forest, the Gruta and the zoo, current Bioparque, are located. That is why, since its beginnings it has been characterized by the presence of different cultural landscapes. Over the years, its strategic position went from being the connection between the city and the port to becoming an enclave that plays an articulating role between three cities –La Plata, Berisso and Ensenada-.
The Bioparque was created in 2018 after the closure of the Zoo. It is located on the same property and materializes the paradigm shift in terms of abandoning the exhibitionism of animals, to be understood as a place where all the elements of nature are in balance and with environmental protection. After the relocation of more than a hundred animals to places suitable for their rehabilitation, various actions were put into practice to enhance the rich heritage it preserves.
Buildings in different styles and states of conservation, old cages, paths, vegetation and sculptures are part of a cultural landscape that is enclosed behind a large perimeter wall with bars, which makes it inaccessible to the

general public. This impossibility of enjoying and experiencing this spaces does not only refer to the difficulty of physical access, but also to the knowledge. It becomes a cultural barrier to open...
Thus, the registration of assets, based on the application of integrated methodologies, is part of various programs that have as their objective the knowledge and valorisation of this rich little-known heritage, even for the inhabitants of the city.
In the year 2021, the Facultad de Arquitectura y Urbanismo of the UNLP, has signed an agreement with the Municipalidad of La Plata, which manages the Bioparque, to carry out the activities known as Professional Practices for advanced students.
The aim was to get a planimetric survey of the natural and built pre-existences in the Bioparque, divided into sectors. It is thought of as a work that could grow in different phases with the contribution of student groups. In order to achieve this, graphical guidelines for computer-aided drawing have been provided. The activities were coordinated by the Laboratorio de Experimentación Gráfica Proyectual del Habitar –L'egraph-.
The images that emerge from this study contribute to the knowledge of this heritage, both by students, specialists and visitors but, above all, for citizens who live and deal daily with an inaccessible heritage, to be discovered and valorised.
Scientific studies referring to the Zoo and the Bioparque are scarce. In general, thay are part of larger investigations with different objectives, referring to the Bosque. Therefore, one of the objectives of this contribution is to reflect on these cultural assets which, with different languages and characteristics, have modified their functions and are inserted into an unique cultural landscape in the city. Works that risk remaining anonymous and even disappearing.
Drawing with digital media, such as geographic information systems and photogrammetry, allows us to achieve knowledge, interpretation and communication of each work. As weel as the state of conservation in which they are found, to proceed to generate guidelines for action. In this sense, digital drawing is a source of graphic monitoring in which the sensitivity of the author is as important as the correct use of the tools (Fig. 1).
We are aware that it is a resource, a medium that allows us to take virtual journeys to discover an inaccessible heritage and protection of which fully commits us to think, feel and act.

Costruzione *ex novo* della città di La Plata

La creazione della città di La Plata, nuova Capitale della Provincia di Buenos Aires, accade in un momento storico segnato, a livello nazionale, dall'espansione economica e dalla trasformazione politica della República Argentina. Dotare la Provincia di Buenos Aires di una nuova capitale, come conseguenza diretta del rendere federale la città di Buenos Aires dopo la rivoluzione tra connazionali del 1880, fu un atto di volontà politica che veniva a mettere fine al conflitto tra le province e la capitale nazionale per godere i grossi benefici della dogana. Questo accade in un periodo di splendore economico basato sulle esportazioni agricole.
La città è stata creata da zero o *ex novo* in una zona conosciuta come Lomas de la Ensenada, situata a 60 km a sud est dell'attuale città di Buenos Aires. La posizione selezionata corrisponde ad un posto più elevato nei pressi di un porto naturale con ottime caratteristiche (Fig. 2).
L'opera è stata progettata dal governatore della Provincia di Buenos Aires, Dardo Rocha, e il suo consulente tecnico, Pedro Benoit. Loro articolarono azioni tra il Dipartimento di Ingegneri della Provincia di Buenos Aires e tre commissioni per decidere il sito, il progetto urbanistico e la sua realizzazione attraverso un gran numero di edifici pubblici per ospitare la nuova burocrazia provinciale e comunale, in un gesto di controllo centralizzato della proposta. Questo insieme di edifici costituisce

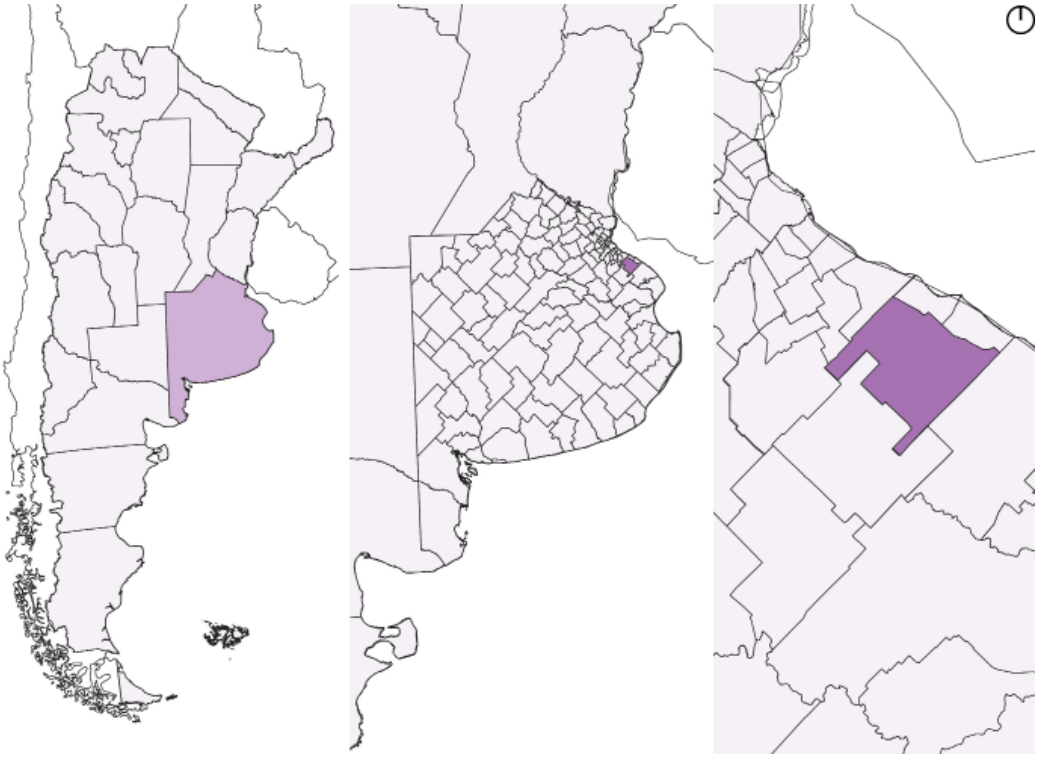


Fig. 2 - Localizzazione geografica della città di La Plata, Buenos Aires, Argentina (elaborazione grafica degli autori).

attualmente un significativo patrimonio del XIX secolo. Sia la sua origine che la sua crescita furono strettamente legate alla situazione economica, politica e sociale della República Argentina.
Attualmente, sulla base della crescita diffusa alla periferia di Casco Urbano, la città è collegata a Buenos Aires attraverso il suo agglomerato urbano, ma mantiene la struttura planimetrica originaria.

Il progetto urbano. Geometria ed igienismo

Quella struttura urbana fu concepita da una commissione composta da professionisti di spicco legati alla costruzione, ma anche alla salute. Articolavano le diverse funzioni della capitale, ad esempio l'amministrazione, il porto, il commercio e la vita dei cittadini in generale, il tutto secondo il concetto di città igienica. Così, integrarono il Centro Urbano, destinato alle attività governative, commerciali e residenziali della popolazione, e una periferia formata da campi di varie dimensioni, chiamati *quintas y chacras*, per la produzione di ortaggi, frutta e bestiame, per il rifornimento quotidiano dei cittadini. Nel frattempo, il porto sul Rio de la Plata fu uno dei fattori che definirono la posizione della nuova capitale (Fig. 3).
Il Casco Urbano presenta un design ortogonale di grande rigore geometrico

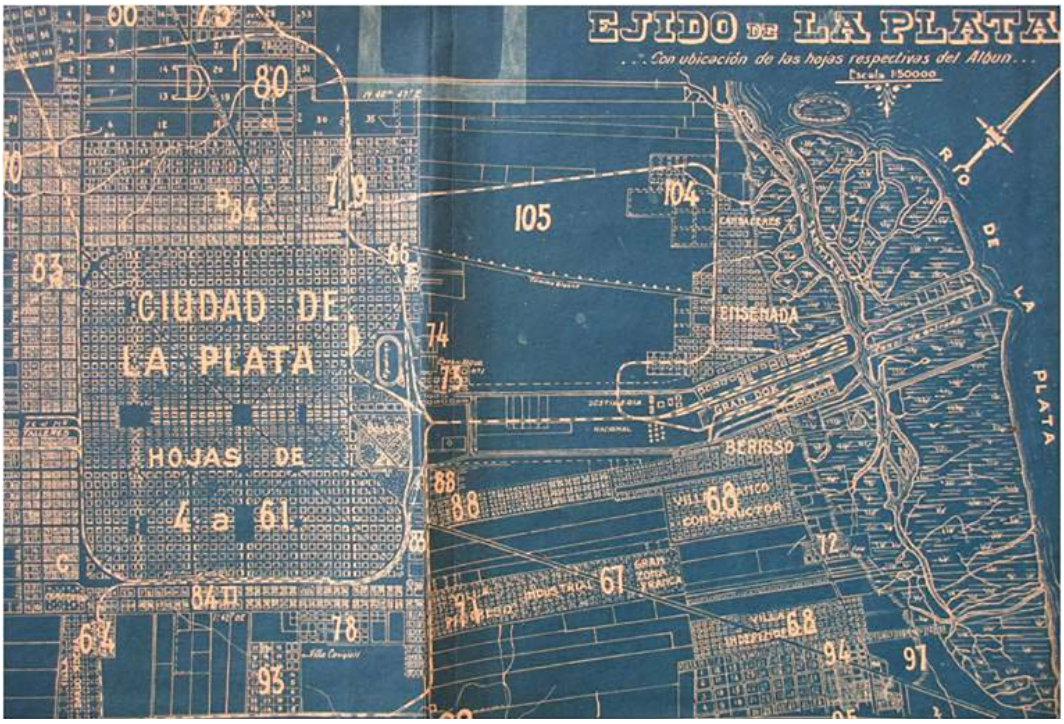


Fig. 3 - Departamento Ingenieros Provincia de Buenos Aires, Ejido de La Plata, XIX secolo, Tecnica: Ferroprusiato, Luogo di conservazione: Archivio privato Dr. Diego J. Arana.

caratterizzato dalla regolarità, della simmetria e dalla presenza dell'Asse Monumentale. "L'idea originale combina la scacchiera ellenistica classica, ripresa dai romani con la definizione di Cardo e Decumano, il Medioevo e le città coloniali americane - le 'Leggi delle Indie' - con il rigore geometrico che ha permesso agli uomini del Rinascimento di pensare al controllo razionale del mondo. Una creazione più intellettuale che reale" [traduzione dallo spagnolo degli autori] (Carbonari, 2016, p. 23) [1]. Grandi spazi, una struttura ordinata, abbondante vegetazione e funzioni insalubri ai margini della città, come il cimitero, l'ospedale e le fabbriche, garantivano una qualità ambientale insolita per l'epoca.

Il sistema circolatorio era chiaramente differenziato fin dall'inizio, con strade, vie, diagonali e circonvallazioni. Ognuna con dimensioni e vegetazione diverse rifletteva principi igienici. Vasti settori esterni ricoperti di vegetazione sono presenti nei parchi e nelle piazze situati ogni sei isolati e coincidendo con l'intersezione delle strade principali. Queste caratteristiche sono interrotte e modificate nel settore NE dalla presenza di un grande parco chiamato Bosque de la Plata (Fig. 4).

Nella mappa originale della città, elaborata dal Dipartimento di Ingegneri nel maggio 1882, il settore nord-est era definito come "area riservata per futura espansione" [traduzione dallo spagnolo degli autori]. La posizione geografica prevedeva che l'Avenida 1 sarebbe stata situata dove oggi si trova l'Avenida 122, senza considerare

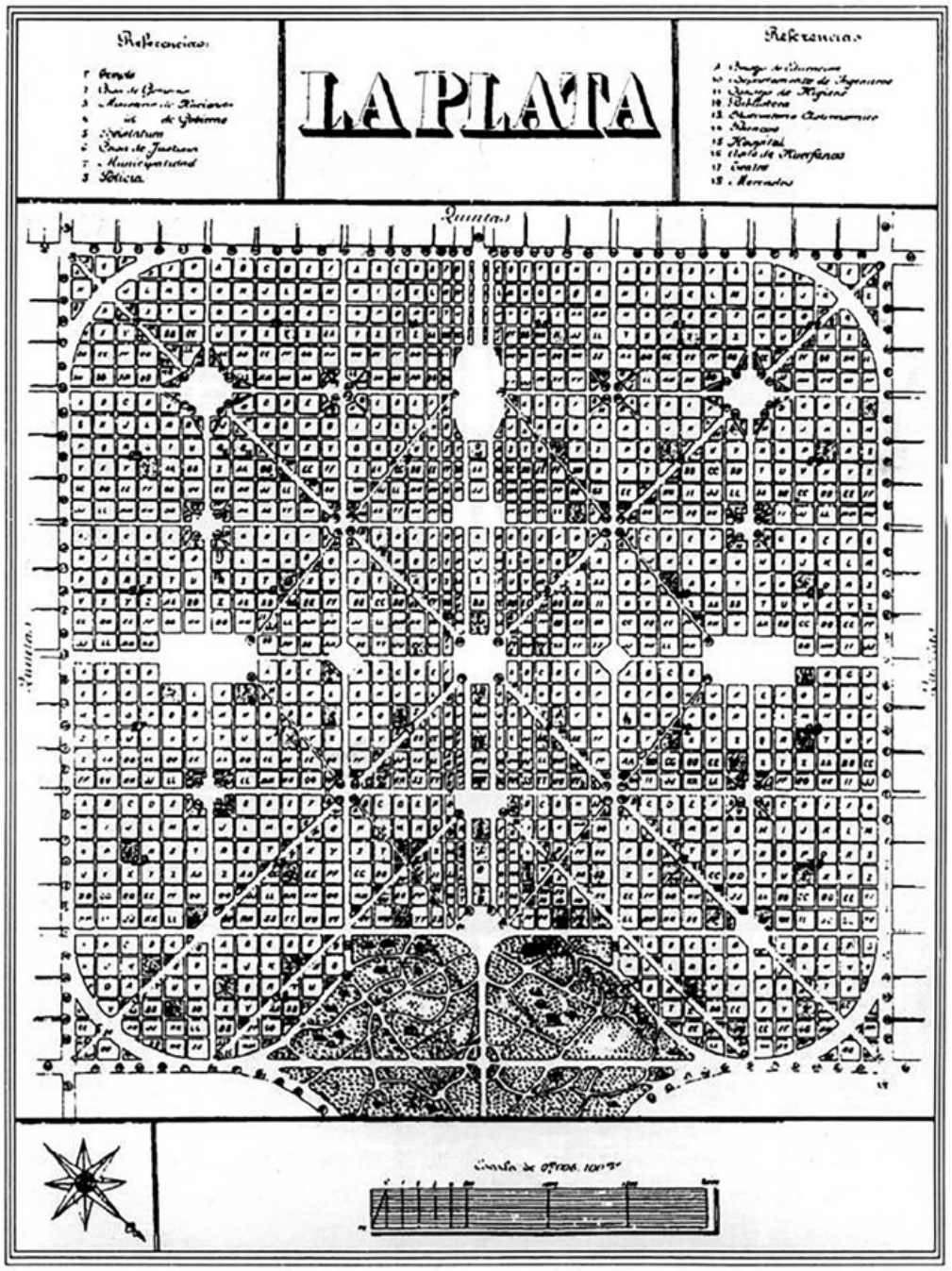


Fig. 4 - Departamento Ingenieros Provincia Buenos Aires, Plano fundacional de La Plata, 1882, Tecnica: litrografia, Luogo di conservazione: Archivo y Museo Dardo Rocha.

lo sviluppo del bosco dell'antica villa Iraola ubicata nell'area tra le attuali vie 3, 40 e le Avenidas 60 e 122. Questa posizione della città, più vicina al fiume, avrebbe comportato la completa scomparsa del Bosque. Fortunatamente il suo valore come massa forestale fu preso in considerazione e, adattandosi alla realtà, apparve per la prima volta nella mappa fondativa di giugno 1882. Lì è incluso in quasi tutta l'area riservata e è legalmente protetto dall'articolo 5 del Decreto Organico, che stabilisce che "Il Parco esistente nell'area sarà libero da divisioni e suddivisioni. Il Dipartimento progetterà le migliorie e le modifiche necessarie per trasformarlo in un viale pubblico e sottoporrà il progetto alla risoluzione corrispondente" [traduzione dallo spagnolo degli autori]. Infine, il 19 novembre 1882, in occasione delle celebrazioni per la posa della prima pietra della città, venne distribuito tra gli invitati uno schizzo con la mappa della città, in cui appariva il Bosque, ribattezzato come Parque Buenos Aires. Era un trapezio che copriva la zona nord-est della città da Camino Real, attualmente chiamata Avenida 1, fino all'Avenida 122 e dall'Avenida 44 fino alle Avenidas 38 e 60 fino all'Avenida 66. Al suo interno sono conservate le vie di circolazione verso Villa Iraola, attualmente conosciuta come Avenida Iraola e Avenida Centenario.
Il settore originariamente progettato per lo sviluppo di diverse attività culturali e ricreative si organizza a partire da un sistema di tre assi da una piccola piazza situata all'incrocio tra l'Avenida 1 e l'Avenida 52, un'estensione dell'Eje Monumental. All'interno del settore "è stato proposto il tracciamento di un insieme di percorsi interni sinuosi, con un percorso pittoresco" [traduzione dallo spagnolo degli autori] (de Paula, 1987, p. 200-201) 2].
La visione estetica e contemplativa dell'Ottocento si è arricchita fino a diventare il cosiddetto polmone della città. Sebbene la presenza del Museo de Ciencias Naturales e dell'Osservatorio Astronomico faccia parte dell'origine stessa del settore, nel corso degli anni varie istituzioni hanno aggiunto la loro presenza costruttiva, modificando l'equilibrio originale tra spazio costruito e spazio libero (Fig. 5).
Anche se fu progettato, ciò che fu espresso nei piani presto cominciò a discostarsi dalla realtà. Pertanto, nella sua storia possiamo osservare trasformazioni morfologiche legate ai diversi usi e attività che, di fronte a differenti necessità e programmi, si sono appropriati dello spazio verde. Ciò è evidente nella seguente matrice comparativa dell'evoluzione attuale del Bosco fino all'occupazione attuale.
Oggi è un centro sportivo, educativo e culturale dove si trovano edifici dell'Universidad Nacional de La Plata - UNLP -, il Planetario, l'ippodromo, un teatro, un lago artificiale, sentieri per camminare, un bosco, una grotta e uno zoo, ora Bioparco. Nel corso del tempo, la sua posizione strategica si è consolidata. Oggi è diventato un punto di riferimento che svolge un ruolo di collegamento tra tre città della regione -La Plata, Berisso e Ensenada.

Fin dai suoi inizi, il settore si è caratterizzato per la presenza di diversi paesaggi culturali. L'UNESCO, nella Convenzione sul Patrimonio Mondiale del 2005, definisce i paesaggi

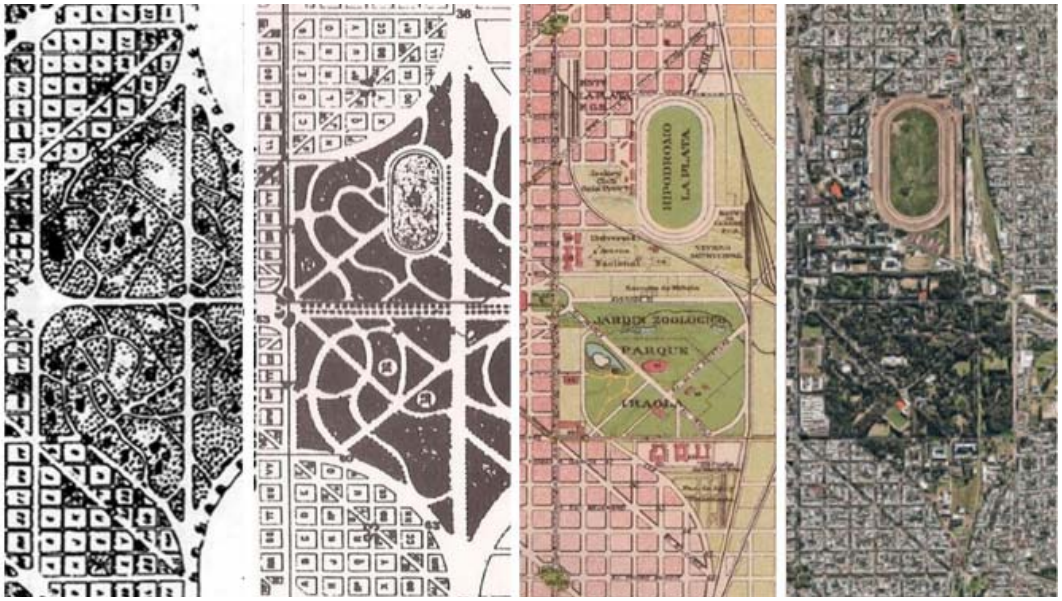


Fig. 5 - Collage di matrice comparativa della reale evoluzione del Bosque della Città di La Plata, dalla sua fondazione ad oggi, 2023 (elaborazione grafica degli autori).

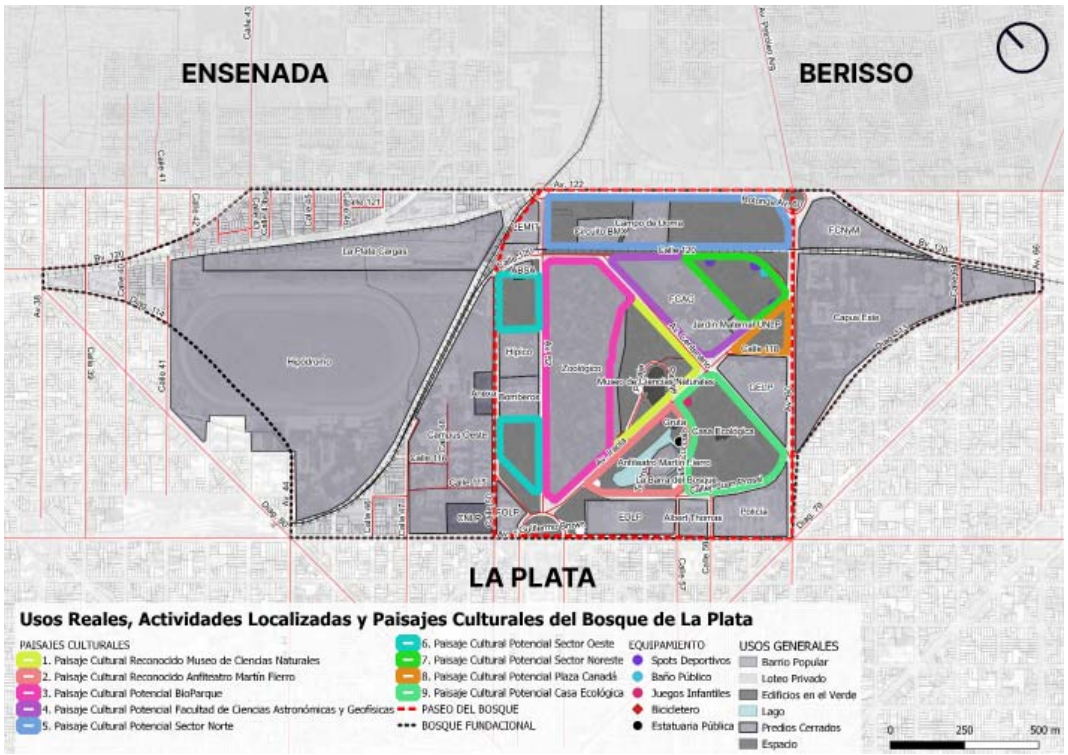


Fig. 6 - Usos reales, actividades localizadas y Paisajes Culturales del Bosque de La Plata, 2022, Tecnica: sistemi di informazione geografica (elaborazione grafica degli autori).

Fig. 7 - Collage di foto storiche dello Zoo, del Museo de Ciencias Naturales y del Observatorio, XIX Sicolo, Luogo di conservazione: Archivo fotográfico del Ministerio de Infraestructura (elaborazione grafica degli autori).

culturali come "le opere congiunte dell'uomo e della natura che illustrano l'evoluzione della società e degli insediamenti umani nel corso degli anni, sotto l'influenza delle limitazioni e/o dei vantaggi presentati dall'ambiente naturale e dalle forze sociali, economiche e culturali successive, interne ed esterne" (Fig 6).

Lo Zoo e il Bioparco

Nel 1884, l'esploratore, collezionista e politico argentino Francisco P. Moreno presentò al governo della provincia di Buenos Aires un progetto per creare un museo nella capitale. La proposta collega l'Osservatorio Astronomico, il Museo di Scienze Naturali e lo Zoo all'interno del Bosco come riflesso dell'universo e dell'evoluzione organica del regno animale e vegetale. Si potrebbe dire che questa idea, avanti per l'epoca, fu ripresa e portata a termine con la costruzione dello Zoo, come dimostrano le immagini originali e attuali del settore. Queste fotografie antiche mostrano i paesaggi culturali di ogni momento storico fino ai giorni nostri. Rendono più viva la storia degli spazi e la loro relazione fino a trasformarli oggi in uno spazio caratteristico unico della città (Fig. 7).

In questo contesto, si può menzionare che "Durante la fine del XIX e l'inizio del

XX secolo in Argentina è possibile osservare un ampio utilizzo della fotografia come strumento per diffondere ideali di progresso e modernizzazione" [traduzione dallo spagnolo degli autori] (Trivi & Martín, 2023, p. 2) [3]. Sebbene esistessero piccoli negozi fotografici ad uso privato, a partire da quel momento ha avuto inizio una richiesta di fotografia da parte dello Stato. Questo è stato guidato dall'idea di "trasmettere le ideologie progressiste dell'epoca. L'intento era concentrato nel catturare il processo di trasformazione che si stava svolgendo per convertire il territorio naturale in un ambiente civilizzato modificato dall'intervento umano". [traduzione dallo spagnolo degli autori] (Trivi & Martín, 2023, p. 2) [4]. In questo contesto, nel 1904 il governo provinciale creò la commissione incaricata di progettare il cosiddetto Paseo del Bosque e il Jardín Zoológico. Quest'ultimo entrò in funzione il 16 ottobre 1907, coprendo una superficie di 14 ettari. Il suo obiettivo era offrire svago, istruzione e cultura alla popolazione. La sua creazione, oltre a rispondere alla funzione esibizionista dell'epoca, riflette l'idea presentata da Moreno e dai fondatori della città.
Attraverso un percorso che è cambiato nel tempo in riferimento alla valorizzazione della vita libera degli animali, oltre alla funzione di conservazione delle specie svolta dallo zoo, nel 2018, dopo la sua chiusura, è stato creato il Bioparco.
È situato sulla stessa proprietà e incarna il cambiamento di paradigma nell'abbandonare il carattere esibizionista degli animali, per concepirlo come un luogo dove tutti gli elementi della natura sono in equilibrio e protetti ambientalmente. Il Bioparco Arco appartiene al Comune e dopo il trasferimento di oltre cento animali in luoghi adatti alla loro riabilitazione, sono state messe in atto diverse azioni per valorizzare il ricco patrimonio che conserva.

Diversi edifici interagiscono sul sito. Ognuno ha il proprio stile e stato di conservazione. Ora sono vecchie gabbie, importanti sentieri pavimentati, mentre altri minori rimangono più naturali. Alberi e vegetazione di diversi dimensioni, colori e soprattutto specie autoctone. Un piccolo ruscello attraversa il parco, mentre belle sculture fanno parte di un paesaggio culturale che si chiude, fin dall'inizio, dietro un grande muro perimetrale con grate. Attualmente è inaccessibile al pubblico. E questa impossibilità di godere ed esplorare gli spazi non riguarda solo la difficoltà di accesso fisico, ma anche di conoscenza. Diventa una barriera culturale da superare… (Fig. 8).
Diverse azioni ci permettono di coinvolgere con questo ricco patrimonio nascosto attraverso i nostri ruoli sociali come professionisti e cittadini. L'obiettivo è riconoscere, migliorare e proteggere, ma anche godere, di queste risorse fragili e non rinnovabili. In questo senso, l'UNESCO definisce il patrimonio come "l'eredità che riceviamo dal passato, ciò che sperimentiamo nel presente e ciò che trasmettiamo alle generazioni future, costituendo in ultima analisi la nostra identità". [traduzione dallo spagnolo degli autori] (UNESCO, 2005) [5]. Allo stesso modo, la conoscenza consente il godimento comunitario di questo ricco patrimonio. Si tratta di una questione legata all'accessibilità al patrimonio, generalmente affrontata nell'ambito della disabilità. È

Fig. 8 - Attuale accesso principale al Bioparque, 2024 (elaborazione grafica degli autori).

un diritto umano legato all'accesso fisico, sensoriale, intellettuale, sociale, culturale e comunicativo senza barriere di alcun tipo.

Didattica ed esperienze presso la Facultad de Arquitectura y Urbanismo della UNLP

La registrazione dei beni, basata sull'applicazione di metodologie integrate, fa parte di vari programmi che mirano a sensibilizzare e valorizzare questo ricco e poco conosciuto patrimonio, anche per gli abitanti della città.
In questo contesto, comprendiamo la registrazione come un mezzo per promuovere la conoscenza. Costituisce un aiuto alla memoria e stimola la consapevolezza da cui nasce l'impegno per la protezione e il godimento dei beni.
Allo stesso tempo, il design favorisce l'appropriazione mitigando l'incertezza causata dalla mancanza di elementi documentali dovuti al dissolvimento o alla scomparsa del patrimonio costruito.
E
Il lavoro di aula che ha sempre caratterizzato metodologicamente la Facultad de Arquitectura y Urbanismo della UNLP, in cui studenti e docenti interagiscono direttamente, producendo e riflettendo quotidianamente, costituisce il nostro modo di agire. Attualmente disponiamo di un repertorio sempre più ampio di mezzi di

comunicazione grafica legati al campo dell'architettura. È stato introdotto l'uso di risorse informatiche nel disegno manuale e strumentale, utilizzate nel primo approccio metodologico e strumentale, che come strumenti consentono diverse visualizzazioni che integrano le pratiche, sia durante il processo formativo accademico che nella vita professionale.
Comprendiamo che la registrazione grafica della realtà circostante sia particolarmente significativa quando si riferisce al patrimonio culturale, poiché amplia l'istruzione e apre nuovi orizzonti, stimola la conoscenza dei giovani e promuove la protezione e l'uso del patrimonio. L'obiettivo è quindi stimolare la testimonianza grafica, sia essa presa dalla realtà o dalla documentazione, per promuovere la conoscenza architettonica attraverso il disegno.
Nel 2021, la Facultad ha siglato un accordo con il Comune di La Plata, che gestisce il Bioparque, per realizzare le cosiddette pratiche pre-professionali per studenti avanzati. L'obiettivo è stato quello di effettuare un rilevamento planimetrico e documentazione attraverso disegni analogici e digitali degli elementi architettonici e naturali preesistenti del Bioparque.
La metodologia prevede di dividere il Bioparque in settori, così il lavoro proposto potrebbe crescere in diverse fasi attraverso lo studio dei settori con il contributo di gruppi di studenti in ogni ciclo scolastico. Pertanto, fin dall'inizio sono state fornite linee guida grafiche per il disegno, sia digitale che manuale.
Tutta l'attività è stata coordinata dal Laboratorio de Experimentación Gráfica Proyectual del Habitar – L'egraph, uno spazio di ricerca con sede presso la Facultad de Arquitectura y Urbanismo-UNLP. I professori e ricercatori di L'egraph hanno fornito tutoraggio a piccoli gruppi di studenti.
A ciascun gruppo è stato assegnato un edificio specifico con il suo contesto circostante. In questo modo, hanno registrato il percorso perimetrale dell'edificio e le qualità dell'ambiente circostante (Fig 9).

Il design integrato per comprendere il patrimonio. Supporti digitali.

"Comprendiamo che la registrazione grafica della realtà circostante è particolarmente significativa quando si tratta del patrimonio, poiché amplia l'istruzione e apre nuovi orizzonti, stimola la conoscenza dei giovani e promuove la protezione del patrimonio". [traduzione dallo spagnolo degli autori] (Propuesta Pedagógica SR Carbonari - Dipirro, 2023, p. 18) [6].
È un atto totalmente soggettivo che spetta a chi sceglie cosa vuole rappresentare, da dove, con quali strumenti e tecniche.
In questo senso, il disegno manuale o con mezzi digitali, come i Sistemi di Informazione Geografica o la fotogrammetria, ci permettono di ottenere la conoscenza, interpretazione e comunicazione di ciascuna delle opere e dei contesti circostanti, così come lo stato di conservazione in cui si trovano. Successivamente, si procede a generare conoscenza,

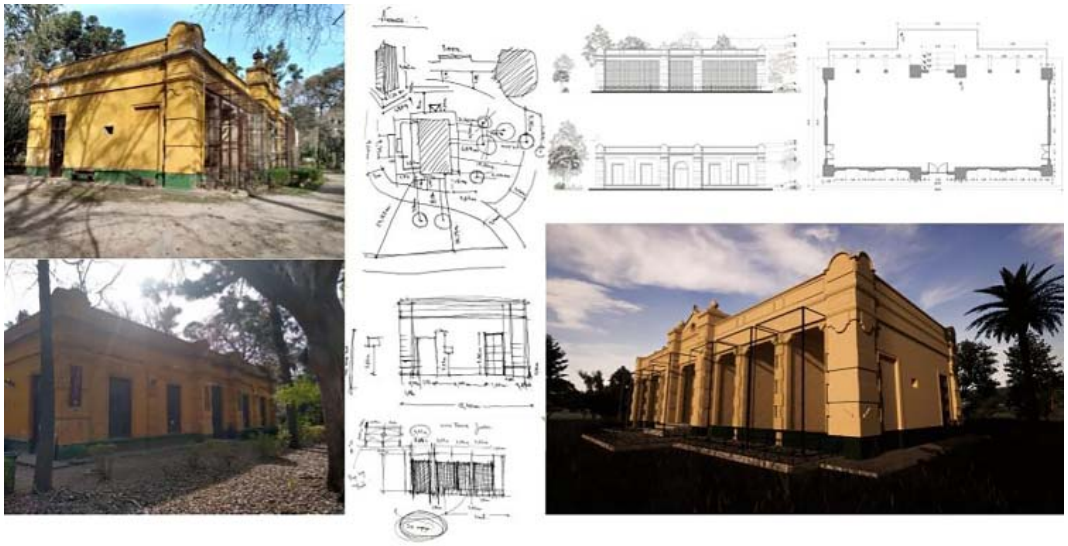


Fig. 9 - Collage di elaborazione propria su disegni di studenti della FAU-UNLP, Rilevamento di gabbia, 2023 (elaborazione grafica degli autori).

come prima azione, e linee guida di azione per la loro protezione.
Il disegno è anche una fonte di monitoraggio grafico in cui è importante sia la sensibilità dell'autore che il corretto utilizzo degli strumenti. In questo senso, l'uso dei Sistemi di Informazione Geografica può consentire una maggiore capacità di rappresentazione in relazione all'adattamento temporale ai cambiamenti. "La georeferenziazione dei dati spaziali, che non sono solo visualizzati su un supporto, ma sono correlati a una serie di attributi, consente l'aggiornamento costante delle variabili. Questo offrirebbe la possibilità di adattarsi alla temporalità della dinamica sociale" [traduzione dallo spagnolo degli autori] (Martín, Ulacia & Sánchez Arrabal, 2023, p. 11) [7].
Utilizzando questi concetti, è stata effettuata un'analisi dall'approccio macro a quello micro. Il primo per esaminare l'oggetto di studio nel suo contesto immediato e il secondo per approfondire l'oggetto stesso. Inizialmente, sono stati studiati gli usi effettivi del Bosque. Successivamente, sulla base dei risultati, è stata generata una definizione dei settori di studio in base alle loro caratteristiche particolari. Questi includono: il Bosque Est e il Bosque Ovest con una forte presenza dell'UNLP, l'area dell'ippodromo e il Paseo del Bosque, attualmente chiamato "René G. Favaloro". Quest'ultimo è l'unico settore che conserva le caratteristiche originali della proposta fondativa del Parco Pubblico.
Attraverso l'uso di basi di dati cartografiche pubbliche, che hanno funzionato come mappe di base, unite alle informazioni raccolte durante la ricerca, è stata ottenuta una diagnosi della situazione attuale della zona. Utilizzando la geolocalizzazione di un'immagine rasterizzata della mappa del Bioparque, è stata ottenuta la posizione di tutti i beni materiali ivi presenti. Dal punto di vista della conoscenza, della diffusione, dell'uso e della protezione del patrimonio, questa esperienza apre le porte alla

georeferenziazione del patrimonio, un procedimento che consente di introdurre nuove forme di comunicazione verso gli specialisti e la comunità. In questo modo è possibile creare pagine web interattive, osservatori digitali costantemente aggiornati e accessibili al pubblico.
La fotogrammetria architettonica nel nostro campo si trova ancora nelle fasi iniziali e non è ancora molto diffusa. Come primo approccio a questa tecnologia, è stata scelta la voliera, un edificio con un linguaggio accademico la cui origine risale alla creazione dello Zoo. La ricostruzione tridimensionale del modello è stata realizzata sulla base della documentazione fotografica raccolta in loco. Utilizzando il software *Metashape*, è stata creata una nuvola di punti tridimensionali che ha generato una mesh e successivamente un'ortofoto. Ciò ha permesso di produrre la documentazione richiesta di piante e prospetti. L'obiettivo di questo primo approccio all'esperienza della fotogrammetria è la ricerca di nuovi modi per definire lo stato attuale del patrimonio, riconoscerlo, documentarlo e diffonderlo, offrendo nuove possibilità per la generazione di linee guida per il restauro e la conservazione. Questa è un'esperienza altamente replicabile negli altri edifici del Bioparco (Fig. 10).
Siamo consapevoli che il disegno è una risorsa, un mezzo che ci consente di compiere viaggi virtuali o fogli di carta, per scoprire un patrimonio inaccessibile, la cui conoscenza e protezione ci impegna pienamente a pensare, sentire e agire.
"È evidente anche che l'incorporazione delle tecnologie dell'informazione genera

Fig. 10 - Nuvola di punti fotogrammetrica e ortofoto di gabbia, 2024 (elaborazione grafica degli autori).

variazioni e possibilità in costante evoluzione. Sebbene in altre discipline del design abbia modificato, mediante l'uso di software specifici, la metodologia di lavoro e l'approccio alla creazione grafica, nella nostra realtà locale si constata soprattutto la sua influenza, come mezzo di comunicazione architettonica e, come mezzo di comunicazione più indiretto, nel processo di progettazione". [traduzione dallo spagnolo degli autori] (Propuesta Pedagógica SR Carbonari-Dipirro, 2023, p. 49) [8]. In questo senso, il professore Vito Cardone ha affermato che la rappresentazione digitale è uno strumento di grande influenza nella forma di pensare e modifica il processo di concezione, ideazione e trasmissione dell'architettura.

Conclusioni

Gli studi scientifici relativi allo Zoo e al Bioparco sono scarsi. In generale, fanno parte di ricerche più ampie con obiettivi diversi, riferite al Bosque di La Plata. Pertanto, uno degli obiettivi di questo contributo è riflettere su questi beni culturali, che con linguaggi e caratteristiche diverse hanno modificato le loro funzioni e si inseriscono in un paesaggio culturale unico nella città di La Plata, Argentina. Opere che rischiano di rimanere anonime per le nuove generazioni e persino di scomparire.
Le immagini che emergono da questo studio contribuiscono alla conoscenza di questo patrimonio, sia da parte degli studenti, degli specialisti e dei visitatori, ma soprattutto dei cittadini che vivono e si confrontano quotidianamente con un patrimonio inaccessibile, da scoprire e valorizzare.
Lavoriamo con un patrimonio a rischio che fa parte dell'identità locale ma è inaccessibile. Riteniamo che il disegno sia uno strumento fondamentale e ad alto impatto per la sopravvivenza di questo patrimonio comunitario poiché consente la sua conoscenza e protezione.
In conclusione, vorremmo riflettere sulle parole del Prof. Mario Docci riguardo all'importanza del disegno come strumento di conoscenza e sopravvivenza umana.

"La ricerca di un dialogo, di un rapporto tra uomo e ambiente circostante non è una prerogativa del mondo moderno. In forma embrionale e concettualmente assai diversa da oggi, l'uomo ha tentato, fin dall'antichità, di instaurare un dialogo con la realtà architettonica, urbana e territoriale che lo circondava…Non si possono enunciare oggi, con certezza, le ragioni specifiche di questo modo di procedere, ma si possono fare delle ipotesi forse non lontane dal vero, se si riflette atentamente sulla volontà, innata nell'uomo, di conoscere, di rendersi conto delle cose, di perpetuare in qualche modo gli elementi della scena quotidiana in cui egli svolge la sua vita, quasi a conquistarsi una personale forma di sopravvivenza".
(M. Docci e D. Maestri, 1993, p. 3)

Note

[1] "La idea forma original conjugaba el simple damero clásico Helenístico reinterpretado mas tarde por el Imperio Romano, la Edad Media y las ciudades coloniales americanas, con el rigor geométrico que permitió a los hombres del Renacimiento pensar el control racional del mundo en una creación más intelectual que real. Paralelamente los principios barrocos vinculados a los grandes ejes diagonales con perspectivas escenográficas propusieron cierta teatralidad al rematar en datos significativos" (2016, p. 23).

[2] "Ha sido propuesto el trazado de un conjunto de callejuelas internas sinuosas, con un recorrido pintoresquista" (De Paula, p. 200-201).

[3] "Durante finales siglo XIX y principios del siglo XX, es posible observar un amplio uso de la fotografía en la Argentina como herramienta para difundir ideales de progreso y modernización" (Trivi & Martín, p. 2).

[4] "Transmitir las ideologías progresistas de la época. La intención estaba focalizada en capturar el proceso de transformación que se estaba llevaba a cabo para convertir el territorio natural en un entorno civilizado y modificado por la intervención humana" (Trivi & Martín, p. 2).

[5] "El legado que heredamos del pasado, con el que vivimos hoy en día, y que transmitiremos a las generaciones futuras, constituyendo finalmente nuestra identidad" (UNESCO).

[6] "Entendemos que el registro gráfico de la realidad circundante es particularmente significativo cuando se refiere a bienes patrimoniales pues amplía la formación y abre nuevos horizontes estimulando a los jóvenes en el conocimiento y promueve la tutela patrimonial." (Propuesta Pedagógica SR Carbonari-Dipirro, p. 18).

[7] "La georreferenciación de datos espaciales, que no sólo se visualizan en un soporte, sino que tienen correlación con una serie de atributos, permiten la constante actualización de las variables. Lo que otorgaría la posibilidad de adecuarse a la temporalidad de las dinámicas sociales." (Martín, Ulacia & Sánchez Arrabal, p. 11).

[8] "La incorporación de la informática, genera variantes y posibilidades en permanente avance. Si bien en otras disciplinas del diseño ha modificado, en virtud de la utilización de software específico, la metodología de trabajo y el abordaje de la creación gráfica, en nuestra realidad local, su influencia se verifica especialmente, como medio de comunicación arquitectónica y, de una forma más indirecta, en el proceso proyectual." (Propuesta Pedagógica SR Carbonari-Dipirro, p. 49).

Ringraziamenti

Ringraziamo il Direttore Generale della Protezione Ambientale del Comune di La Plata, Marcelo Martínez.

Ringraziamo i docenti e gli studenti della Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata che hanno partecipato all'esperienza delle pratiche pre-professionali.

Docenti: Architetti Natalia Vincenti, Leticia Marinelli, Fernando Figueroa, Pablo Barroso, David López, Augusto Ávalos, Analía Jara e Matias García Vogliolo. Coordinatrice: Architette Fabiana Carbonari e Andrea Ulacia. Studenti: Gruppo di lavoro 1: Matías Sarrantonio, Mercedes Bidart, Patricio Peralta, Lucas Islas, Javier Ayuquina, Milagros Montenegro, Florencia Sarraúa, Katherine Tantalean Rosas, Daniel Pérez, Leandro Arias, Cristian Panozo Maita, Micaela Cocco, Natalia Videla, Nicolás Juárez, Florencia Gonzalez. Gruppo di lavoro 2: Facundo Fernandez, Elías Fuenzalida Becerra, Antonella Rosiello, Alejandro Bares, Gonzalo Remy, Jordy Palomino, Micaela Selzer, Agustina Ponce de León, Juliana Menna, Franco Caputo, María Belén Wilchowy Flosi, Mario Mendoza, Lara Antoniano, Breiner Nieto Espitia, María Iradi.

Riferimenti bibliografici

Carbonari, F. (2016). *Presencia italiana en la conformación del paisaje urbano fundacional de la ciudad de La Plata (1882-1932)*. Tesi di specializzazione in Conservación y Restauración del Patrimonio Urbano y Arquitectónico. https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/54833.

Carbonari, F. & Dipirro, M (2023). *Propuesta pedagógica Sistemas de Representación Carbonari-Dipirro. Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de La Plata.* https://www.fau.unlp.edu.ar/web2018/wp-content/uploads/2019/02/Propuesta-Pedagogica-CARBONARI-DIPIRRO.pdf.

Carbonari, F., Trivi, M.B. & Martín, C. (2021). Reflexiones sobre las palabras y los conceptos empleados en el marco de las investigaciones sobre el patrimonio construido de la UNLP. *XXXV Jornadas de Investigación XVII Encuentro Regional de la FADU*. Buenos Aires, Argentina.

De Paula, A. (1987). *La ciudad de La Plata, sus tierras y su arquitectura*. Ediciones del Banco de la Provincia de Buenos Aires. La Plata.

Docci, M. & Chiavoni, E. (2019). *Saber leer la arquitectura* (F. Carbonari, Trans.). La Plata: EDULP (Opera originale pubblicata 2017). ISBN: 978-987-4127-87-7.

Docci, M. & Maestri, D. (1993). *Storia del rilevamento architettonico e urbano*. Editori Laterza, & Figli Spa., Roma-Bari. ISBN 88-420-4200-5.

Martín, C., Ulacia, A & Sánchez Arrabal, M.B. (2023). Escalas de aproximación y comunicación del espacio público. Avenida de Circunvalación y Bosque de la Ciudad de La Plata. *XXXVII Jornadas de Investigación y XIX Encuentro Regional de la FADU*. Buenos Aires, Argentina.

Trivi, B. & Martín, C. (2023). La Plata, ayer y hoy. Registros fotográficos del paisaje urbano. *Congreso de Pensamiento Visual y Comunicación.* La Plata, Buenos Aires, Argentina.

UNESCO. *Cartas y normas de restauro*.

MODELLARE

PRESENTAZIONE DELLA SEZIONE

Vittoria Castiglione, Michela Ceracchi, Noemi Tomasella

I contributi raccolti nella sezione ***MODELLARE*** delineano un mosaico eterogeneo sulle possibilità di impiego del modello fisico nell'ambito della rappresentazione del patrimonio inaccessibile, scomparso o mai realizzato. La possibilità di realizzare un oggetto tangibile che può essere esplorato – contemporaneamente o alternativamente – attraverso la vista e il tatto, ha dei notevoli vantaggi in termini comunicativi e conoscitivi, ma soprattutto rende accessibile, anche fisicamente, ciò che altrimenti non lo sarebbe.

I tasselli che compongono questo mosaico dimostrano le potenzialità di impiego del modello fisico in questo ambito di ricerca ma anche le possibili interazioni che intercorrono tra esso e il mondo digitale: la prototipazione rapida che consente di mutuare direttamente il modello fisico dal modello digitale, la possibilità di 'simulare' in ambiente digitale il modello fisico replicandone le stesse modalità di fruizione – a meno, ovviamente, di quella aptica in questo caso – fino ad arrivare allo sviluppo di applicazioni in Realtà Aumentata con tracciamento di un *model target,* attraverso le quali si sovrappone alla realtà uno strato informativo costituito da contenuti digitali che ampliano il portato conoscitivo e comunicativo del modello stesso.

Rita Valenti, Concetta Aliano ed Emanuela Paternò propongono per la *Ri-costruzione filologica, virtuale e tattile della diruta Cappella Palatina di Noto Antica* un'interpretazione del concetto di modello molto complessa, nella quale la ricostruzione digitale e il modello fisico contribuiscono in modo sinergico alla rappresentazione di una realtà assente. In particolare, le autrici presentano una ri-costruzione filologica – virtuale e tattile – della diruta Cappella Palatina di Noto antica, nella quale le repliche digitali dei frammenti musealizzati, di quelli conservati nei depositi e di quelli che permangono *in situ*, collaborano alla descrizione del patrimonio perduto. L'anastilosi

ibrida che viene proposta dimostra come sia possibile restituire significato alla 'presenza' attraverso l''assenza' e viceversa, ma anche come l'impiego sinergico dei diversi modelli propri del mondo della rappresentazione consenta di rendere accessibili le informazioni a ogni tipologia di utenza attuando una auspicabile democratizzazione del sapere.

Raffaele Pontrandolfi e Antonio Bixio, in *I borghi rurali della riforma agraria: ricostruzioni digitali per la conoscenza e la valorizzazione del patrimonio architettonico contemporaneo*, presentano alcuni casi studio relativi all'uso di modelli digitali HBIM (*Historical/Heritage Building Information Modeling*) finalizzati alla sistematizzazione della conoscenza del patrimonio rurale contemporaneo, in particolare relativamente a quello presente in alcuni borghi della riforma agraria in Basilicata e nei *pueblos de colonizaciòn* spagnoli. In questo caso il modello digitale può essere considerato come una 'simulazione' di un modello fisico in ambiente digitale che consente di associare al modello informazioni eterogenee organizzate in un database implementabile, confrontare le diverse fasi dell'organismo architettonico – progetto originario, realizzato e stato attuale – e mettere in luce relazioni tra gli elementi prima ignote. Dagli esempi proposti dagli autori emerge come il riconoscimento del patrimonio culturale possa avvenire attraverso la costruzione di un modello, il quale diventa uno strumento utile per l'organizzazione e la diffusione della conoscenza e per sviluppare ipotesi e strategie d'intervento per il recupero e la valorizzazione del patrimonio culturale.

In *Modellare e rappresentare Pomezia: anatomia di un concorso*, Antonio Schiavo e Beatrice Teresi descrivono le ricostruzioni virtuali delle 'Pomezie' mai costruite – così come sono state proposte nei progetti finalisti del concorso per la città che si è svolto tra il 1937 e il 1938 – realizzate attraverso l'integrazione tra disegni originali e rielaborazioni digitali, tra simulazioni digitali dei plastici di studio e prospettive di concorso. La ricostruzione digitale dei progetti ha permesso agli autori di raggiungere un grado di dettaglio tale da consentirgli di realizzare immagini comparabili alle prospettive di concorso e di esplorare il progetto da inediti punti di vista. Il modello fisico 'simulato' in ambiente digitale, in questo studio, è volutamente evocativo dei plastici di studio presentati al concorso e gli autori hanno utilizzato la camera virtuale come una fotocamera attraverso cui fotografarlo dagli stessi punti di vista dai quali sono state realizzate

le prospettive di concorso e le fotografie dei plastici presenti nelle riviste dell'epoca.

Angela Cicala e Gianluca Barile, in *Le rovine romane a Napoli: il teatro intrappolato', ipotizzano di 'liberare* il Teatro romano di Neapolis, noto come Teatro romano dell'Anticaglia, dalle stratificazioni territoriali che attualmente lo rendono inaccessibile, attraverso la fruizione di modelli virtuali e fisici concepiti per tramandare la conoscenza e in questo modo contribuire alla conservazione e alla valorizzazione del patrimonio culturale oggetto dello studio. I modelli diventano così strumenti narrativi per raccontare la storia del patrimonio culturale – 'com'è' e 'com'era' – e al tempo stesso diventano i contenitori della conoscenza necessaria per realizzarli: mappe e altre fonti iconografiche storiche, descrizioni degli interventi di restauro o scavo, modelli digitali derivanti dalle fasi di rilievo, sono tutti elementi che contribuiscono alla realizzazione di modelli digitali e fisici finalizzati alla descrizione del patrimonio scomparso e alla sua fruizione seppure virtuale o mediata attraverso una replica fisica.

Lo studio dal titolo *Modellazione, digital fabrication e AR: un workflow per rendere fruibili le architetture di Mario Botta e le loro matrici geometriche generative*, di Francesca Ronco, Giulia Bertola ed Enrico Pupi, dimostra come il modello fisico possa trovare nel mondo digitale l'occasione di ampliare la sua funzione di medium informativo. Gli autori presentano dei modelli fisici 'aumentati' attraverso le tecnologie della Realtà Aumentata, tramite i quali descrivere le matrici e le operazioni geometriche generative che caratterizzano la produzione architettonica di Mario Botta, in particolare relativamente all'edificio Cinque Continenti. Questi modelli ibridi e interattivi sono capaci di sfruttare contemporaneamente il potenziale comunicativo del modello fisico e di quello digitale e possono trovare applicazione in contesti educativi ed espositivi.

Alessio Buonacucina e Alessia Lamantia, in *Il modello architettonico, dal digitale al fisico: il caso studio del Casale della Cervelletta*, indagano le potenzialità offerte dalla prototipazione rapida, anche integrando diverse tecnologie CAM (*computer aided manufacturing*) per ottenere diversi obiettivi relativi alla fisicità del modello architettonico: elevata precisione dimensionale, realizzazione di dettagli funzionali alla scala di rappresentazione, possibilità di realizzare alterazioni superficiali che descrivano le caratteristiche del

manufatto rappresentato. Gli autori descrivono il modello realizzato in occasione del progetto di restauro del Casale della Cervelletta, reso inaccessibile a causa dell'interdizione conseguente ai dissesti e i crolli subiti e dimostrano come il modello fisico possa diventare, oltre che strumento progettuale, anche uno strumento di divulgazione del patrimonio non più accessibile.

In *Rappresentazione per la Valorizzazione: il Patrimonio Universitario dal Gemello Digitale al Gemello Analogico*, Maurizio Marco Bocconcino, Mariapaola Vozzola e Martino Pavignano, propongono la valorizzazione della collezione di modelli in legno 'Giovanni Curioni' che fa parte del patrimonio universitario del Politecnico di Torino, attraverso le potenzialità della *Extended Reality*, in particolare tramite la realizzazione di gemelli digitali e repliche fisiche tattili dei modelli originali che rendano accessibile questo patrimonio poco noto e al tempo stesso forniscano nuove modalità di fruizione, di apprendimento e di conoscenza per gli utenti. Gli autori, inoltre, propongono contemporaneamente un allestimento virtuale dei gemelli digitali e un allestimento fisico nel quale esporre le repliche tattili dei modelli implementate anche da contenuti sonori attivabili tramite smartphone, evidenziando come mondo reale e virtuale possano contribuire alla realizzazione di un ambiente nel quale promuovere la conoscenza del patrimonio culturale.

Francesca Fatta, Marinella Arena, Francesco Stilo e Lorella Pizzonia, in *Tra disegni d'archivio e rilievo digitale dello stato di fatto: il modello del famedio di Leone Savoja al gran camposanto di Messina*, illustrano il processo di ricostruzione tridimensionale del famedio progettato dall'architetto Leone Savoja per il gran camposanto della città di Messina, che rientra nel patrimonio inaccessibile secondo diverse accezioni: una parte non è mai stata realizzata, una parte è andata distrutta e le strutture superstiti sono solo parzialmente fruibili perché in stato di rovina. Il modello fisico derivato dal processo di ricostruzione, quindi, restituisce uno 'stato di fatto ideale' nel quale le intenzioni progettuali dell'architetto prendono forma e consistenza fisica, rendendosi manifeste e accessibili visivamente e apticamente attraverso il modello stesso. Il modello realizzato dagli autori dimostra, ancora una volta, come i modelli propri della rappresentazione – e in particolare il modello fisico – restituiscano esistenza a ciò che non esiste più o non è mai esistito.

MODELLARE

12
11
10

Ri-costruzione filologica, virtuale e tattile della diruta Cappella Palatina di Noto Antica

Rita Valenti[1], Concetta Aliano[1], Emanuela Paternò[1]

[1]SDS di Siracusa in Architettura e Patrimonio culturale – DICAR – UniCt, ITALY

rita.valenti@unict.it, luana.aliano@gmail.com; patermanu@hotmail.it

Parole chiave: Patrimonio culturale; Inclusione; Ricostruzione virtuale 3D; Prototipazione rapida; Assenza / *Cultural heritage; Inclusion; 3D virtual reconstruction; Rapid prototyping; Absence.*

Abstract

Il museo della contemporaneità è caratterizzato dalla necessità di relazioni costanti con il territorio e i pubblici. Il ruolo educativo svolto dagli enti culturali mira alla creazione di azioni performanti per apprendimenti diffusi e permanenti, in cui sia superato il concetto di museo come luogo statico-contemplativo e di esclusiva narrazione del sapere, in favore di centro di produzione e contaminazione dei saperi. I musei digitali favoriscono lo *storytelling* e l'allestimento di spazi espositivo-educativi, mediante l'utilizzo delle tecnologie per la digitalizzazione e la visualizzazione del patrimonio culturale. Lo studio documenta un approccio metodologico per rendere fruibile, nell'ottica dell'accessibilità e dell'inclusione, le opere museali 'assenti'. Il *virtual modeling* e la prototipazione rapida si prestano alla documentazione, analisi e ricostruzione dei manufatti museali – visibili e invisibili – al fine di determinare ottimali performance comunicative di prodotti culturali, decontestualizzati o non esposti, per valorizzarli e promuoverli, in favore di una democratizzazione del sapere. In quest'ottica si inserisce la ricerca che con l'ausilio di apporti multidisciplinari differenti – rappresentazione, storia, tecnologia – individua piani di intervento efficaci per sviluppare l'*audience engagement*. L'intento è di creare uno strumento di conoscenza atto a fornire informazioni complesse e rendere fruibili e comprensibili, nell'ottica dell'accessibilità e dell'inclusione, le opere museali esposte, connettendole con le 'assenze' – le opere custodite nei depositi o rimaste nei luoghi di scavo. Nei fatti, a partire dallo studio delle fonti documentarie e materiche – collocate *in situ* e decontestualizzate – con il *virtual modeling* e con la prototipazione rapida è possibile realizzare la ri-costruzione filologica del CH, argomentata e ragionata; con il modello stampato in 3D le informazioni sono rese accessibili a ogni tipologia di utenza, comprese le persone con deficit visivo. L'esplorazione tattile per gli ipovedenti si configura come un'esperienza di lettura che prescinde dall'alfabeto Braille; attraverso il tatto si apprezzano le forme e i materiali differenti – a seconda dei contenuti tematici. In tal modo, il complesso lavoro di ricerca, condotto con contributi disciplinari differenti, è stato convogliato nella realizzazione del modello che non si configura come un'opera muta, ma come un'ipotesi di replica di una realtà in gran parte 'assente' che si racconta attraverso sé stessa. Nello specifico, viene presentata una ri-costruzione virtuale e tattile della diruta Cappella Palatina di Noto Antica i cui frammenti sono in parte musealizzati e in parte conservati nei depositi.

The museum of contemporaneity is characterized by the need of constant connections with the territory and the audience. The educational role played by the cultural organizations aims to create efficient actions for an enduring and widespread learning, in which the idea of the museum as a static and contemplative place, and as the only place where knowledge is narrated, could be overcome in favor of a center where knowledge

Fig. 1 - *Workflow* (elaborazione delle autrici).

is produced and contaminated. Digital museums promote the storytelling and the setting up of education and exhibition spaces, through the use of technologies for the digitalization and visualization of the cultural heritage. The study records a methodological approach to make the 'absent' museum artworks accessible, in the perspective of accessibility and inclusion. The virtual modeling and the rapid prototyping are suitable for the research, analysis and reconstruction of the museum artifacts – both visible and invisible – so to determine the best communicative performances of cultural products, taken out of context or not exhibited, in order to enhance and promote them, in favor of the democratization of knowledge. Research is part of this perspective and with the help of different multidisciplinary contributions – performance, history, technology – identifies effective action plans to develop the audience engagement. We aim at creating a tool able to deliver, in a comprehensible form, even complex information. The tool will provide an easy access to the pieces exposed in the museum as well as those in still in storage or even left on site. The virtual modelling will allow us to combine the information gathered through literature and direct observation to produce a sound philological re-construction of the CH; with the use of 3D-printed models the information will also be accessible to all users, included those with visual impairments. For the visual impaired the tactile experience will provide an experience beyond the Braille alphabet; through the touch the users will be able to appreciate the different forms and textures of the materials. The models will represent the converging point of a complex multidisciplinary research work which provides a vivid and first-hand experience through the use of replicas of those elements that are not physically available for the exposition. In particular, a virtual and tactile reconstruction of the ruins of the Cappella Palatina of Noto Antica, whose fragments are partly exhibited in a museum and partly saved in storages, are presented.

Introduzione. I presupposti della ricerca

Le metodiche di ricostruzione di architetture dirute o non più esistenti costituiscono, nel campo della rappresentazione, un settore di indagine in continua evoluzione che instaura un dialogo aperto tra approcci tradizionali e tecniche digitali.

Negli ultimi anni, come è noto, si è assistito a una evoluzione delle tecnologie di visualizzazione digitale, compresa la modellazione 3D, con un incremento dell'uso di piattaforme in rete, il cui valore a volte non ha rispecchiato i criteri di scientificità; nei fatti, il *Digital Cultural Heritage* (*DCH*) continua a essere oggetto di particolare attenzione nella ricerca applicata, consentendo nuovi percorsi di indagine (Nicastro & Puma, 2019; Treleani, 2021; Federici, 2022; Trizio et al., 2023).

Già con la Carta di Londra per la visualizzazione digitale dei beni culturali, "concepita, nel 2006, come strumento per garantire il rigore metodologico della visualizzazione *computer-based* quale mezzo di ricerca e comunicazione del patrimonio culturale" (Denard, 2012, p. 57), si affronta il tema della necessità di conciliare la visualizzazione digitale del CH con le norme metodologiche della ricerca e, in particolare, con gli standard delle argomentazioni e delle evidenze [1].

Tenuto conto che la valorizzazione [2] del CH si attua anche attraverso tutte quelle attività volte a promuoverne la conoscenza nei confronti di un'utenza ampia e variegata, il ricorso alla visualizzazione digitale e alla stampa 3D per lo studio e la comunicazione di beni culturali offre potenzialità espressive e divulgative inclusive, coniugando informazione e speculazione.

In tal senso, le tecnologie digitali stanno dando anche un notevole contributo al rinnovamento in atto delle istituzioni museali, intese come luogo di produzione

Fig. 2 - Frammenti custoditi nel museo, nei depositi e *in situ* (fotografie delle autrici).

e promozione di cultura. I musei digitali, infatti, favoriscono l'allestimento di spazi espositivo-educativi, mediante l'utilizzo delle tecnologie per la visualizzazione digitale del patrimonio culturale.

I beni museali e i luoghi di provenienza. La riconnessione virtuale e materica

Lo studio si inserisce in una ricerca più ampia volta a elaborare approcci metodologici innovativi di connessione virtuale e materica delle informazioni – materiche, documentarie e fotografiche – di CH i cui reperti sono conservati in maniera diffusa nel territorio, non sempre in maniera visibile e fruibile al pubblico (Valenti, 2023).
L'interesse è rivolto a quei beni i cui frammenti, custoditi nei Musei in parte esposti e in parte nei depositi, scambiano informazioni con il luogo di provenienza (fig. 2) [3].

L'intento è di creare uno strumento di conoscenza atto a fornire informazioni complesse e rendere fruibili e comprensibili, nell'ottica dell'accessibilità e dell'inclusione, le opere museali esposte, connettendole con le 'assenze' – le opere custodite nei depositi o rimaste nei luoghi di scavo. Con l'approccio metodologico messo in atto, si argina la frammentarietà con cui i singoli pezzi sono stati conservati, contestualizzandoli e collocandoli virtualmente in un unico modello tematico, in cui i frammenti – rilevati e fedelmente riprodotti – [4] sono riconoscibili e distinguibili da ciò che è ricostruito sulla scorta di un 'restauro filologico'.
Il tema dell'inclusione sociale nella comunicazione di beni culturali fa emergere che la sola esperienza visiva non include tutti (Tiberti, 2020), pertanto il ricorso a modelli tattili, i cui contenuti sono articolati secondo un testo ragionato, consente di comunicare i contenuti a tutti [5]. Nei fatti, a partire dallo studio delle fonti documentarie e materiche – collocate *in situ* e decontestualizzate – con il *virtual modeling* e con la prototipazione rapida è possibile realizzare la ri-costruzione filologica del CH, argomentata e ragionata; con il modello stampato in 3D le informazioni sono rese accessibili a ogni tipologia di utenza, comprese le persone con deficit visivo. L'esplorazione tattile per gli ipovedenti si configura come un'esperienza di lettura che prescinde dall'alfabeto Braille; attraverso il tatto si apprezzeranno le forme e i materiali differenti – a seconda dei contenuti tematici. In tal modo, il complesso lavoro di ricerca, condotto con contributi disciplinari differenti, è stato convogliato nella realizzazione del modello che non si configura come un'opera muta, ma come un'ipotesi di replica di una realtà in gran parte 'assente' che si racconta attraverso sé stessa. L'uso di differenti materiali consente non solo di distinguere – tattilmente e visivamente – le parti ipotizzate e quelle rilevate, ma anche di risalire alle ipotesi ricostruttive, condotte attraverso la metodologia di ricerca storiografica –individuazione di referenti.

Notizie storiche della 'cappella in castro' di San Michele Arcangelo

L'analisi condotta a Noto Antica sui superstiti reperti di una cappella palatina dedicata al culto di San Michele Arcangelo e datata al XII secolo, testimonia la vivacità culturale del territorio sud-orientale siciliano, celata in gran parte dal disastroso terremoto del 1693 [6]. I dati emersi, seppur ancora perfettibili, consentono per un verso di approfondire il complesso panorama dell'architettura 'normanna' del Val di Noto, caratterizzata dalla contaminazione di referenti culturali franco-latini, bizantini di ispirazione studita-athonita, e islamici (D'Onofrio, 1994; Ciotta, 2006; Tosco, 2016), dall'altro di studiare il ruolo sociale di un edificio e la storia della cultura materiale, con i committenti e le maestranze. Le note fonti storico-letterarie hanno consentito di identificare con certezza i resti emersi dalla campagna di scavo eseguita nel 2007 nell'area del castello della diruta Noto Antica (Susan, 2010); così come per la celeberrima Cappella Palatina di Palermo, la struttura di Noto era inserita all'interno di un complesso residenziale e militarizzato, costruito dal conte Giordano nel corso del

XII secolo [7]. Di quel mirabile tempio descritto dallo storico Littara (1969), i dati di scavo offrono oggi un esercizio di lettura limitatamente alla pianta, con cenni relativi all'alzato di pregio storico-artistico, lasciando in ombra le soluzioni della copertura originaria e della zona absidale. L'impianto della cappella è contraddistinto da una pianta pressappoco quadrata con quattro basi polilobate destinate a pilastri polistili, e quattro semicolonne addossate ai muri perimetrali; lo spazio interno è articolato in nove campate, tre centrali e sei di ridotte dimensioni lungo le navatelle laterali. Di dubbio aspetto è la zona absidale della parete est, non indagata dallo scavo archeologico ma confermata altresì dal ritrovamento di tre blocchi di coronamento finemente decorati [8]. Due gli ingressi, l'originario sul lato ovest e in asse con l'altare principale e un secondario, aperto lungo la parete meridionale databile, per il carattere tardo-gotico, ai secoli XV-XVI [9].

I referenti culturali siciliani per l'integrazione delle assenze

La cappella palatina di Noto, applicando il rigoroso schema della pianta a croce greca inscritta e orientata, offra una elaborazione locale del modello a *quinconce* diffuso in Sicilia anche in epoca normanna [10]. L'integrazione dei dati emersi dalle campagne di rilievo con più vasti aspetti storiografici, editi e inediti [11], ha messo a disposizione un sistema di dati fondamentali per la soluzione e integrazione delle assenze della diruta cappella palatina. L'analisi comparativa è stata eseguita sui noti esemplari di San Nicolò Regale di Mazara del Vallo, della Santissima Trinità di Delia a Castelvetrano [12] – prima metà del XII secolo – e di San Cataldo a Palermo – seconda metà del XII secolo [13] – con cui la struttura netina condivide la medesima tipologia di impianto. L'elaborazione di ipotesi sulla copertura si sono avvalse anche dei modelli offerti nella prima fase di cantiere della grande fabbrica ruggeriana di Cefalù (1130-1140), evidenziando insospettabili similitudini (fig. 3): in questa sede è stata presa in esame la soluzione architettonica delle imposte site al di sopra dei capitelli dell'area presbiteriale, che hanno fornito utili informazioni per la modellazione dei frammenti rilevati durante la sessione di studi e del modello 3D generato [14]. Come suggerito dall'analisi dei reperti superstiti, la soluzione di una sola abside denunciata all'esterno con le due restanti contenute nello spessore murario, ha trovato una correlazione con edifici comparsi nel corso dell'XI secolo e connotati anch'essi da ridotte dimensioni, come Santa Maria presso Mili San Pietro e Santa Maria della Cava di Geraci Siculo (Antista, 2015) [15].
Il confronto dei dati tecnico-geometrici emersi dai frammenti *in situ* – 30 in totale – con le varie soluzioni offerte dai casi presi in esame, suggerisce pertanto, un modello sormontato da voltine a crociera, ragionevolmente a spina di pesce e di variabili dimensioni. La consultazione della veduta di Noto Antica denominata 'Di Lorenzo' [16], propone la lettura di una cupoletta sulla campata centrale, in sintonia con le scelte del panorama architettonico dell'Isola. Se la funzione e lo spazio della Cappella Palatina

Fig. 3 - Referenti architettonici: chiesa di San Cataldo, Palermo; chiesa della SS. Trinità di Delia, Castelvetrano, TP; chiesa di San Nicolò Regale, Mazara del Vallo, TP; cattedrale di Cefalù, PA (elaborazione delle autrici).

appaiono in gran parte decodificati, esistono altri aspetti di questo monumento capaci di potenziare la storia del cantiere normanno. Di notevole importanza è la presenza di segni lapidari impressi in dieci blocchi della struttura che aprono a nuove possibilità di indagini sulle vicende costruttive, sugli aspetti tecnici, organizzativi e socioeconomici dell'architettura siciliana e 'medievale' (Zoric, 1989; Cuteri & Hyeraci, 2012) [17].

Rilievo architettonico: acquisizione ed elaborazione dei dati

Il rilievo del sito di San Michele al Castello, congiuntamente alla digitalizzazione dei frammenti architettonici ivi rinvenuti e ai dati archivistici e bibliografici precedentemente raccolti, ha permesso di formulare una ipotesi ricostruttiva della cappella. A tal

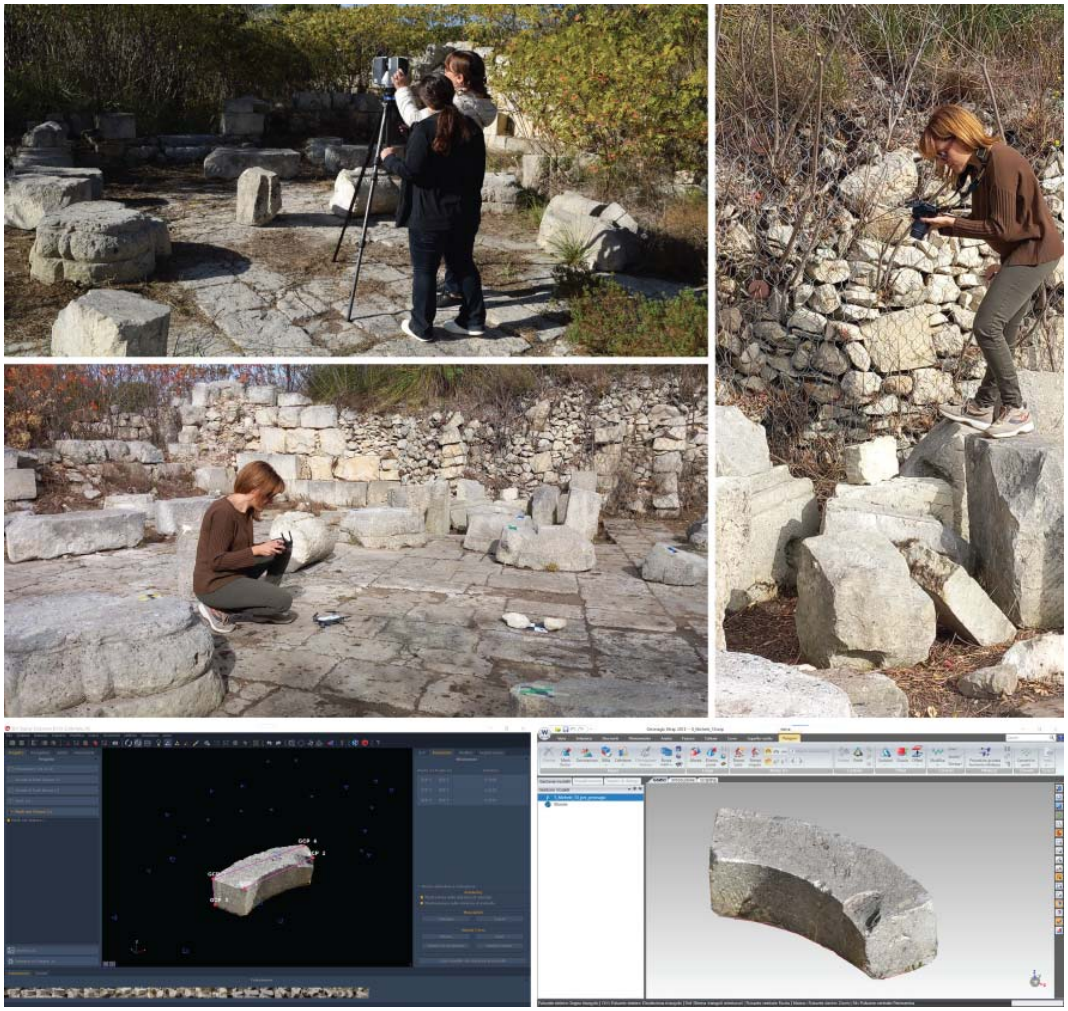
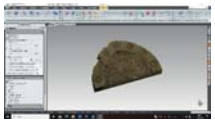
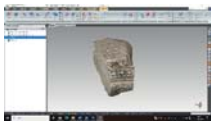
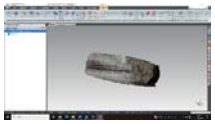
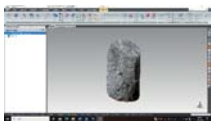


Fig. 4 - Operazioni di rilievo *in situ* e post-processamento dei dati digitali (fotografie delle autrici).

proposito, l'interdisciplinarità è stata determinante per l'elaborazione del modello 3D che offre la possibilità di comprendere maggiormente il bene architettonico.
Infatti, è riconosciuto dalla comunità scientifica che il progresso tecnologico ha potenziato l'arte della rappresentazione virtuale e della modellazione tattile attraverso le quali è possibile comprendere il patrimonio culturale in modo nuovo e coinvolgente (Fregonese et al., 2019; Giovannini, 2020; Pinna Caboni, 2020; Valzano & Mannino, 2020; Montuori et al., 2020; Valenti et al., 2021; Valenti et al., 2023).
I contesti in cui è possibile operare sono molteplici e il metodo più opportuno da utilizzare dipende dalle condizioni del caso. La fase centrale del lavoro di ricerca ha riguardato l'acquisizione dei dati 3D: il rilievo del sito è stato effettuato mediante tecnologia LIDAR – laser scanner FARO CAM 2 Focus; i rilievi dei frammenti architettonici presenti in situ e di quelli conservati nel museo sono stati effettuati con tecnica *Structure from Motion-SfM* –SAPR e fotocamera digitale terrestre (fig. 4). Nello

Tab. 1 - Quadro sinottico dei frammenti rilevati e inseriti nel modello tattile.

Referenti (XII sec.)	Frammenti musealizzati	Riferimento fotografico	Modello digitale	Inserimento nel modello tattile
Referenti architettonici Portali normanni di: Cefalù, cattedrale; Monreale, cattedrale; Catania, chiesa di Sant'Agata al Carcere; Siracusa, basilica di Santa Lucia extra moenia; Noto, basilica di Santa Lucia di Mendola. **Referenti scultorei** Messina, Museo Regionale, frammenti erratici di cultura basiliana; Siracusa, basilica di San Marciano, lettorino di ambone; Noto, Santa Lucia di Mendola, frammenti erratici della basilica; Siracusa, Galleria Regionale di Palazzo Bellomo, vaschetta; Siracusa, Chiesa santa Lucia extra moenia, Sepolcro, lastra frammentaria; Catania, chiesa del Santo Carcere, portale.	Lunetta di portale decorata - cornice di portale decorata			
Cefalù, Cattedrale, mensole di imposta ai lati della prima arcata trionfale, mensole di attacco del transetto, (1130-1170)	2 frammenti erratici di mensole decorati		Non rilevati in questa fase di studio ma presi in considerazione per lo studio filologico	
Cefalù, Cattedrale	2 capitelli		Non rilevati in questa fase di studio ma presi in considerazione per lo studio filologico	
Referenti (XII sec.)	**Frammenti nei depositi**	**Riferimento fotografico**	**Modello digitale**	**Inserimento nel modello tattile**
Cefalù, Cattedrale; Noto, basilica di Santa Lucia di Mendola, frammenti erratici della basilica.	3 blocchi di coronamento di abside decorati.			
Portali normanni di: Cefalù, cattedrale; Monreale, cattedrale; Catania, chiesa di Sant'Agata al Carcere; Siracusa, basilica di Santa Lucia extra moenia; Noto, basilica di Santa Lucia di Mendola -frammenti erratici	Parti di arco con ghiera.			
Referenti (XII sec.)	**Frammenti *in situ***	**Riferimento fotografico**	**Modello digitale**	**Inserimento nel modello tattile**
Mazara del Vallo, San Nicolò Regale; a Castelvetrano, Santissima Trinità di Delia; Palermo, San Cataldo; Mili San Pietro, Santa Maria; Geraci Siculo, Santa Maria della Cava.	Pianta della cappella.			

Catania, chiesa del Santo Carcere, portale (XIII sec.?).	Frammento n°3, formella decorativa.			
Mazara del Vallo, San Nicolò Regale; a Castelvetrano, Santissima Trinità di Delia; Palermo, San Cataldo.	Frammenti n°12 et 21 - parti di cornice decorativa.			
	Frammenti n°2, 4, 6, 8 et 10 -parti di arco.			
Geraci Siculo, Santa Maria della Cava; Palermo, Chiesa di Santa Maria Maddalena; Siracusa, San Nicolò.	Frammento n°11 - parte di feritoia.			
Otranto, Cattedrale di San Leopardo.	Frammento n°1 et 22 - parte mutilata di fusto di semicolonna.			
Otranto, Cattedrale di San Leopardo	Frammento n°23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 et 30 - basi colonne.			
	Frammento n°7 - non identificato per eccesso di deterioramento.		Rilevato ma non inserito nel modello virtuale perché non identificato.	
	Frammenti n°9 et 13-20 - parti di costoloni di crociera.		Rilevati ma non inseriti nel modello virtuale e tattile perché di epoche successive al XII secolo.	
Casalvecchio, Chiesa di S. Pietro e Paolo d'Agrò; Cefalù, Cattedrale, zona absidale; Mili San Pietro, Santa Maria.	Frammento n° 31, cornice decorativa con motivo di archi intrecciati.		Censito ma non rilevato in questa fase di studio- nuova scoperta.	

specifico, sono stati rilevati in situ 30 frammenti di forma e dimensioni variabili – basi di colonne e semicolonne, archetti, fusti di colonne ecc. – e 10 frammenti nel museo –frammenti del portale e dell'abside (tab. 1).
Grazie alla *SfM* è possibile realizzare copie digitali esattamente corrispondenti a quelle originali consentendo di intervenire in maniera non invasiva spostando e ricollocando i frammenti digitali nello spazio reale digitalizzato. In tal modo, l'analisi geometrica e dimensionale ha permesso di catalogare i frammenti e organizzarli in gruppi in base alla loro destinazione d'uso originaria.
Il metodo con il quale affrontare la campagna di riprese, i posizionamenti della fotocamera e le inquadrature dipendono dalla forma dell'oggetto da rilevare e dalle sue dimensioni. Seguendo le regole della fotogrammetria, i reperti selezionati sono stati fotografati nella loro interezza. Impostati i parametri della fotocamera e studiata una geometria di presa circolare a circa un metro di distanza dal baricentro delle opere, l'unica difficoltà riscontrata riguardava le condizioni di illuminazione. Quest'ultima è fondamentale poiché le ombre possono creare degli artefatti nel modello tridimensionale finito, per questo motivo nel caso di rilievi all'aperto è sempre bene operare, se possibile, in condizione di cielo nuvoloso. Ai fini della successiva texturizzazione è opportuno effettuare un bilanciamento del bianco della fotocamera poiché molte volte le luci artificiali o l'illuminazione ambientale alterano il reale cromatismo. Occorre garantire una sovrapposizione del 60% tra un fotogramma e l'altro in modo che il software in fase di elaborazione trovi una quantità adeguata di punti omologhi necessari per l'allineamento e il posizionamento delle fotocamere nello spazio 3D. In questo caso, la presenza di soggetti monocromatici ha reso necessario il posizionamento di target colorati in modo da agevolare le operazioni di allineamento e il successivo dimensionamento dei frammenti, i quali, considerato il grado di usura e l'aspetto morfologico, risultavano difficilmente misurabili.

Ricostruzione virtuale e tattile della diruta cappella palatina

I due dataset – rilievo strumentale e rilievo fotogrammetrico – sono stati uniti nell'ambiente di lavoro di *3DF Zephyr* e successivamente esportati per poter essere ottimizzati, attraverso un'accurata operazione di retopologizzazione, con il software *Geomagic Wrap*. La post-elaborazione per ottenere un modello 3D chiuso, destinato alla successiva stampa 3D, è stata, in alcuni casi, difficile e lunga a causa di grandi lacune presenti nelle porzioni dei manufatti difficilmente rilevabili a causa del limitato spazio di manovra per le operazioni di rilievo e delle condizioni in cui si trovavano i reperti per via della infestazione della flora locale. Dopo aver analizzato e studiato la pianta e i singoli frammenti, è stato possibile, anche facendo riferimento ai referenti individuati, determinare la misura delle arcate e delle colonne. L'intero impianto è stato assemblato ed elaborato su *Rhinoceros*, in particolare i volumi delle parti non più esistenti sono stati modellati tramite primitive e operazioni booleane (fig. 5).

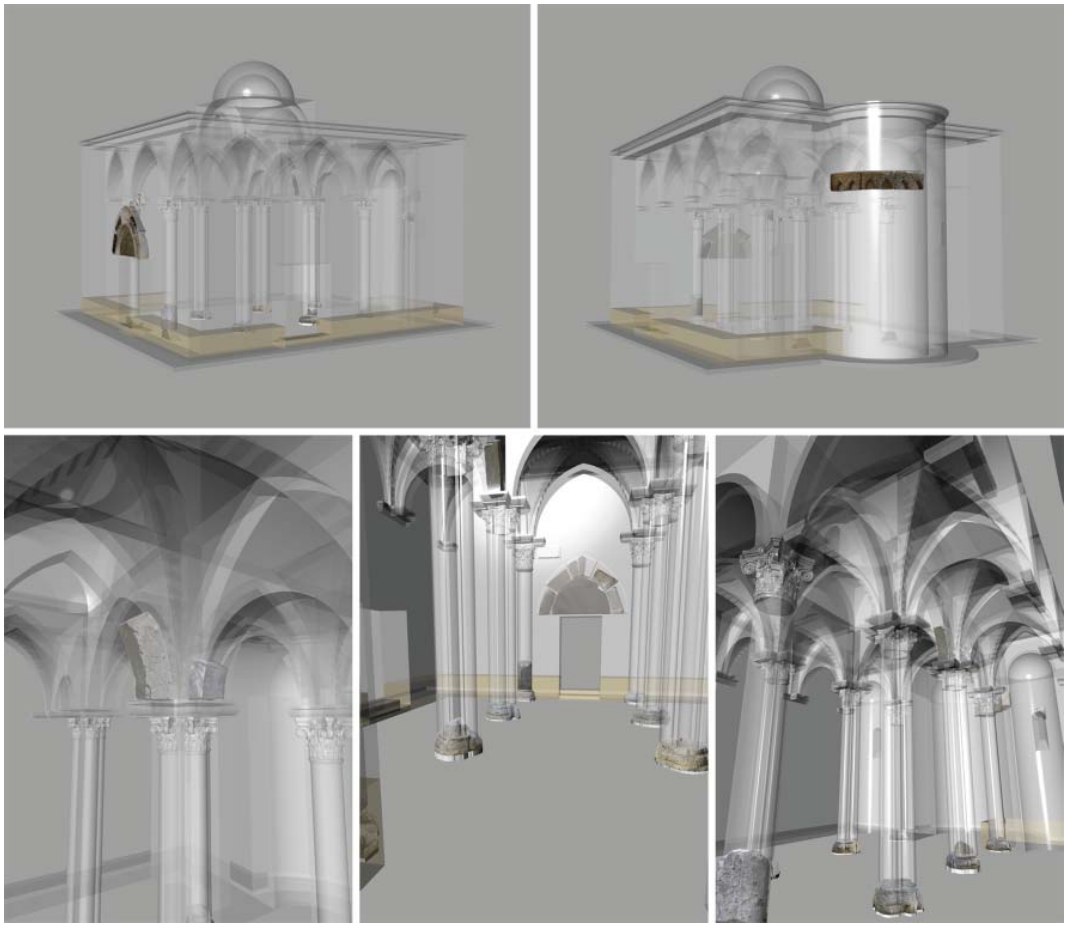


Fig. 5 - La Cappella di San Michele Arcangelo, elaborazione 3D (elaborazioni delle autrici).

Il modello tridimensionale così ottenuto è in grado di fornire una quantità maggiore di informazioni non solo agli addetti ai lavori ma anche a un pubblico ampio e diversificato di utenti che non sempre sono in grado di visualizzare mentalmente l'opera completa. Questa forma di comunicazione viene ulteriormente amplificata dalla prototipazione rapida, attraverso la realizzazione di modelli tridimensionali fisici in scala. Per tale motivo si è deciso di stampare in scala 1:20, con tecnica *Fused Deposition Modeling* (*FDM*), il modello precedentemente assemblato ed elaborato (fig. 6).
Al fine di consentire una lettura completa del manufatto si è scelto di stampare una sezione del modello virtuale, così da percepire in maniera unitaria sia le ipotesi ricostruttive delle navate, sia la struttura esterna della cappella. Da ultimo, sono stati adottati due diversi materiali di stampa per differenziare i frammenti rilevati e dunque esistenti – PLA sabbia – dalle parti ipotizzate e dunque non più esistenti – PLA trasparente. La scelta della scala 1:20, dettata dalla volontà di mettere in risalto i piccoli frammenti rinvenuti, ha comportato l'esigenza di dover scomporre il modello 3D in molteplici pezzi di dimensioni massime compatibili con il volume di stampa

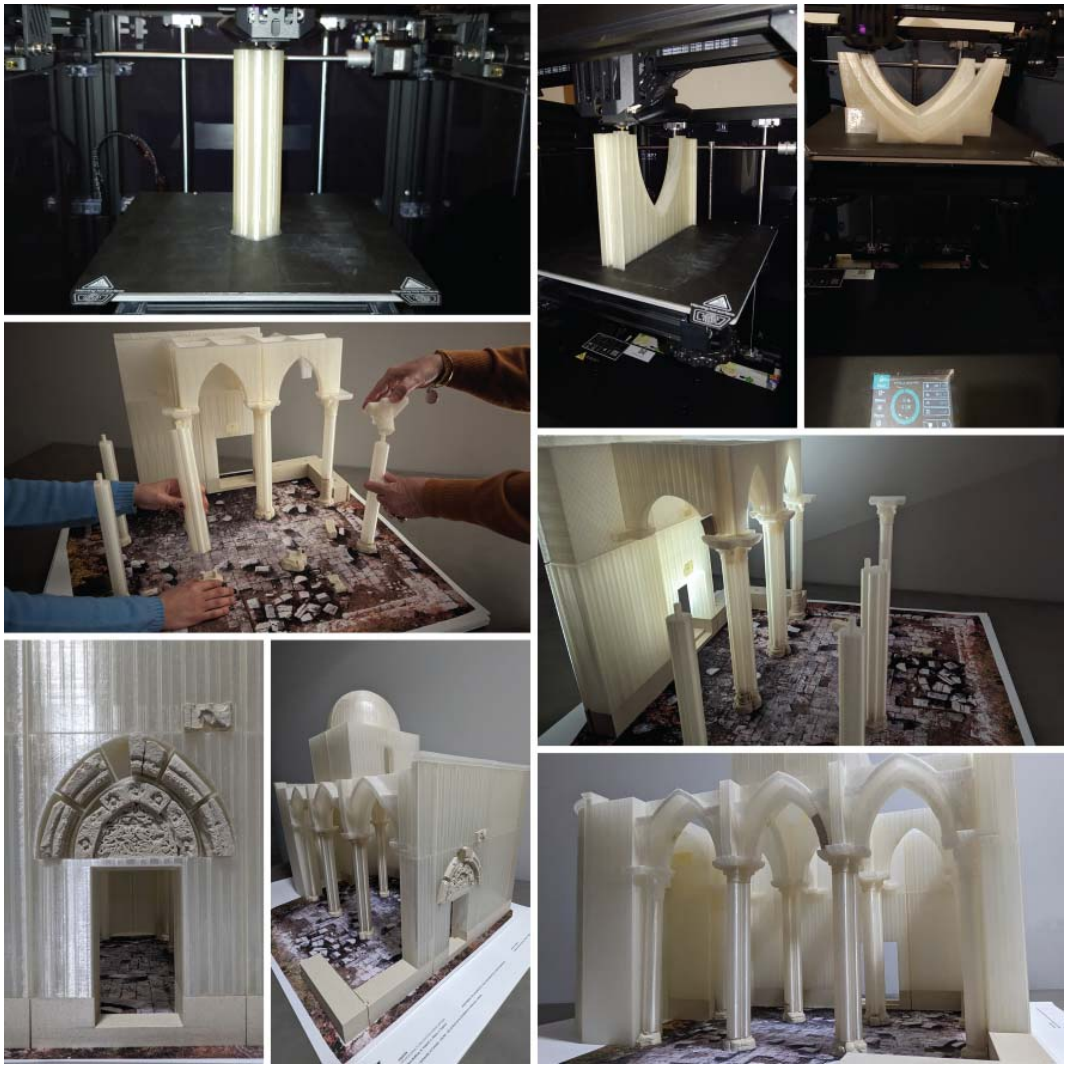


Fig. 6 - Stampa 3D e montaggio del modello tattile (fotografie delle autrici).

della stampante utilizzata – Creality Ender 5 s1. Conseguentemente è stato necessario studiare un sistema di assemblaggio – costituito da perni, guide, binari e in alcuni casi calamite di piccole dimensioni – al fine di consentire la costruzione del modello fisico.

Conclusioni

Il caso studio è stato indagato nei suoi elementi architettonici territorialmente diffusi e decontestualizzati e, in parte, rintracciati nei depositi museali. Tutti i reperti, misurati e rappresentati nella loro attuale morfologia, sono stati composti nell'unico documento narrativo – il modello tattile, impiantato sulla ortofoto del rilievo TLS del sito – scaturito dalla certosina analisi storica comparativa e dalle analisi geometrico-formali dei singoli elementi (tab. 1). Queste hanno prodotto nuovi e originali spunti di riflessione sul

bene, che andranno ulteriormente declinati, grazie ai rinvenimenti inediti emersi in questa fase di studio. L'importanza di questa ricostruzione tattile risiede, tuttavia, nel fatto di avere realizzato un modello che è il risultato di una metodologia di ricerca che, coniugando gli ambiti disciplinari della storia e della rappresentazione, rende visibili a tutti – nell'obbiettivo dell'inclusività – i ragionamenti che hanno condotto e suffragato l'ipotesi ricostruttiva.
La ricerca apre nuove possibilità nel campo della comunicazione e divulgazione dei saperi, aprendosi al pubblico dei non vedenti, non con strumenti *ad hoc*, ma con un modello di comunicazione che offre le informazioni in maniera tattile e visiva contemporaneamente. Inoltre, entrambe le rappresentazioni – digitale e tattile – si configurano come un'opera testuale in cui la riconoscibilità dei vari elementi consente di risalire, in maniera indiretta e intuitiva, al processo scientifico culturale che ne ha determinato l'esito finale.

Note

[1] Dalla Carta di Londra è scaturita la Carta di Siviglia, 2008, che contiene le linee guida per l'attuazione della Carta di Londra nell'archeologia. In particolare, promuove la trasparenza scientifica che consente di desumere il livello qualitativo e scientifico del prodotto virtuale. "Tutti i sistemi di visualizzazione *computer-based* devono essere essenzialmente trasparenti, ad esempio verificabili da altri ricercatori o professionisti, dato che la validità – e quindi la finalità – delle conclusioni prodotte da tali visualizzazioni dipenderà in gran parte dalla capacità degli altri di confermare o rifiutare i risultati ottenuti" (Principio N.7 della Carta di Siviglia).

[2] Codice dei beni culturali e del paesaggio, Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42-art.6.

[3] Come sancito nella carta di Siena 2.0 su Musei e paesaggi culturali del 2016 "i Musei italiani costituiscono una componente rilevante del paesaggio italiano, risultando nella maggior parte dei casi connessi al territorio di appartenenza".

[4] La realizzazione del modello della Cappella Palatina di Noto Antica nasce con il contributo delle discipline della Storia e della Rappresentazione e con l'utilizzo degli strumenti e dei software del Laboratorio della Rappresentazione − LaRa dell'Università di Catania. Il bene oggetto di studio è un esempio di archeologia medievale di cui restano poche tracce *in situ* e i cui reperti architettonici sono conservati presso le sale espositive e i magazzini del Museo Civico di Noto. La ricostruzione filologica è stata effettuata a partire da un'attenta lettura critico-storica dei documenti e dal rilievo dei reperti in situ e decontestualizzati. I rilievi presso il deposito e le sale espositive del Museo Civico di Noto sono stati condotti in occasione della Tesi di Laurea *La ricostruzione compositiva e morfologica dell'architettura storica attraverso il rilievo. Un esempio di studio e di metodologia sulla rappresentazione degli elementi emersi* di Erika Gazzè, A.A. 2018-19, relatore prof.ssa Rita Valenti, correlatori dott.ssa Concetta Aliano, arch. Emanuela Paternò, i rilievi *in situ* sono stati condotti nel 2023.

[5] In proposito si ricorda l'art.12 della Convenzione di Faro – Convenzione quadro del Consiglio d'Europa sul valore del patrimonio culturale per la società – adottata dal Comitato dei Ministri del Consiglio d'Europa il 27 ottobre 2005 e ratificata nel settembre 2020 dal governo italiano, in cui si sancisce l'impegno delle parti firmatarie a promuovere azioni per migliorare l'accesso al patrimonio, particolarmente fra i giovani e le persone svantaggiate, al fine di potenziare la consapevolezza del suo valore intrinseco.

[6] Il terremoto del 1693 modificò il paesaggio geografico e culturale del Val di Noto; la città posta

originariamente sul Monte Alveria, a causa dei disastrosi crolli fu ricostruita a valle, sul colle Meti, assumendo il celeberrimo aspetto barocco (Tortora, 1972; Tobriner, 1989). L'antica Noto, oggi denominata con il toponimo di Noto Antica, rappresenta uno speciale parco-studio contrassegnato da tracce e testimonianze di una ininterrotta frequentazione che dall'età preistorica corre sino a quella barocca. L'attuale conformazione del sito, caratterizzato da ruderi e strati di macerie avvolti da una fitta vegetazione, impone una metodologia di ricerca principalmente archeologica; la storia degli studi dimostra quanto sia difficile procedere all'identificazione dei resti monumentali della città, a eccezione di alcuni che rappresentano documenti unici per tutto il Val di Noto. Un peculiare campo di indagine è rappresentato dai secoli centrali del Medioevo dove la città si modificò dietro la spinta araba – assumendo il ruolo di città a capo del Vallo – poi normanno-sveva e infine aragonese, i cui segni, seppur parziali, sono in grado di restituire visibilità a un periodo storico-artistico in larga parte 'invisibile' per tutta la Sicilia orientale. L'attuale studio condotto sui resti di una cappella palatina di epoca normanna rappresenta un esercizio di lettura utile a comprendere le complesse dinamiche culturali attive nel territorio, proiettandole in uno scenario internazionale poco noto e in parte ancora inedito, capace di restituire una nuova percezione della fiorente cultura del regno normanno, non più limitatamente 'Palermo-centrico' (Valenti et al., 2021).

[7] La descrizione della cappella è contenuta in Littara (1969, p. 81): "*tum Jordano filio, illegitimis nutpiis generato, tradidit, eique peropportunam arcem quae etianmnum extat, in urbis verticem extruendam iubet, firmissimum adversus deficientium, siqui forent, motus propugnaculum. Superst adhunc tum munitissima aggerum et turrium series, tum intra arcem templum Divo Michaeli sacrum, ingentibus lapidibus et columnis mira arte erectum*". Nonostante la riconosciuta attendibilità storica delle notizie riportate dal Littara, all'interno del testo appare una seconda citazione della cappella di San Michele Arcangelo, confusa con un tempio dedicato al santo guerriero Giorgio: "*habet arcem ad istmo munitissimam, quae a[b] Jordano Rogerii comitis filio cum Divi Georgij aede constructa est*" (*ivi*, p. 40). La consultazione delle visite pastorali ha consentito di documentare l'esistenza di una cappella di San Giorgio sita però al di fuori dell'area del Castello e pertinente all'abitazione del conte di Buscemi: "*visitavit cappellam Sancti Gerogij […] domini comitis Buxeme*" in Horosco de Arzes, 1566-67, c. 90 v.

[8] I tre blocchi oggi conservati presso i magazzini del Museo Civico di Noto, furono rinvenuti durante una ricognizione nell'area della cappella palatina e come in Valenti et al. (2023), oggi non sussistono dubbi in merito alla destinazione d'uso dei frammenti erratici, ascrivibili al blocco di coronamento absidale della cappella di San Michele Arcangelo al Castello. Essi sono contraddistinti da archetti dall'andamento acuto e da un ornato a tralcio continuo sulla fronte; la decorazione scultorea caratterizzata da un nastro bisolcato con foglietta a cinque punte drizzate, documenta la diffusione e l'evoluzione del linguaggio scultoreo di area messinese di ispirazione bizantina, anche nel territorio del Val di Noto nel corso del XII secolo. È possibile individuare dei referenti nel Iettorino di ambone, oggi esposto nella Galleria Regionale di Palazzo Bellomo e proveniente dalla basilica di San Marziano, e nel più vicino cantiere dell'abbazia normanna di Santa Lucia di Mendola, fondata anch'essa nel corso del XII secolo. Tuttavia, il fenomeno artistico consente di estendere l'analisi anche all'interno della Cattedrale di Cefalù, nell'area del presbiterio datata alla prima fase dei lavori del cantiere (1130-1140), come testimoniato dalle quattro mensole di imposta della prima arcata trionfale della navata centrale (Gandolfo, 2019; Valenti et al., 2021).

[9] La porta di Ovest datata al XII secolo, si conforma ai modelli offerti dalle cattedrali di Cefalù e Monreale, dalla basilica di Santa Lucia *extra moenia* di Siracusa e dalla chiesa di Sant'Agata al carcere già cattedrale di Catania, e infine dalla chiesa abbaziale di Santa Lucia di Mendola, (Gandolfo, 2019, pp. 42-43, 158-164, 183-197). Come riportato in Barres (2012, pp. 17-18), la struttura subì complessivamente dei restauri nel corso dei secoli XV e XVI, congiuntamente all'area del Castello. Oltre ai frammenti di base del portale laterale potrebbero essere ascritti a questa seconda fase del monumento resti di costoloni di nuove volte a crociera, ancora oggi visibili nel sito e rilevati da questa nuova analisi. A quanto detto è possibile aggiungere una riflessione anche in merito alle basi torali di forma quadrilobate sui quali si impostano quattro pilastri polistili, più frequenti nell'architettura tardo-gotica che normanna. Le analisi

qui condotte hanno individuato tuttavia, un referente normanno nella struttura di San Leopardo a Otranto. Per motivi di completezza è bene ricordare come lo scavo archeologico eseguito nell'area del castello abbia fatto emergere una frequentazione storica da una fase ellenistica – IV-III secolo a.C. – sino a una post medievale – XVII secolo 1693 (Guzzardi, 2019).

[10] La diffusione della pianta centrica in Sicilia rappresenta un tema complesso data l'ampia applicazione sin a partire dall'età tardo-imperiale (Agnello, 1960; Tosco, 2016). Ciò ha comportato la nascita di una ricca bibliografia ottocentesca e novecentesca che ha esaminato l'evoluzione dell'architettura di età normanna in Sicilia, riconoscendo di volta in volta il primato delle correnti qui attive e predominanti, bizantina, islamica e nordica, per cui si rimanda al ricco e completo quadro critico offerto da Ciotta (2006). Il caso specifico del *quinconce* a Noto Antica guarda a esempi tratti dall'architettura del Nord-Africa nei secoli IX-XI, ai castelli, mausolei o cube, tanto quanto a strutture di area bizantina (Basile, 1975; Cardamone, 2000).

[11] La ricerca d'archivio ha riportato in luce una inedita descrizione della 'cappella in castro'; essa riesce a documentare l'esistenza di un solo altare per l'esercizio del culto, dedicato a San Michele Arcangelo: "*et visitator qui supra se contulit in castro predictae civitatis Nothi et visitatvit illius cappellam sub vocabulo Sancti Michaeli quam invenit bene ornatam et mundam. Sancti Michaelis altare invenit bene custoditum et ornatum*", Horosco de Arzes, Visitationes 1563-74, c. 29 v. L'indagine ha potuto eseguire una accurata rassegna di tutti gli edifici sacri presenti a portale Antica, sciogliendo i dubbi esistenti fra gli studiosi in merito a un secondo edificio dedicato anch'esso al culto di San Michele Arcangelo, e sito all'interno del perimetro urbano. I documenti consentono di conoscere nel dettaglio le vicende di un'altra chiesa parrocchiale di San Michele Arcangelo, sede di una ricca confraternita. In particolare, la presenza della chiesa nella visita del XVIII octobris prima indictione 1542, a firma del vescovo Bonomia contraddice l'informazione storica sino a ora nota, secondo cui questo secondo edificio sarebbe stato fondato dal vescovo Giovanni Horosco solo fra il 1579 e il 1602, R. Pirro, citato in Barres (2012, p. 19). Anticipando la data di comparsa almeno alla prima metà del XVI secolo, è possibile attribuire definitivamente ad Antonello Gagini la statua di San Michele Arcangelo, oggi esposta nella cattedrale di Noto-nuova: "*item visitavit ecclesiam Sancti Michaeli […] et est confraternitas […] et de recente fecerunt conam cum figura Sancti Michaeli marmorea et expenderunt in illa uncias ultra septuaginta: et in ea etiam est altare satisbene ornatum cum altarecto integro etiam cum paleis calicibus et alijs ornamentis quae omnia tradita sunt per invertarium. dicta ecclesia Sancti Michaeli est contigua ecclesiae Sancti Leonardj in qua quandoque celebratur*" Visitatio Bonomia 1542, c. 170 r et 171 v, così come già ipotizzato da Rotolo (1982, pp. 67-68).

[12] Basile (1975, pp. 70-80, 108-109) include fra le chiese a pianta centrica anche 'la Martorana' di Palermo; per un approfondimento sulle tecniche di costruzione delle due strutture si rimanda a Cicala & García Baño (2019), in cui si evidenzia la possibilità di utilizzare le scelte adottate come modello esportabile all'interno del panorama architettonico dell'Isola.

[13] L'edificio di San Cataldo, seppur ispirato nello schema progettuale ai temi dell'architettura pugliese, presenta la struttura delle cupole con soluzioni costruttive delle maestranze siciliane, Rosa Di Liberto, citata in Tosco (2016, p. 291).

[14] Per un quadro completo sul complicato aspetto architettonico della cattedrale di Cefalù si rimanda a Zoric (1985, 1992). Dagli scavi della cappella netina sono emerse imposte simili alle citate cefaludensi, cui è possibile accostare anche un reperto inedito, emerso durante l'attuale fase di studio, che documenta il tema degli archi intrecciati anche per il Val di Noto.

[15] I due citati referenti sono indicati nel contributo di Antista (2015), in cui viene presentata una ricca casistica delle absidi nelle prime chiese normanne di Sicilia, capaci di sperimentare diverse soluzioni in alternativa ai tre volumi sporgenti, che interpretano l'area rituale del bema con *prothesis* e *daconicon*.

[16] Gli studi eseguiti sulla cartografia di Noto hanno permesso di individuare nella veduta oggi conservata presso la Biblioteca Comunale di Noto e nota come 'pianta Di Lorenzo' una copia esatta

eseguita nel corso del XVIII secolo, di una precedente veduta della città eseguita prima del terremoto del 1693, dal francescano Padre Cantone (Cugno, 1970).

[17] I marchi censiti dal presente studio sono 8:

di cui tre rilevati durante la campagna di scavo del 2007. Appartengono a diverse tipologie, di natura alfabetica e pittografica, con la ripetizione del simbolo su tre blocchi. L'esecuzione tramite subbia, sembra sia avvenuta in seguito all'azione di finitura del blocco lapideo poiché come nei casi osservati in Calabria, interrompono le linee lasciate dallo strumento sulla superficie (Cuteri & Hyeraci 2012). La loro presenza su blocchi riferibili, in tre casi, a conci di un arco suggerisce la specializzazione del lavoro in cantiere, con una differenziazione esplicita delle figure professionali impiegate. Il confronto con l'unico studio specifico siciliano compiuto a Cefalù da Zoric (1989), mette in evidenza la similarità dei segni netini con alcuni presenti nella prima fase del cantiere cefaludense, 1130-1170. Questo potrebbe documentare la circolazione di maestranze specializzate all'interno di cantieri coevi dell'Isola, confermando altresì per il caso specifico una datazione al XII secolo.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano la Soprintendenza per i Beni Culturali e Ambientali di Siracusa e il comune di Noto. Traduzione della prof.ssa G. Franchi. Lo studio è stato condotto nell'ambito del programma di ricerca: *Visibile e Invisibile: percorsi interdisciplinari per una fruibilità diffusa dei beni Museali. Ricerca-Azione per una didattica inclusiva* – Ricerca PIA.CE.RI 2020-2022. Lo studio è il risultato della collaborazione tra tutte le autrici. In dettaglio Rita Valenti ha scritto il paragrafo 'Introduzione. I presupposti della ricerca', 'I beni museali e i luoghi di provenienza. La riconnessione virtuale e materica' e le 'Conclusioni'; Concetta Aliano ha scritto i paragrafi 'Notizie storiche della 'cappella in castro' di San Michele Arcangelo' e 'I referenti culturali siciliani per l'integrazione delle assenze'; Emanuela Paternò ha scritto i paragrafi 'Rilievo architettonico: acquisizione ed elaborazione dei dati' e 'Ricostruzione virtuale e tattile della diruta cappella palatina'.

Riferimenti bibliografici

Antista, G. (2015). Le absidi nelle prime chiese normanne e nella cappella palatina di Palermo. In M.R. Nobile, & D. Sutera (a cura di), *L'abside costruzione e geometrie* (pp.63-82). Edizioni Caracol. DOI: 10.17401/ABSIDE-NOBILE

Agnello, G. (1960), Chiese centriche e chiese tricore nella Sicilia bizantina. In F. Dölger & HG. Beck (Eds.), *Akten des XI internationalen Byzantinisten kongresses, München, 1958*. CH Beck.

Basile, F. (1975), L'architettura della Sicilia normanna. *Quaderno dell'istituto dipartimentale di architettura e urbanstica Università di Catania, 6,* 1-120. Cavallotto.

Barres, M.M. (2012). *La cappella reale di San Michele nel Castello di Noto Antica (XII-XVI secolo). Quaderni Lexicon, 3*. Edizioni Caracol.

Cardamone C. (2000), Origini e modelli delle chiese quattrocentesce a *quincunx. Quaderni di Palazzo Te, 7*, 13-37.

Cicala, F., & García Baño, R. (2019) Gemelle diverse. Las iglesias de la Santísima Trinidad de Delia y de San Nicolò Regale en Trápani, Sicilia. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica, 24(35)*, 248–257. DOI:

10.4995/ega.2019.9465

Ciotta, G. (2006). La cultura architettonica normanna in Sicilia nel quadro delle coeve esperienze del Mediterraneo. In A.N. Eslami (a cura di), *Architetture e città del Mediterraneo tra Oriente e Occidente* (pp. 153-182). De Ferrari.

Cugno L. (1970). Per una valutazione della Pianta Antonio Maria Tedeschi. A*tti e Memorie dell'I.S.V.N.A. (Istituto per lo studio e la valorizzazione di Noto e le sue antichità), 1*, 99-106.

Cuteri, F.A., & Hyeraci, G. (2012). Segni lapidari nell'architettura medievale della Calabria. Prime annotazioni su morfologia e distribuzione. In F. Redi & A. Forgione (a cura di), *VI Congresso Nazionale di Archeologia Medievale, L'Aquila, 2012* (pp. 145-148). All'Insegna del Giglio.

Denard, H. (2012) A New Introduction to the London Charter. In A. Bentkowska-Kafel, D. Baker & H. Denard (Eds.), *Paradata and Transparency in Virtual Heritage* (pp. 57-71). Ashgate.

D'Onofrio, M. (1994). Il panorama dell'architettura normanna in Sicilia. In M. D'Onofrio (a cura di), *I Normanni popolo d'Europa* (pp. 199-208), Marsilio.

Federici, A. (2022). [Ri]costruire il patrimonio culturale medievale. Il caso delle [ri]costruzioni 3D nella ricerca accademica e nelle GLAMS. *Magazén, 3(2)*, 219-234.

Fregonese, L., Giordani, N., Adami, A., Bachinsky, G., Taffurelli, L., Rosignoli, O., & Helder J. (2019). Physical and virtual reconstruction for an integrated archaeological model: 3d print and maquette. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLII-2/W15*, 481-487. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-481-2019

Gandolfo, F. (2019). *La scultura nella Sicilia normanna*, 1. Edizioni Tored.

Giovannini, E.C. (2020). Workflow for an evidence-based virtual reconstruction: the marbles of the ciborium of the early medieval monte sorbo church. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLIII-B2*, pp. 1395-1402. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-2020-1395-2020

Guzzardi, L. (2019). Noto Antica dallo scavo alla fruizione e musealizzazione. In L. Guzzardi & M.M, *Frammenti medievali. Da Noto Antica al museo civico di Noto* (pp. 15-21). Emanuele Romeo Editore.

Littara, V. (1969). *Storia di Noto antica dalle origini al 1593 / Vincenzo Littara; traduzione e note di Francesco Balsamo; a cura dell'Istituto per lo studio e la valorizzazione di Noto Antica*. Cittara. (Opera originale pubblicata *De Rebus Netinis* 1593)

Montuori, R., Gilabert-Sansalvador, L., & Rosado-Torres, A.L. (2020). 3d printing for dissemination of Maya architectural heritage: the acropolis of La Blanca (Guatemala). *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLIV-M-1*, 481-488. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLIV-M-1-2020-481-2020

Nicastro, G., & Puma, P. (2019). Virtual heritage for the dissemination of the Baratti in 3d project. *The*

International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLII-2/W9, 2019, 529-534. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W9-529-2019

Pinna Caboni, B. (2020). Ghadames (Libya). Surveying Data for a reconstructive proposal of the ruins locally known as 'el-Asnam', the Idols. *DISEGNARECON, Vol. 13, n. 25*, 21-55. DOI: 10.20365/disegnarecon.25.2020.2

Rotolo, F. (1982). Sculture e Artisti a Noto nei secoli XV-XVI. In F. Balsamo (a cura di), *Atti e Memoria I.S.V.N.A. (Istituto per lo studio e la valorizzazione di Noto e le sue antichità), anni XII-XIII* (pp. 67-68). Noto.

Susan, G. (2010). L'intervento conservativo al Castello Reale di Noto Antica e la scoperta della Chiesa di San Michele. In L. Guzzardi & M.M. Barres (a cura di), *Frammenti medievali da Noto Antica al Museo Civico di Noto* (pp. 23-29). Emanuele Romeo Editore.

Tiberti, V. (2020). *Il museo sensoriale. L'accessibilità culturale e l'educazione artistica ed estetica per le persone con minorazione visiva nei musei del comune di Roma*. Sapienza Università Editrice.

Trizio, I., Demetrescu, E., & Ferdani D. (Eds.) (2023). *Digital Restoration and Virtual Reconstructions. Case Studies and Compared Experiences for Cultural Heritage*. Springer.

Tobriner, S. (1989). *La genesi di Noto. Una città siciliana del Settecento*. Dedalo.

Tortora, F. (1972). *Breve notizia della città di Noto prima e dopo il terremoto del 1693*. Jonica.

Tosco, C. (2016). *L'architettura medievale in Italia, 600-1200*. Il Mulino.

Treleani, M. (2021). Reproductions, relocations and displacements of cultural heritage. *SCIRES-IT - SCIentific RESearch and Information Technology, 11* (1), 45-52.

Valenti, R. (2023). Il rilievo dei Beni Museali nascosti per la tutela e la valorizzazione: linee programmatiche e primi risultati raggiunti. In P. Mulè (a cura di), *Visibile e invisibile: percorsi interdisciplinari per una fruibilità diffusa dei beni museali (VisInMusA)* (pp.103-117). Pensa Multimedia.

Valenti, R.M.F., Aliano, C.L., Paternò, E.M., & Gazzè, E. (2021). Silent cultural heritage: digitalisation of the archaeological artefacts of Santa Lucia di Mendola for an interdisci-plinary reconstructions. *SCIRES-IT - SCIentific RESearch and Information Technology, 11* (1), pp. 179-194.

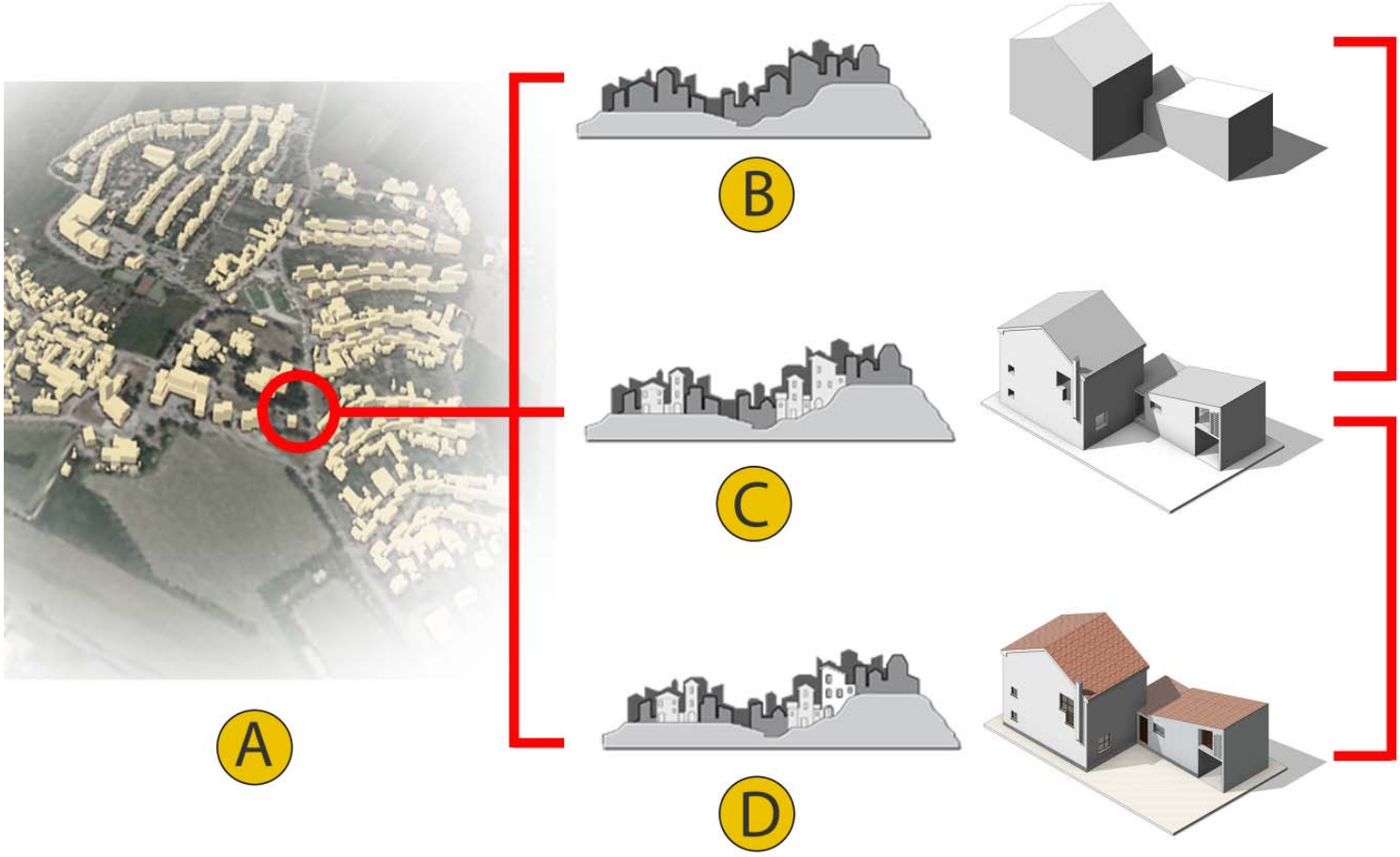
Valenti, R., Cantone, F., & Paternò, E., (2023). Methodological practice for the physical and virtual reconstruction of 'absent' museum goods: hypotheses for their protection, valorization and inclusive dissemination. In Trizio, I., Demetrescu, E., & Ferdani D. (Eds.), *Digital Restoration and Virtual Reconstructions. Case Studies and Compared Experiences for Cultural Heritage* (pp. 237-252). Springer. DOI: 10.1007/978-3-031-15321-1_15

Valzano, V., & Mannino, K. (2020). Cultural Heritage communication and digital resources: three examples from Messapian archaeology. *SCIRES-IT - SCIentific RESearch and Information Technology, 10* (2), 1-18. DOI: 10.2423/i22394303v10n2p1

Zoric, V. (1985). Considerazioni analitiche sulla costruzione della Cattedrale di Cefalù. In V. Scuteri (a cura di), *La basilica cattedrale di Cefalù. Materiali per la conoscenza storica e il restauro* (pp. 93-340). EDIPRINT.

Zoric, V. (1989). Alcuni risultati di una ricerca nella Sicilia normanna: i marchi dei lapicidi quale mezzo per la datazione dei monumenti e la ricostruzione dei loro cantieri. Centre International de Recherches Glyptographiques, *Actes du VIe colloque international de glyptographie de Samoëns. 5 au 10 Juillet 1988* (pp. 567-649). Editions de La Taille d' Aulme.

Zoric, V. (1992). Ricerche e riflessioni sui primi interventi ruggeriani a Cefalù. *Annali della Facoltà di lettere e filosofia dell'Università di Palermo, 42*.


A
B
C
D

I borghi rurali della riforma agraria: ricostruzioni digitali per la conoscenza e la valorizzazione del patrimonio architettonico contemporaneo

Raffaele Pontrandolfi[1], Antonio Bixio[2]

[1]Dipartimento di Architettura, Università degli Studi Roma Tre, ITALY

[2]Scuola di Ingegneria, Università degli Studi della Basilicata, ITALY

raffaele.pontrandolfi@uniroma3.it; antonio.bixio@unibas.it;

Parole chiave: Colonizzazione rurale; Metodologie e strumenti ICT; Heritage Building Information Modeling; Patrimonio edilizio contemporaneo; Ricostruzione digitale.

Abstract

Il contributo proposto è riferito al tema della conoscenza del patrimonio rurale contemporaneo, relativo all'ambito della colonizzazione agraria avvenuta a cavallo tra il primo e il secondo Novecento in Italia e Spagna. In particolare, l'importanza della sistematizzazione e della diffusione di alcuni esempi di valore storico-testimoniale – molti dei quali ancora poco conosciuti, attualmente in stato di abbandono o addirittura mai realizzati – riveste un ruolo fondamentale ai fini di una loro riscoperta, per immaginarne un possibile recupero e la promozione di interventi volti alla salvaguardia di questo ingente patrimonio urbanistico e architettonico tutt'ora esistente. In tal senso, le indagini dirette e il rilievo sui manufatti edilizi, sia a uso pubblico che residenziale e di servizio, risultano essenziali per comprenderne la loro evoluzione nel tempo, a partire dalle fonti documentali e dai materiali d'archivio storici non sempre accessibili e di facile fruizione, anche attraverso l'utilizzo di metodologie e strumenti digitali afferenti al campo dell'ICT (*Information and Communication Technologies*).

La strutturazione e la gestione di apparati informativi mediante l'ausilio di modelli digitali di tipo HBIM (Historical/Heritage Building Information Modeling) applicati alla conoscenza del patrimonio contemporaneo costruito (o solamente progettato) assume una rilevanza essenziale sotto diversi punti di vista. Da un lato, la sistematizzazione delle fonti archivistiche, spesso tra loro eterogenee, in un database di tipo olistico e costantemente implementabile risulta determinante per la riscoperta e la divulgazione scientifica di questo cospicuo patrimonio esistente spesso ancora poco noto. Dall'altro, invece, tali approcci metodologici possono costituire strumenti utili per sviluppare ipotesi e strategie finalizzate al recupero, alla tutela e alla rifunzionalizzazione di questi insediamenti agricoli di fondazione.

Come si cercherà di evidenziare preliminarmente in questo studio, mentre l'impiego di tecnologie digitali e metodi orientati al rilievo e alla conoscenza del patrimonio edilizio storico e monumentale ha assunto ormai già da diverso tempo una sua rilevanza in ambito scientifico e applicativo, si riscontra ancora un interesse circoscritto per quanto concerne l'uso di questi sistemi informativi rispetto al tema dell'architettura moderna e contemporanea, e nella fattispecie di quella cosiddetta 'minore', presente sia in ambito urbano che rurale.

Verranno quindi presentati e analizzati brevemente alcuni casi studio inerenti al rilievo e alla ricostruzione

Fig. 1 - Il sistema informativo multiscalare HBIM alla base del processo di gestione digitale della conoscenza proposto per il borgo rurale La Martella (MT, 1951-1955): dalla scala territoriale (A) alla scala edilizia (D). (Elaborazione grafica degli autori).

con modelli digitali di tipo HBIM di alcune tipologie edilizie presenti in alcuni borghi della riforma agraria in Basilicata e nei *pueblos de colonización* spagnoli. Le suddette sperimentazioni proposte sono frutto di differenti lavori di ricerca sviluppati, in ambito accademico, nel corso degli ultimi anni a partire da alcuni studi e indagini precedenti di riferimento sull'argomento, elaborati da un gruppo di ricerca dell'Università degli Studi della Basilicata.
Nello specifico, i tre casi esposti in questo studio sono relativi ad alcune tipologie architettoniche a uso pubblico, abitativo e di servizio progettate per i borghi di tipo residenziale di Santa Maria d'Irsi (1948-1951) in agro d'Irsina e di La Martella (1951-1955), entrambi realizzati in provincia di Matera, nonché per il pueblo iberico di Cañada de Agra (1962-1965) in Castilla-La Mancha.

The proposed contribution deals with the topic of contemporary rural heritage knowledge, relating to the agrarian colonization that took place between the first and second half of the 20th century in Italy and Spain. In particular, the relevance of systematising and disseminating a number of examples of historical-testimonial value - many of which are still little known, currently in a state of abandonment or even never built - plays a fundamental role in their rediscovery, in order to imagine their possible recovery and the promotion of interventions aimed at safeguarding this huge urban and architectural heritage that still exists.
In this regard, direct research and surveying of buildings, both public and residential and service ones, are essential to understand their evolution over time, starting from documentary sources and historical archive materials that are not always accessible and easy to consult, also through the use of digital methodologies and tools related to the ICT (Information and Communication Technologies) field.
The development and management of information systems with the help of HBIM (Historical/Heritage Building Information Modeling) digital models applied to the existing built (or merely designed) heritage is of fundamental importance from several points of view. On the one hand, the systematization of archival sources, often heterogeneous, in a holistic and constantly implementable database is crucial for the rediscovery and scientific dissemination of this conspicuous existing heritage that is often still little known. On the other hand, such methodological approaches can be useful tools for developing hypotheses and strategies aimed at the recovery, protection and re-functionalization of these founding agricultural settlements.
As will be previously pointed out in this study, while the use of digital technologies and methods oriented towards the survey and knowledge of the historical and monumental building heritage has already been relevant in scientific and applied fields from quite some time now, there is still a limited interest in the use of these information systems with regard to the topic of modern and contemporary architecture, and in this case the so-called 'minor' architecture, existing in both urban and rural areas.
A number of case studies will then be presented and briefly analysed concerning the survey and reconstruction with HBIM digital models of certain building typologies found in some villages of the agrarian land reform in Basilicata and in Spanish pueblos de colonización. The above mentioned proposed experimentations are the result of different research works developed, in the academic field, over the last few years starting from some previous studies and reference investigations on the subject, developed by a research group of the University of Basilicata.
Specifically, the three cases presented in this study are related to certain architectural typologies for public, residential and service use designed for the two residential type villages of Santa Maria d'Irsi (1948-1951) in the countryside of Irsina and La Martella (1951-1955), both in the province of Matera, as well as for the Iberian pueblo of Cañada de Agra (1962-1965) in Castilla-La Mancha.

Introduzione. L'importanza del 'riconoscimento' per la tutela e il recupero del Contemporaneo

Il tema della conoscenza e di una rilettura critica relativa al patrimonio urbanistico e architettonico post Movimento Moderno, con particolare riferimento all'esperienza di colonizzazione agraria avvenuta a cavallo tra la prima e la seconda metà del secolo scorso nei rispettivi contesti di ricostruzione postbellica in Italia e Spagna, costituiscono

oggi delle prerogative fondamentali nell'ottica di una riscoperta, di una tutela e di un recupero compatibile di questi esempi di valore storico-testimoniale, a quasi settant'anni di distanza dalla loro effettiva realizzazione. In questo senso tale ricerca mira a ripercorrere innanzitutto la genesi dei principali processi di trasformazione, avvenuti tanto alla scala territoriale quanto alla scala insediativa e dei singoli manufatti edilizi, oltre a individuare l'effettivo lascito di alcuni esempi paradigmatici analizzati nei due ambiti di riferimento. Risulta fondamentale un preventivo riconoscimento di questo ingente patrimonio rurale contemporaneo che ha ormai caratterizzato da decenni il paesaggio agrario di molte realtà europee, risultato dei numerosi interventi di tipo insediativo e infrastrutturale promossi nell'ambito dei rispettivi programmi di trasformazione agraria soprattutto nelle realtà geografiche all'epoca non ancora coinvolte nel processo di industrializzazione [1]. In questi differenti contesti geopolitici si riscontrava una duplice necessità comune: favorire il processo di 'deurbanizzazione' dei grandi centri urbani in favore del ripopolamento di ampie porzioni di territorio caratterizzate ancora da un sistema agricolo di tipo latifondista; risolvere i problemi abitativi e socioeconomici in cui versava la maggior parte della popolazione contadina. Come si evidenzia in questo contributo, è necessario riconoscerne anzitutto la forte valenza culturale e testimoniale per poterne prevedere un possibile recupero anche ai fini di un suo riutilizzo in relazione alle esigenze della popolazione oggi residente. Sotto questo aspetto importanza fondamentale assumono gli attuali dispositivi normativi vigenti, presenti nel contesto italiano e spagnolo di riferimento: rispettivamente, il Codice Urbani in Italia (D.lgs 42/2004) e la Dichiarazione come *Bien de Interés Cultural* in Spagna (Legge 16/1985) [2]. Sebbene entrambe le normative ne prevedano il riconoscimento ai fini della tutela e della conservazione, la maggior parte del patrimonio rurale contemporaneo tutt'ora esistente nei due ambiti territoriali risulta ancora privo di un dispositivo efficace atto a identificarne e a preservarne i principali caratteri tipo-morfologici originari.

Approcci metodologici per la sistematizzazione della conoscenza del patrimonio rurale di metà Novecento

Nell'ottica di una riscoperta degli episodi insediativi ed edilizi della colonizzazione rurale in Italia e Spagna, risulta fondamentale uno studio approfondito attraverso approcci metodologici integrati. Trattandosi di un patrimonio ritenuto 'fragile' la peculiarità che contraddistingue queste architetture risiede soprattutto nella forte valenza sperimentale dal punto di vista architettonico, costruttivo e tecnologico legato al passaggio tra tradizione e modernità. Inoltre, risultando questi interventi insediativi fortemente legati alla trasformazione del territorio rurale circostante, richiedono un approccio olistico che vada dall'analisi urbanistico-territoriale alla scala dello spazio pubblico, a quella delle aggregazioni di vicinato fino al singolo manufatto edilizio.
La complessità di questo ambito d'indagine necessita anche dell'ausilio di metodologie

e strumenti digitali, afferenti all'ambito dell'ICT, unitamente all'impiego di tecniche e approcci di tipo tradizionale per la sistematizzazione della conoscenza. Da questo punto di vista l'utilizzo di tecnologie di tipo GIS e BIM risulterebbe fondamentale proprio per la loro natura multiscalare, tanto a livello di attributi alfanumerici che di modelli geometrici, nella gestione dei rispettivi sistemi informativi (fig. 1). Entrambe le tecnologie rivestono attualmente un ruolo cruciale per l'organizzazione e la diffusione della conoscenza in ambito scientifico, come strumenti utili per sviluppare ipotesi e strategie d'intervento per il recupero e la valorizzazione di questo patrimonio contemporaneo. Tali metodologie sono caratterizzate però da evidenti analogie e da altrettante differenze alla base del loro impiego e diffusione (Vacca et al., 2018; Matrone et al., 2019) sia dal punto di vista cronologico che delle finalità, della scala d'intervento, del grado di dettaglio, della gestione delle informazioni e delle differenti tipologie di utenze [3]. Ciononostante recenti studi di settore hanno rilevato la possibile integrazione ed interoperabilità tra le due tecnologie digitali, in relazione soprattutto al tema della sistematizzazione della conoscenza attraverso analisi di tipo multiscalare sul patrimonio esistente (Dore & Murphy, 2012; Gigliarelli et al., 2019).

Ambito d'indagine. Il processo di riforma agraria e colonizzazione rurale in Italia e Spagna

Il contesto di riferimento per questo studio è relativo al processo di trasformazione agricola avvenuto in ambito italiano e spagnolo attraverso le politiche di bonifica, riforma fondiaria e colonizzazione insediativa promosse dai rispettivi organismi di riforma.

La scelta di analizzare comparativamente questi due contesti geografici è dovuta alle molteplici analogie e differenze riscontrate in entrambe le realtà, sia in termini di risultati raggiunti che per l'approccio e le modalità di pianificazione dei nuovi modelli insediativi adottati nei rispettivi territori (Monclús Fraga & Oyón Bañales, 1988; Álvaro Tordesillas, 2013; Basiricò, 2018).

A partire dalle prime esperienze promosse, nel corso del primo dopoguerra, rispettivamente dall'ONC (Opera Nazionale Combattenti) e dall'ECLS (Ente per la Colonizzazione del Latifondo Siciliano) durante la Bonifica Integrale mussoliniana in Italia, e contestualmente in ambito iberico dalla JCCRI (*Junta Central de Colonización y Repoblación Interior*) e successivamente dall'OPER (*Obras de Puesta en Riego*), il processo di trasformazione territoriale e di colonizzazione rurale delle due nazioni assunse un ruolo preponderante soprattutto tra gli anni Cinquanta e Sessanta del secolo scorso [4]. Tali programmi di riassetto fondiario vennero perseguiti nei rispettivi contesti per risolvere l'annoso problema del latifondo e lo spopolamento di intere porzioni di territorio agricolo, soprattutto nel Mezzogiorno e nelle isole, promuovendo la modernizzazione infrastrutturale e dei sistemi di coltivazione (fig. 2). In ambito italiano vennero emanate le tre Leggi di Riforma Agraria (1950), con l'istituzione della Cassa

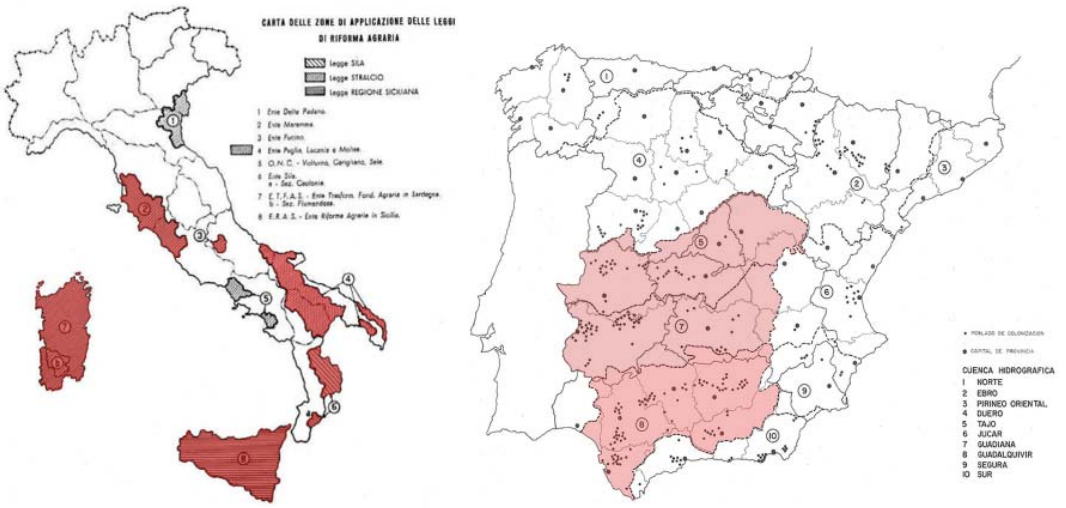


Fig. 2 - Mappe delle zone interessate dalla riforma agraria in Italia e in Spagna. In rosso le aree con maggiore concentrazione realizzativa dei borghi (elaborazione grafica degli autori). Archivio di Stato di Bari, Fondo ERSAP, Sezione Borgate; Villanueva Paredes & Leal Maldonado, 1991, p. 108.

per il Mezzogiorno e dei rispettivi Enti di Riforma negli otto comprensori italiani (Misiani, 2011, pp. 105-140). In Spagna, la costituzione dell'INC (*Instituto Nacional de Colonización*) e dell'INV (*Instituto Nacional de Vivienda*) consentì l'applicazione dei relativi decreti legislativi sulla colonizzazione integrale nel territorio iberico (emanati tra il 1939 e il 1949), affidata poi alle rispettive delegazioni territoriali nelle dieci conche idrografiche istituite dal regime franchista (Calzada Pérez, 2006; Centellas Soler, 2010, pp. 109-126). Contemporaneamente diversi interventi di carattere insediativo legati alla trasformazione rurale furono promossi in collaborazione con altri organismi, quali l'UNRRA-CASAS (*United Nations Relief and Rehabilitation Administration* - Comitato Amministrativo Soccorso Ai Senzatetto; Talamona, 2001) in Italia e la DGRDR (*Dirección General de Regiones Devastadas y Reparaciones*) nella penisola iberica.
Per quanto caratterizzati da esigenze e approcci simili alla base della pianificazione insediativa e territoriale delle rispettive realtà agricole, gli esiti raggiunti dai due processi di colonizzazione rurale risultarono diversi già a distanza di pochi decenni dalla loro effettiva attuazione.

I nuovi modelli insediativi: borghi residenziali, pueblos de colonización e centri di servizio

L'importanza di questi processi di trasformazione agraria nei due contesti di studio risiede nella particolare rilevanza assunta dal dibattito sui prototipi insediativi da adottare nei rispettivi territori oggetto di riforma da parte dei diversi organismi coinvolti. Da un lato venne proposto un modello insediativo di tipo 'disperso', costituito dalla presenza di case coloniche isolate ciascuna su un podere e afferenti a centri di servizio con

attrezzature minime (chiesa, scuola, edificio amministrativo, ufficio postale, manufatti a uso produttivo, ecc.) dislocati su una determinata porzione territoriale (mediamente compresa tra i 2 e i 3,5 chilometri). Dall'altro, il modello di tipo 'residenziale' o 'accentrato', basato sulla presenza di veri e propri nuclei urbani (a distanza di c.ca 3,5-5 chilometri come raggio d'influenza) per accogliere le nuove comunità contadine, secondo una logica insediativa contraddistinta da interi isolati abitativi conformati sul concetto delle 'aggregazioni di vicinato' (INU, 1952; INU, 1956; Álvaro Tordesillas, 2010; Basiricò, 2018; Flores Soto, Presa Torres, 2022, pp. 57-76). A queste due tipologie d'insediamento si aggiungeva poi una soluzione intermedia, definita 'semi-dispersa' o 'semi-accentrata', caratterizzata dal raggruppamento di manufatti colonici sui poderi all'incrocio delle strade interpoderali con la presenza di poche attrezzature collettive di servizio. Tale dicotomia era dovuta a una diversità di approcci alla base della pianificazione e trasformazione del territorio rurale: nel primo caso, in funzione di una maggiore produttività agricola fortemente auspicata dagli ingegneri agronomi, sostenitori di un modello insediativo 'disperso'; nella seconda casistica, in virtù di una maggiore coesione sociale, auspicata soprattutto dagli architetti e urbanisti dell'epoca in entrambi i contesti geografici. Questo dibattito costituì un'importante occasione di confronto tra le principali personalità italiane e spagnole al principio degli anni Cinquanta (in particolare, Nallo Mazzocchi Alemanni, Mario Bandini, José Tamés tra gli altri) per definire un modello condiviso di insediamento rurale (Mazzocchi Alemanni, 1955; Bandini, 1963). Seppure in un primo momento i modelli insediativi italiani e l'esperienza di bonifica fascista costituirono un importante riferimento per la fase iniziale della colonizzazione spagnola, gli esiti realizzativi finali risultarono abbastanza eterogenei (Villanueva Paredes & Leal Maldonado, 1991; Pozo & López Trueba, 2004; Pérez Escolano & Calzada Pérez, 2008).

Attuali condizioni d'uso dell'edilizia nei progetti di fondazione agricola tra abbandono e riscoperta

Le diverse esigenze di tipo politico, culturale, socioeconomico e territoriale, portarono a scelte differenti rispetto al tema della colonizzazione insediativa nei due paesi. Mentre nel contesto italiano furono progettati prevalentemente insediamenti di tipo 'disperso' e 'semi-disperso', in ambito spagnolo la quasi totalità dei nuclei abitativi era basata sul tipo di *pueblos* residenziale, con poche eccezioni dei complessi *escuela-capilla* a servizio delle case isolate, per effetto della politica accentratrice del regime franchista [5].
Nel tempo gli insediamenti agricoli hanno subito un'evoluzione assai diversa: in Spagna la maggior parte di questi nuclei risulta ancora in buona parte funzionante e ben conservata, in virtù di una continuità d'uso; in Italia questo patrimonio risulta in molti casi abbandonato o in avanzato stato di degrado a causa del rapido spopolamento dovuto al precoce fallimento delle politiche agricole e all'esodo delle popolazioni contadine verso i centri urbani già a distanza di pochi anni dalla sua realizzazione (figg.

Fig. 3 - E. Calia. Borgata di Santa Maria d'Irsi (MT, 1948-1951). Vista recente delle tipologie residenziali con annessi agricoli destinate in origine ai contadini, oggi in stato di forte abbandono e degrado (fotografia dell'autore, 2022).

3-5).

Tali discrepanze riscontrate sono dovute ai differenti risultati raggiunti dagli interventi di riforma fondiaria nei rispettivi territori, talvolta anche all'interno di uno stesso comprensorio. Laddove gli esiti di trasformazione agraria e infrastrutturale sono rimasti incompiuti si ravvisa la presenza di numerosi nuclei rurali di ridotte dimensioni in forte stato di abbandono o parzialmente trasformati e adibiti a funzioni differenti (di tipo residenziale o di deposito) rispetto a quelle originarie. Questa situazione è ricorrente soprattutto nei territori del Mezzogiorno d'Italia e in alcune aree spagnole circoscritte, dove il modello insediativo di tipo 'disperso' è risultato pressoché fallimentare (Álvaro Tordesillas et al., 2010; Misiani & Gómez Benito, 2017). Contrariamente, in entrambi i contesti si riscontra la presenza di diverse casistiche di tipo residenziale che hanno subito, nel tempo, ampliamenti e alterazioni spesso incontrollate, comportandone la perdita dei principali caratteri originari.

Principali criteri per la selezione e salvaguardia di esempi di valore storico-testimoniale

Con riferimento a quanto riportato nella premessa iniziale, il differente grado di consapevolezza dell'importanza assunta oggi da questo rilevante patrimonio rurale contemporaneo nei rispettivi ambiti territoriali, si riflette spesso in un diverso approccio riservato al tema della tutela, della sua conservazione e conseguente valorizzazione. Mentre nel contesto spagnolo la continuità a livello funzionale di questi insediamenti ha inciso profondamente anche sulla conservazione dei nuclei originari, riconoscendone la forte valenza storica e testimoniale, in Italia non è stata ancora rivolta la giusta attenzione a causa soprattutto della graduale perdita del ruolo per il quale furono concepiti.
In relazione ai due dispositivi legislativi vigenti e al recente interesse da parte di diversi organismi e istituti di ricerca a livello nazionale e internazionale [6], risulta oggi fondamentale il riconoscimento preliminare di molti di questi esempi della colonizzazione insediativa, quali testimonianze dello sviluppo dell'architettura e dell'urbanistica moderna, ai fini di una loro tutela, di un possibile recupero e di una loro rifunzionalizzazione rispetto anche alle istanze della popolazione attualmente residente.
Allo scopo di perseguire tali obiettivi, risulta imprescindibile l'adozione di possibili criteri storico-critici specifici per la selezione e il censimento di esempi paradigmatici tra gli insediamenti di fondazione.
Un primo elemento valutativo è riferito all'individuazione di opere di particolare valore ambientale e architettonico, riconosciute nel campo della letteratura scientifica e accademica. Allo stesso tempo questi interventi devono risultare significativi per l'evoluzione insediativa, tipologica e tecnico-costruttiva del periodo storico di riferimento.
Un altro criterio determinante riguarda il rapporto di ciascun insediamento con il contesto e il paesaggio rurale, oltre alla relazione intrinseca tra gli spazi pubblici collettivi e l'ambito residenziale. Infine, tali opere devono essere state progettate da almeno una personalità di rilievo nell'ambito del contesto storico analizzato, il cui apporto abbia contribuito all'evoluzione urbanistica e architettonica del periodo preso in esame nei rispettivi ambiti geografici. Sotto quest'ultimo aspetto, particolare rilevanza assume la presenza di molti progettisti noti nel contesto della ricostruzione postbellica di entrambe le realtà indagate (quali ad esempio, L. Quaroni, F. Gorio, P. Marconi, L. Piccinato, C. Boccianti, F. Clemente, M. Vittorini o P. Giordani, nel contesto italiano; A. de la Sota, J. L. Fernández del Amo, J. A. Corrales, F.de Terán Troyano, J.A. Tejerizo, in ambito spagnolo).

Rilievo e ricostruzioni digitali delle architetture rurali contemporanee. Stato dell'arte ed esperienze

Alla luce delle considerazioni poc'anzi riportate risulta fondamentale l'impiego di approcci e tecnologie digitali ai fini di una migliore gestione e diffusione degli apparati

Fig. 4 - L. Quaroni e F. Gorio (capigruppo). Borgo UNRRA-CASAS La Martella (MT, 1951-1955). Vista recente di alcune tipologie residenziali e manufatti di servizio (deposito-stalla) originari (fotografia dell'autore, 2016).

conoscitivi sul tema di studio. Rispetto a questi obiettivi il rilievo costituisce un percorso di conoscenza molto ampio che presuppone una serie di attività finalizzate a una documentazione completa del patrimonio oggetto di ricerca (Conte, 2007; Chiabrando et al., 2016). In tal senso, il patrimonio architettonico può essere indagato in maniera completa ed esaustiva da più punti di vista: dal rilievo storico all'analisi delle geometrie, fino alle restituzioni grafiche e digitali, attraverso l'acquisizione non solo di dati formali ma anche mediante analisi del contesto storico, paesaggistico, antropologico fino a definire precisi tematismi di carattere 'tecnico' legati alle strutture, alle tecnologie costruttive e allo stato di conservazione generale.

Va però sottolineato come l'impiego di metodologie e strumenti digitali risulti fondamentale sebbene ancora abbastanza circoscritto nell'ambito dell'architettura contemporanea, e in particolare di quella considerata 'minore' presente nei borghi agricoli di nuova fondazione (Volk et al., 2014; Pontrandolfi et al., 2020).

Tuttavia, l'adozione di piattaforme basate su modelli parametrici (BIM) risulta particolarmente affine all'ambito d'indagine scelto proprio per il sistema tecnologico ibrido che caratterizzava la cantieristica del periodo di ricostruzione postbellica rispetto a quella premoderna delle costruzioni storiche.

Tra le sperimentazioni di particolare interesse relative al rilievo e alla ricostruzione digitale rispetto al tema in oggetto, si segnalano alcune esperienze significative condotte

da gruppi di ricerca dell'Università della Basilicata e della ETSA dell'Universidad de Sevilla. Per quanto concerne il primo ambito, è stato sviluppato nel 2004 un progetto PRIN (Progetto di Ricerca di Interesse Nazionale) intitolato *Borghi Rurali e Nuclei Urbani di Fondazione. Disegno, rilievo e documentazione dei sistemi architettonici del primo Novecento in Basilicata*, relativo alla documentazione delle architetture e degli insediamenti della riforma agraria presenti nelle due provincie lucane attraverso il rilievo e la ricostruzione digitale [7]. La ricerca è stata svolta a partire dallo studio dei materiali d'archivio dei progetti originari dei borghi analizzati, attraverso cui è stato possibile rinvenire documentazione ed elaborati grafici spesso inediti, utili alle successive attività di rilievo e digitalizzazione in appositi modelli informativi di tipo BIM [8]. L'analisi del materiale archivistico ha permesso di valutare la qualità e la 'modernità' del progetto che, da un disegno d'insieme, ovvero dall'organizzazione urbana, arriva fino alle architetture, definite nella loro tipologia e nel loro schema modulare, fino al dettaglio costruttivo.
Il processo di rilevamento è stato realizzato sia alla scala urbana che architettonica, mediante l'utilizzo della fotogrammetria, integrata al rilievo strumentale e al rilievo diretto, per poi procedere alla restituzione delle informazioni su appositi modelli digitali parametrici, elaborati sia per lo stato di progetto che per lo stato originario e la situazione attuale dei rispettivi insediamenti rurali (fig. 6).
L'altra esperienza di riferimento è stata condotta dal gruppo di studio ADICI (*Aula Digital de la Ciudad* - HUM 810) dell'ETSA (Università di Siviglia) sul tema dei *pueblos* dell'INC realizzati nella provincia sivigliana e in quella di Cadice [9]. Anche in questo secondo caso le attività di ricerca hanno riguardato l'analisi dei nuclei rurali mediante l'ausilio di tecniche infografiche e l'elaborazione di modelli digitali, coniugati alla conoscenza storica e alla valorizzazione del patrimonio urbanistico e architettonico presente.
La complessità del tema ha comportato uno studio integrato e interscalare dei singoli insediamenti analizzati, rileggendone non solo la genesi progettuale e la loro effettiva realizzazione ma anche l'evoluzione dal punto di vista storico e tipologico.
Entrambi questi progetti hanno conseguito come risultato la ricostruzione di modelli tridimensionali attraverso l'impiego di strumenti digitali, consentendo di raggiungere due importanti obiettivi: una conoscenza più approfondita e organizzata dei singoli progetti riferiti ai borghi rurali, con riferimento sia alle casistiche realizzate ma anche a quelle non costruite; effettuare un rilievo tematico alla scala urbana e sui singoli manufatti edilizi, finalizzato a definirne lo stato di conservazione e di manutenzione anche a livello materico e costruttivo. Il confronto tra i diversi modelli digitali ha consentito d'instaurare un'analisi comparativa che ha messo in risalto le differenze evidenti tra i progetti originari, quanto effettivamente realizzato e le attuali condizioni.

Fig. 5 - Vista recente di alcune tipologie residenziali originarie in buono stato di conservazione (fotografia dell'autore, 2021).

Modelli informativi HBIM per la digitalizzazione e la gestione del patrimonio insediativo

Rispetto agli obiettivi della ricerca l'utilizzo di metodologie e sistemi informatici applicati al patrimonio edilizio contemporaneo nei contesti rurali analizzati costituisce un ausilio importante ai fini della sistematizzazione della conoscenza e delle possibili analisi comparative anche rispetto al tema del recupero e della rifunzionalizzazione.
Specificatamente, l'impiego di approcci metodologici e strumenti digitali afferenti al campo dell'HBIM risulta determinante per la strutturazione e la gestione di apparati informativi mediante lo sviluppo di piattaforme e modelli tridimensionali, a partire dal reperimento e dallo studio delle fonti archivistiche unitamente alle indagini e al rilievo sull'esistente (Chiabrando et al., 2016; Gigliarelli et al., 2019).
Questo approccio innovativo, già da diverso tempo sperimentato e collaudato nell'ambito dell'edilizia storica e monumentale (Dore & Murphy, 2012; Volk et al., 2014), risulterebbe particolarmente importante se applicato anche sul patrimonio urbanistico e architettonico del secondo Novecento.
Lo sviluppo di un database di tipo olistico e costantemente implementabile

consentirebbe di ordinare e organizzare le fonti documentali e i rilievi prodotti, spesso tra loro eterogenei, per finalità di tipo scientifico e divulgativo atte alla riscoperta di questo cospicuo patrimonio ancora in parte poco noto.
Le metodologie e sistemi informativi possono costituire strumenti utili per sviluppare ipotesi e strategie finalizzate al recupero, alla tutela e al riuso di questi insediamenti agricoli, che attualmente versano spesso in disuso, in stato di avanzato degrado o hanno comunque perso la loro fisionomia originaria.
In linea generale, il processo gerarchico del sistema ha previsto l'uso di regole interne ai vari modelli, a partire da uno strato informativo generale (master), realizzato attraverso un sistema di coordinate condivise, di livelli e griglie di riferimento in un apposito file template (.rte). In entrambi i casi è stato possibile collegare e visualizzare, simultaneamente o separatamente, i diversi modelli informativi locali sviluppati in relazione sia ai differenti livelli di approfondimento, ovvero i LOD (*Level Of Development*), sia rispetto alle distinte discipline coinvolte (architettonica, strutturale e impiantistica) e alle eventuali fasi storiche indagate (il progetto originario, l'effettiva realizzazione, le modifiche successive e lo stato di fatto attuale).
Tale processo di gestione degli apparati informativi è stato sviluppato secondo una precisa metodologia di 'disarticolazione architettonica' e 'ricostruzione digitale' [10], attraverso lo sviluppo dei rispettivi modelli mediante la predisposizione di apposite librerie di oggetti parametrici (famiglie) in una successione gerarchica degli attributi (tipo e istanza) finalizzata a una descrizione semantica e geometrica dei principali elementi che compongono il lessico architettonico nei casi di studio esaminati.
Sotto questo frangente l'ausilio di piattaforme e metodologie HBIM ha consentito di adottare approcci integrati al tema della sistematizzazione della conoscenza: dalle indagini d'archivio, al rilievo diretto e indiretto fino all'inserimento e all'elaborazione dei dati digitalizzati.
Infine, l'impiego di queste tecnologie ha permesso di sviluppare precisi criteri di analisi di tipo multiscalare, efficaci a sondare la complessità insita in questi progetti di colonizzazione rurale: dalla scala territoriale a quella dell'insediamento nel suo insieme, dalla scala degli aggregati urbani al singolo edificio (Volk et al., 2014; Barazzetti & Banfi, 2017; Gigliarelli et al., 2019).
Il procedimento sviluppato in queste differenti ricerche ha consentito non solo una più efficace restituzione delle informazioni geometriche e di tipo semantico (attributi e metadati) ma anche di instaurare analisi comparative tra i diversi insediamenti e le distinte tipologie edilizie presenti, indagandone relazioni alla scala urbana e architettonica.

Casi di studio: Santa Maria d'Irsi (1948), La Martella (1951) e Cañada de Agra (1962)

Per la sperimentazione metodologica relativa ai modelli digitali degli insediamenti

Fig. 6 - Ricostruzione digitale con modelli BIM degli edifici pubblici e residenziali non realizzati nel borgo rurale di Policoro (elaborazione grafica degli autori).

Fig. 7 - N. Mazzocchi Alemanni, E. Calia. Borgata di Santa Maria d'Irsi (MT, 1948-1951). Foto d'epoca d'insieme dell'insediamento in costruzione, 1957. Archivio fotografico Buonsanti, Matera.

della colonizzazione rurale in Italia e Spagna, sono stati scelti tre casi esemplificativi, qui brevemente analizzati, frutto di differenti lavori di ricerca in ambito accademico, inerenti al rilievo e allo sviluppo di modelli di tipo HBIM di alcune tipologie edilizie, a uso pubblico e residenziale, presenti in alcuni borghi della riforma agraria in Basilicata e nei *pueblos de colonización* spagnoli [11].

Il primo caso è relativo al nucleo residenziale di Santa Maria d'Irsi in agro d'Irsina (MT, 1948-1951), di cui sono stati studiati e analizzati la scuola, la chiesa, il centro

civico e le abitazioni a schiera. In questo contributo, si propone una rilettura critica e una proposta di recupero e riuso dell'edificio scolastico attraverso un percorso di conoscenza e di rilievo dello stato attuale. Questo insediamento (fig. 7), progettato da Mazzocchi Alemanni e da Enzo Calia, costituisce il primo intervento realizzativo nel subcomprensorio della Media Valle del Bradano a seguito della trasformazione fondiaria del demanio Le Mattinelle, caratterizzato da una trentina di abitazioni a schiera, a uso abitativo e di servizio, all'interno del borgo. A causa del precoce fallimento del progetto di trasformazione fondiaria e del sovradimensionamento di molti edifici previsti, il villaggio venne rapidamente abbandonato nell'arco di pochi anni (Bixio et al., 2015). Tra il 2007 e il 2013, all'interno di un piano di riqualificazione generale dei borghi rurali materani, sono stati ripristinati diversi manufatti del centro civico e spazi a uso pubblico, attualmente adibiti a una comunità di recupero per tossicodipendenti.

Il lavoro di ricerca sviluppato in questo ambito è stato articolato partendo da indagini preliminari d'archivio, che hanno consentito uno studio approfondito delle tipologie progettate secondo i dettami e con evidenti riferimenti ad altri esempi del Razionalismo europeo. La fase di rilievo dell'esistente e restituzione dei dati in ambienti digitali 2D e 3D è risultata fondamentale per la comprensione e l'analisi del costruito, verificandone le attuali alterazioni rispetto all'edificio scolastico originario. Attraverso l'elaborazione di appositi modelli digitali è stato possibile quindi, da un lato ricostruire l'evoluzione del progetto originario, dall'altro prevederne nuove destinazioni d'uso con esso compatibili (fig. 8).

Gli altri due esempi scelti, il borgo La Martella (MT, 1951-1955) e il *pueblo* di Cañada de Agra (Hellín, 1962-1965), sono stati indagati attraverso un processo di analisi comparativa multiscalare riguardante, in particolare, due tipologie residenziali con annessi servizi destinati in origine ai contadini.

La Martella è il primo insediamento agricolo realizzato dall'UNRRA-CASAS in collaborazione con l'Ente Riforma, a seguito dello sfollamento dei Sassi di Matera, su progetto degli architetti capigruppo L. Quaroni e F. Gorio assieme ai progettisti M. Valori, L. Agati e P. M. Lugli (fig. 9). Questo insediamento costituisce un importante esperimento compositivo nell'ottica di una rielaborazione delle unità di vicinato storiche, reinterpretate secondo un linguaggio organico e uno stile sobrio, rispondente alle esigenze della comunità contadina ivi trasferita (Talamona, 2001, pp. 190-197). Oltre alle aggregazioni residenziali dislocate lungo arterie di vicinato, vennero realizzati la chiesa, il centro civico e diversi servizi collettivi. Le forti divergenze tra i due enti promotori, unite ai cambiamenti socioeconomici, portarono però al non completamento e al progressivo parziale abbandono del borgo (Raguso, 2010; Bilò & Vadini, 2013). Negli ultimi decenni il villaggio ha visto un parziale recupero delle principali attrezzature pubbliche, sebbene gran parte dell'edilizia abitativa abbia subito evidenti manomissioni e alterazioni tipologiche e costruttive.

Il caso iberico, progettato nella provincia di Albacete (Castilla-La Mancha) da F. del Amo, si caratterizza per lo stretto rapporto tra lo spazio costruito e la topografia (fig.

10), attraverso una rilettura delle tipologie edilizie tradizionali tipiche del luogo e una precisa suddivisione delle percorrenze viarie di accesso, rispettivamente, alle residenze e ai depositi agricoli (Cordero Ampuero & Gutiérrez Mozo, 2020). Lo spazio pubblico è suddiviso in diverse aree a ridosso dei principali edifici collettivi, integrate alle aree boschive preesistenti inserite all'interno del tessuto urbano e residenziale. Rispetto all'esempio materano, di cui si rintraccia una somiglianza nella composizione organica d'insieme, il nucleo spagnolo ha mantenuto la sua valenza agricola e la sua fisionomia originaria nel corso del tempo, elementi questi che ne hanno favorito la recente dichiarazione come BIC (2015) da tutelare e da valorizzare.
A seguito delle rispettive ricerche di archivio condotte in parallelo, e dei rilievi diretti e indiretti sull'esistente anche mediante opportuna documentazione fotografica, il confronto tra i due borghi è stato sviluppato attraverso l'elaborazione di differenti strati informativi contenuti in appositi modelli locali all'interno di un'unica piattaforma interoperabile di tipo BIM. La precisa suddivisione gerarchica dei livelli (in riferimento alla norma UNI 11337: 2017 – *Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni*) ha permesso di effettuare indagini su più scale d'intervento (fig. 11): dall'ambito territoriale (livello 0, LOD A), corrispondente a un contenitore di informazioni georeferenziate in cui collegare i rispettivi modelli digitali, alla scala del tessuto insediativo (definito macrourbano, livello 1, LOD B), modellato come semplici 'masse' collegate ad attributi specifici (metadati) e a un set di parametri condivisi, utile per analizzarne l'evoluzione storica o lo stato manutentivo. Il terzo strato (scala microurbana, livello 2, LOD C), riferito all'ambito degli aggregati edilizi, prevede l'introduzione delle librerie di oggetti parametrici di base (muri, solai, aperture, coperture) allo scopo di identificare i principali elementi tipologici presenti. L'ultimo strato sviluppato (livello 3, LOD D) è relativo al singolo manufatto edilizio (scala architettonica), attraverso l'implementazione e lo sviluppo delle rispettive componenti parametriche precedentemente introdotte.
Le differenze e le analogie insite nei rispettivi approcci sviluppati nei tre casi studio hanno consentito di sperimentare le potenzialità fornite da tali sistemi informativi, in relazione soprattutto alla rilettura critica dei differenti progetti tanto alla scala insediativa quanto a quella delle singole tipologie analizzate.

Risultati conseguiti e prospettive di ricerca

In conclusione, il contributo proposto ha cercato di evidenziare i principali punti di forza e le criticità riscontrate nelle tre sperimentazioni descritte, riferite alla sistematizzazione della conoscenza mediante lo sviluppo di ricostruzioni digitali relative al patrimonio rurale indagato. Tra i principali risultati raggiunti, la ricerca ha consentito la messa a punto e l'elaborazione di un *workflow* integrato attraverso cui sviluppare opportune metodologie finalizzate alla digitalizzazione del patrimonio architettonico esistente o solamente progettato. La strutturazione delle informazioni d'archivio e dei rilievi effettuati sui casi studio scelti in appositi database di tipo HBIM, costantemente

implementabili, ha permesso lo sviluppo di un approccio integrato al tema di studio, favorendo la discretizzazione e l'organizzazione degli apparati informativi in relazione ai dati precedentemente reperiti. Contestualmente, tali metodologie risultano fondamentali per un duplice aspetto: da un lato, le indagini sviluppate alle diverse scale hanno consentito una conoscenza più approfondita dell'evoluzione insediativa dei rispettivi casi analizzati, utile soprattutto per immaginarne possibili strategie di riqualificazione e ripristino dei caratteri urbani e tipologici originari; dall'altro, questi studi, condotti mediante l'ausilio di modelli informativi, hanno permesso di generare un nuovo tipo di conoscenza riferita a elementi e relazioni non sempre conosciute a priori, grazie a un confronto puntuale tra i progetti iniziali e l'effettiva realizzazione.
Allo stesso modo, l'impiego di questi strumenti digitali ha messo in luce anche alcuni limiti del loro utilizzo, soprattutto quando legati a complessi insediativi intrinsecamente relazionati al territorio circostante. In questa ottica, appare verosimilmente auspicabile una maggiore integrazione tra le due tecnologie di tipo BIM e GIS, ai fini di una migliore interoperabilità tra le rispettive piattaforme, attualmente ancora in fase di sperimentazione (Dore & Murphy, 2012; Vacca et al., 2018; Barazzetti & Banfi, 2017; Matrone et al., 2019).
Il perfezionamento della gestione di questi sistemi informativi consentirebbe una migliore organizzazione e diffusione della conoscenza, tanto dal punto di vista dei modelli digitali che delle informazioni documentali, ai fini di un'auspicabile riscoperta di questo patrimonio rurale contemporaneo di valore storico-testimoniale.

Note

[1] In proposito, è stato sottolineato da diversi studiosi (Álvaro Tordesillas, 2010, p. 17) come il termine 'colonizzare' abbia la stessa radice etimologica del termine 'coltivare', dal latino *colere*, riferendosi quindi all'ambito agricolo in rapporto al processo antropico di trasformazione del paesaggio rurale.Nonostante tale locuzione abbia assunto diverse accezioni nell'arco dei secoli, il significato dell'atto fondativo di nuovi insediamenti umani, in riferimento alla trasformazione del territorio agricolo e dei relativi sistemi di coltivazione, ha caratterizzato la maggior parte degli interventi promossi in epoca moderna nei differenti contesti europei come, ad esempio, in Israele, Portogallo, Germania, Olanda ecc. (Pontrandolfi & Raguso, 2022).

[2] Nella fattispecie, il *Codice dei Beni culturali e del Paesaggio* (entrato in vigore con il D.lgs 42/2004) in recepimento dell'anteriore legge di epoca fascista sulla *Tutela delle cose d'interesse artistico e storico* (Legge n.1089 del 1 giugno 1939) è l'attuale dispositivo vigente nel contesto italiano, mentre la *Declaración BIC* (*Bien de Interés Cultural*, entrata in vigore con la *Ley* n. 16/1985 sul *Patrimonio Histórico Español*) costituisce il corrispettivo iberico. Pur prevedendo entrambi questi regolamenti la preventiva identificazione e il censimento del patrimonio urbanistico ed edilizio contemporaneo di rilievo presente nei rispettivi insediamenti agricoli, tali normative si distinguono essenzialmente sia per l'importanza relegata a questi complessi rurali di fondazione, sia per aspetti operativi riferiti alla salvaguardia e alla protezione degli stessi.

[3] Benché siano stati sviluppati in differenti momenti e con diverse finalità, entrambi i sistemi si basano sul concetto di 'informazione' e sono accomunati dalla connessione di un database geometrico-semantico riferito ad una rappresentazione di entità geometriche: punti, linee e poligoni nel GIS;

oggetti parametrici nel BIM. Questa differenza nello sviluppo e gestione delle informazioni è dovuta principalmente alle diverse finalità, scale d'intervento e tipologia di utenza che contraddistinguono le rispettive tecnologie. Mentre i sistemi di tipo GIS sono impiegati da diversi decenni essenzialmente per la gestione dell'esistente soprattutto a livello territoriale, attraverso una rappresentazione prevalentemente bidimensionale e successivamente in tre dimensioni, il BIM, invece, si è sviluppato solo in anni più recenti per la gestione dei processi edilizi prevalentemente di nuova costruzione, mediante una rappresentazione parametrica tridimensionale con differenti gradi di dettaglio dei modelli infografici (Eastman et al., 2008; Chiabrando et al., 2016). Inoltre, mentre i sistemi GIS consentono una maggiore gestione e implementazione degli attributi non geometrici, a discapito di una minore precisione e dettaglio dei modelli geometrici, le tecnologie BIM permettono una maggiore elaborazione geometrica attraverso l'ausilio dei LOD (*Level Of Development*).

[4] Come evidenziato da diversi studi sull'argomento (Villanueva Paredes & Leal Maldonado, 1991; Álvaro Tordesillas, 2013), i principali risultati raggiunti nel corso delle rispettive colonizzazioni rurali a metà del secolo scorso nei due ambiti geografici analizzati risultano credibilmente comparabili: vennero trasformati c.ca 500.000 ettari di superficie (suddivisa in terreni irrigui e seccagni) con la realizzazione di quasi 150 insediamenti ciascuno e il trasferimento di un numero compreso tra le 50 e le 80.000 famiglie contadine. Al contempo, vennero costruiti tra i 30 e i 40.000 fabbricati rurali (tra abitazioni, annessi agricoli ed edifici di servizio), con l'assegnazione di appezzamenti agricoli compresi tra i 15-10 ettari (poderi) e i 5-0,5 ettari (quote) in relazione ai differenti tipi di terreno e di coltivo.

[5] In particolare, dagli studi recenti condotti sulle rispettive realtà territoriali prese in esame (Monclús Fraga & Oyón Bañales, 1988; Conte, 2007; Álvaro Tordesillas, 2010; Pontrandolfi & Raguso, 2022) è emersa una maggiore concentrazione realizzativa soprattutto in alcuni ambiti specifici delle aree centro-meridionali di entrambi i paesi. In Italia, la maggior parte delle casistiche di borghi residenziali, centri di servizio e dei nuclei semi-dispersi fu costruita nei comprensori di Puglia-Lucania e Molise (oltre 60), della Maremma tosco-laziale (c.ca 30), della Calabria (c.ca 30), della Sicilia e della Sardegna (rispettivamente tra i 30 e i 50). Nella penisola iberica, il numero maggiore di insediamenti rurali, tra *pueblos* e nuclei minimi *escuela-capilla*, venne realizzato nelle comunità dell'Andalusia (c.ca 85) e dell'Extremadura (oltre 60).

[6] Rispetto al tema del riconoscimento e di possibili strategie per la tutela di alcuni esempi di valore storico-testimoniale tra gli insediamenti rurali moderni e contemporanei, particolare importanza assume il ruolo svolto da organismi quali l'Associazione Do.co.mo.mo International (con le rispettive sezioni Italia e Ibérico), l'organizzazione internazionale ICOMOS (*International Council on Monuments and Sites*), la Fondazione Adriano Olivetti e i diversi enti pubblici afferenti al MIC (Ministero della Cultura) e all'IPCE (*Instituto del Patrimonio Cultural de España*) tra gli altri.

[7] Il gruppo di ricerca del progetto in itinere era composto da: prof. Antonio Conte (responsabile scientifico), prof. Antonio Bixio, Arch. Nicola Desimini, Arch. Maria Onorina Panza. Nello specifico, lo studio ha riguardato i seguenti borghi rurali della riforma agraria in Basilicata: Taccone e Santa Maria d'Irsi, entrambi in agro d'Irsina (MT); Policoro (MT); Metaponto (MT) e Boreano (PZ).

[8] La principale documentazione storica reperita proviene dai seguenti archivi: Archivio di Stato di Bari (fondo ERSAP); Archivio di Stato di Matera (fondo del Genio Civile); Archivio ALSIA (Agenzia Lucana di Innovazione e Sviluppo Agricolo) di Potenza. Buona parte della documentazione fotografica d'epoca sui borghi realizzati proviene, invece, dall'archivio privato Buonsanti di Matera.

[9] Entrambi i corsi universitari di rappresentazione sono stati tenuti dai proff. Ana María Bravo Bernal e Manuel Castellano Román, coadiuvati anche da altri ricercatori e docenti dell'ETSA: Fernando Balbuena, Esteban de Manuel Jerez, Cristóbal Miró Miró, Fátima Pablo-Romero e Roque Angulo Fornos (Bravo Bernal & Castellano Román, 2010).

[10] In riferimento a quanto riportato dalla Norma UNI 8290 (1981-1983): *Classificazione e scomposizione del sistema edilizio*. Questo dispositivo di riferimento è suddiviso, a sua volta, in due classi

distinte, ma mutuamente collegate di sistemi: il sistema ambientale e il sistema tecnologico, entrambi articolati su più livelli e specifici gradi di complessità in fase progettuale.

[11] I tre casi studio presentati in questo contributo sono stati sviluppati rispettivamente in due tesi di laurea e di dottorato. Il primo è il prodotto della tesi magistrale discussa da Michele Cosola presso l'Università degli Studi della Basilicata (corso di laurea in Ingegneria Edile-Architettura), dal titolo *La scuola elementare di Santa Maria d'Irsi: rilievo, recupero e riuso* (relatore: prof. Antonio Bixio, a. a. 2018-2019). Gli altri due esempi scelti sono stati analizzati nella tesi di dottorato internazionale discussa da Raffaele Pontrandolfi nel corso di "Architettura: innovazione e patrimonio" presso l'Università degli Studi Roma Tre (XXXIV° ciclo, Dipartimento di Architettura, giugno 2023; tutor: proff. Giovanni Longobardi, Francesca Romana Stabile e Francisco Pinto Puerto).

Riferimenti bibliografici

Álvaro Tordesillas, A. (2010). *Pueblos de colonización en la cuenca del Duero*. Junta de Castilla y León.

Álvaro Tordesillas, A., Bixio, A., & Barba, S. (2010). Nuevos pueblos de colonización en España e Italia. Relaciones y referencias. In C. Gambardella (Ed.), *Le Vie dei Mercanti. Rappresentare la Conoscenza*, 8 (pp. 901-905). La Scuola di Pitagora editrice.

Álvaro Tordesillas, A. (2013). Pueblos de colonización españoles y borghi di bonifica italianos [Spanish colonization villages and borghi di bonifica italiana]. In A. Conte & M. Filippa (Eds.), *Patrimoni e siti Unesco. Memoria, Misura e Armonia. 35° Convegno Internazionale dei docenti della rappresentazione. Decimo Congresso UID*, Matera 24/25/26 ottobre 2013 (pp. 943-954). Gangemi Editore.

Barazzetti, L., & Banfi, F. (2017). *BIM and GIS: when parametric modeling meets geospatial data. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, IV*(5/W1), 1-8. https://doi.org/10.5194/isprs-annals-IV-5-W1-1-2017

Bandini, M. (1963). *Cento anni di storia agraria italiana*. Edizioni Cinque Lune.

Basiricò, T. (2018). *Progetti e costruzioni per la colonizzazione agraria del '900. Italia Spagna Portogallo*. Aracne editore.

Bilò, F., & Vadini, E. (Eds.) (2013). *Matera e Adriano Olivetti*. Fondazione Adriano Olivetti.

Bixio, A., Verrastro, D., & Damone, G. (2015). Urban settlements, rural architectures and conversion of the landscapes of Basilicata during Land Reform. Documentary research and knowledge about the restoration of the village of Santa Maria d'Irsi. In R. Amoêda, S. Lira, & C. Pinheiro (Eds.), *Proceedings of the 2nd International Conference on Preservation, Maintenance and Rehabilitation of Historical Buildings and Structures, vol. 1* (pp. 19-27). Green Lines Institute for Sustainable Development.

Bravo Bernal, A. M., & Castellano Román, M. (2010). Pueblos de colonización: dibujo y patrimonio / Colonization villages: drawing and heritage". In N. J. Vázquez Carretero, P. Durand Neyra, & E. De Justo Moscardó (Eds.), *Seminario de Innovación e Investigación Docente y Nuevas Metodologías Docentes* (pp. 31-39 e pp. 141-149). ETSA Universidad de Sevilla.

Calzada Pérez, M. (2006). *La colonización interior en la España del siglo XX agrónomos y arquitectos*

en la modernización del medio rural [Doctoral dissertation, Universidad de Sevilla]. idUS Depósito de Investigación Universidad de Sevilla. https://idus.us.es/handle/11441/15230

Centellas Soler, M. (2010). *Los pueblos de colonización de la administración franquista en la España rural. P+C: Proyecto y Ciudad (1)*. Cartagena, pp. 109-126.

Chiabrando, F., Sammartano, G., Spanò, A. T. (2016). Historical Building Models and their handling via 3D survey: from points clouds to user-oriented HBIM. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives, XLI(B5)*, 633-640. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLI-B5-633-2016

Conte, A. (a cura di). (2007). *Borghi rurali e nuclei urbani di fondazione: disegno, rilievo e documentazione dei sistemi architettonici del primo Novecento*. Editrice Ermes.

Cordero Ampuero, A., & Gutiérrez Mozo, M. E. (2020). *Cañada de Agra, componer con la topografía*

y el paisaje. VLC arquitectura, 7(1), 123-143. https://doi.org/10.4995/vlc.2020.10991

Dore, C., & Murphy, M. (2012). Integration of Historic Building Information Modeling (HBIM) and 3D GIS for recording and managing cultural heritage sites. *18th International Conference on Virtual Systems and Multimedia*, Milan, Italy, 2-5 September, 369-376. https://doi.org/10.21427/e7sy-rt81

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2016). *Il BIM: guida completa al Building Information Modeling* (G. M. Di Giuda, V. Villa, a cura di). Hoepli. (Opera originale pubblicata 2008).

Flores Soto, J. A., Presa Torres, F. J. (2022). *El espacio intermedio en los pueblos del Instituto Nacional de Colonización. CyTET 54(211)*, 57-76. https://doi.org/10.37230/CyTET.2022.211.4

Gigliarelli, E., Pontrandolfi, R., & Calcerano, F. (2019). Heritage-BIM: The integrated management of the historical centres, the case study of Artena. In E. Mussinelli, M. Lauria, F. Tucci (a cura di), *La PROduzione del PROgetto* (pp. 279-286). Maggioli Editore.

INU (Eds.). (1952). *Esperienze urbanistiche in Italia*. INU Edizioni.

INU (Eds.). (1956). *Nuove esperienze urbanistiche in Italia*. INU Edizioni.

Matrone, F., Colucci, E., De Ruvo, V., Lingua, A., & Spanò, A. (2019). HBIM in a semantic 3D GIS database. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives, XLII*(2/W11), 857-865. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W11-857-2019

Mazzocchi Alemanni, N. (1955). *La riforma agraria*. Arethusa.

Misiani, S., & Gómez Benito, C. (Eds.) (2017). *Construyendo la nación: Reforma agraria y modernización rural en la Italia del siglo XX*. Prensas Universitarias de Zaragoza.

Misiani, S. (2011). Colonización interior y democracia: la reforma agraria de 1950. *Historia Agraria* (54), pp. 105-140.

Monclús Fraga, F. J., & Oyón Bañales, J. L. (1988). *Historia y evolución de la colonización agraria en España Vol. I. Políticas y técnicas de en la ordenación del espacio rural*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Ministerio de Obras públicas y Urbanismo, Instituto de Estudios de Administración Local.

Pérez Escolano, V., & Calzada Pérez, M. (Eds.). (2008). *Pueblos de colonización durante el Franquismo: la arquitectura en la modernización del territorio rural*. Junta de Andalucía, Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico.

Pontrandolfi, R., Castellano Romàn, M., & Moya Muñoz, J. (2020). Metodologie HBIM per l'analisi conoscitiva del patrimonio residenziale moderno nei borghi della riforma agraria in Italia e Spagna. La Martella a Matera e Cañada de Agra (Albacete). In G. Minutoli (a cura di), *Simposio internazionale REUSO 2020. Restauro: temi contemporanei per un confronto dialettico* (pp. 346-355). didacommunicationlab (Università degli Studi di Firenze).

Pontrandolfi, R., & Raguso, A. (2022). *Architettura rurale e Novecento. I borghi di Matera nel contesto italiano e internazionale*. Edizioni Magister.

Pozo, J. M., & López Trueba, I. (Eds.). (2004). *Modelos alemanes e italianos para España en los años de la postguerra. Actas preliminares del Congreso Internacional, celebrado en Pamplona, 25/26 marzo 2004*. Ediciones Universidad de Navarra.

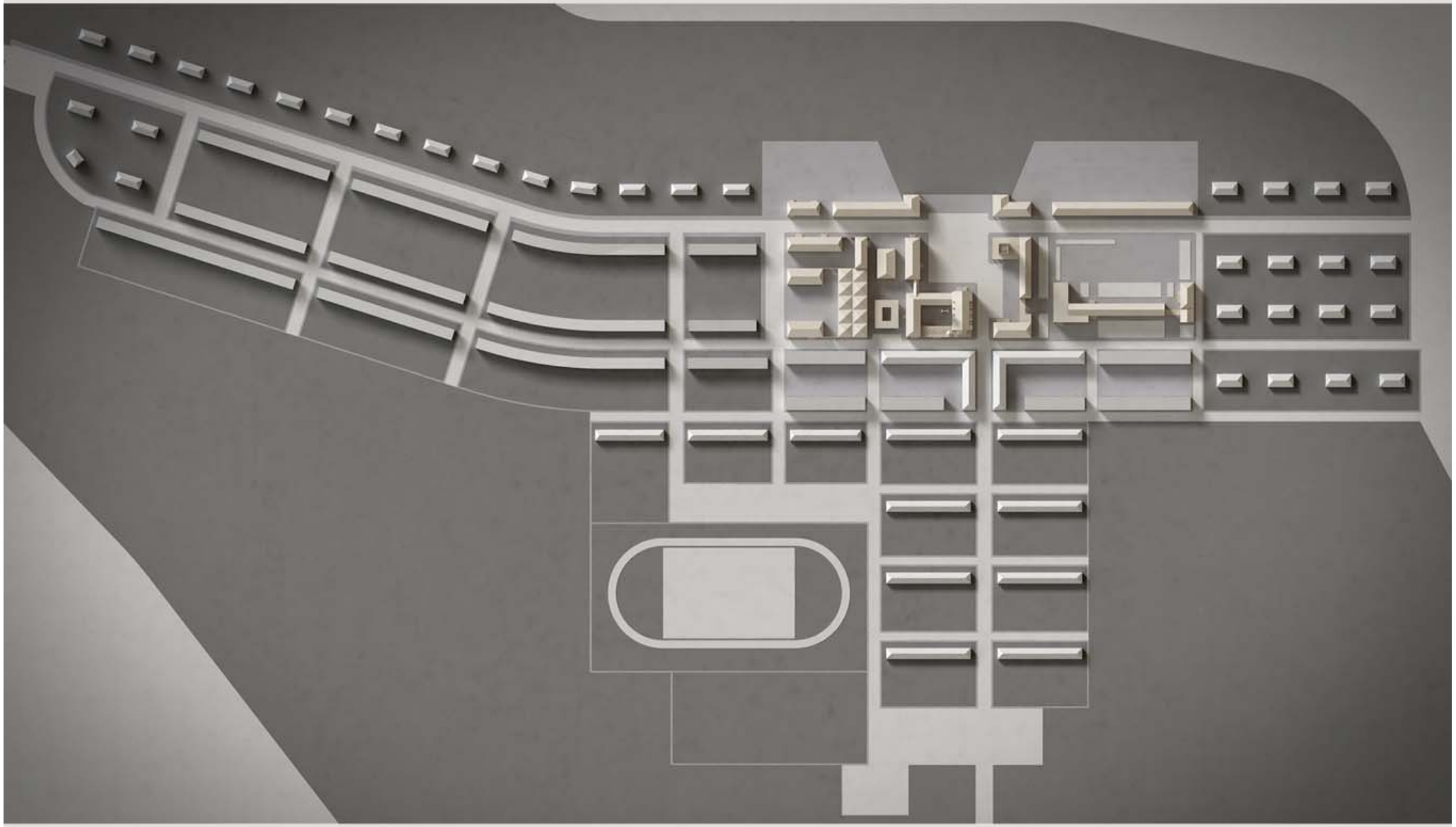
Raguso, A. (2010). *Matera dai Sassi ai Borghi 1952/1964. Un modello di gestione del territorio*. Altrimedia Edizioni.

Talamona, M. (2001). Dieci anni di politica dell'Unrra Casa: dalle case ai senzatetto ai borghi rurali nel Mezzogiorno d'Italia (1945-1955): il ruolo di Adriano Olivetti. In C. Olmo (a cura di), *Costruire la città dell'uomo – Adriano Olivetti e l'urbanistica* (pp. 173-204). Edizioni di Comunità.

Vacca, G., Quaquero, E., Pili, D., & Brandolini, M. (2018). GIS-HBIM integration for the management of historical buildings. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives, XLII*(2), 1129-1135. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-1129-2018

Villanueva Paredes, A., & Leal Maldonado, J. (1991). *Historia y evolución de la colonización agraria en España Vol. III. La planificación del regadío y los pueblos de colonización*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Ministerio de Obras públicas y Urbanismo, Instituto Nacional de Administración Pública.

Volk, R., Stengel, J., & Schultmann, F. (2014). Building Information Models (BIM) for existing buildings – literature review and future needs. *Automation in Construction, 38*, 109-127. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023



Modellare e rappresentare Pomezia: anatomia di un concorso

Antonio Schiavo[1], Beatrice Teresi[1]

[1]Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma, ITALY

antonio.schiavo@uniroma1.it; beatrice.teresi@uniroma1.it;

Parole chiave: Storia della rappresentazione; Disegno dell'architettura; Modellazione tridimensionale; rendering.

Abstract

Il presente contributo si propone di illustrare i progetti dei tre gruppi finalisti (Petrucci, Paolini, Tufaroli e Silenzi Ortensi, Civico, Granelli e Roisecco; Calza Bini e Nicolini) partecipanti al I e II grado di concorso per la città di Pomezia svoltosi tra il 1° ottobre 1937 e il 20 gennaio 1938.
Lo scopo è quello di esplorare modelli di città mai costruite attraverso i disegni originali e le rielaborazioni con le tecniche digitali e mettere in evidenza le potenzialità dell'integrazione dei mezzi di espressione grafica, dalla simulazione di un plastico di studio a una strategia più specifica, informata dalla poetica spaziale e materica utilizzata nelle prospettive di concorso. Per la ricostruzione virtuale dei tre progetti si è tenuto conto sia delle fonti archivistiche e bibliografiche, sia del materiale inedito rinvenuto negli archivi privati. Il dettaglio raggiunto ha permesso di creare delle immagini in grado di rapportarsi con le prospettive di concorso, indagare gli ambiti urbani messi in evidenza dai concorrenti stessi cambiando il punto di vista e permettendo di apprezzare la qualità delle soluzioni urbane adottate.
Nella prima parte si vuole porre l'accento in particolare sui tre gruppi vincitori ex aequo del I grado e invitati al II, ai loro relativi progetti, nonché alle lievi, seppur importanti, differenze tra le due fasi, soprattutto in termini di rappresentazione degli stessi. È interessante notare come all'interno degli stessi gruppi i linguaggi disegnativi mutino da un grado all'altro, da un lato per approfondire e affinare alcuni elementi legati al progetto, dall'altro per adattarsi maggiormente alle direttive della commissione giudicatrice.
Nella seconda invece si vuole porre l'attenzione sulla ricostruzione dei progetti, al metodo utilizzato, nonché alle soluzioni grafiche e comunicative scelte che vogliono condurre il lettore in un viaggio ideale verso spazi virtuali e immagini digitali, volte a conoscere le varie 'Pomezie' possibili. Lo studio dei progetti ha permesso di comprendere come veniva percepita la città in quegli anni. Inoltre, si è messo in evidenza come le città nuove rappresentassero la sintesi di valori simbolici, ancestrali e agricoli che confluivano nel progetto e davano forma al centro urbano. Tale sintesi ha ispirato la grafica stilizzata che raggruppa tutti i progetti, nonché il titolo del contributo.

The purpose of this paper is to illustrate the designs of the three finalist groups (Petrucci, Paolini, Tufaroli and Silenzi Ortensi; Civico, Granelli and Roisecco; and Calza Bini and Nicolini) participating in the 1st and 2nd grade competition for the city of Pomezia held between October 1, 1937, and January 20, 1938.
The purpose is to explore models of cities never built through the original drawings and reworkings with digital techniques and to highlight the potential of integrating the means of graphic expression, from the simulation of a study model to a more specific strategy informed by the spatial and material poetics used in the competition

Fig. 1 - Modello tridimensionale del progetto vincitore del concorso, vista zenitale (elaborazione grafica a cura del CE.S.A.R.).

perspectives. Both archival and bibliographic sources and unpublished material found in private archives were taken into account for the virtual reconstruction of the three projects. The detail achieved made it possible to create images capable of relating to the competition perspectives, investigating the urban areas highlighted by the competitors themselves, changing the point of view and allowing to appreciate the quality of the urban solutions adopted.
In the first part, we would like to place particular emphasis on the three groups that won ex aequo in Grade I and were invited to Grade II, their related projects, as well as the slight, albeit important, differences between the two stages, especially in terms of their representation. It is interesting to note how within the same groups the design languages change from grade to grade, on the one hand to deepen and refine certain elements related to the project on the other hand to adapt more to the directives of the jury.
In the second one, on the other hand, we want to focus on the reconstruction of the projects, the method used, as well as the graphic and communicative solutions chosen, which are meant to take the reader on an ideal journey to virtual spaces and digital images, aimed at getting to know the various possible 'Pomezie'. The study of the projects allowed to understand how the city was perceived in those years. It also highlighted how the new towns represented the synthesis of symbolic, ancestral and agricultural values that converged in the design and shaped the urban center. This synthesis inspired the stylized graphics grouping all the projects, as well as the title of the paper.

Storia della rappresentazione: iconografia del concorso

Il concorso per il piano regolatore di Pomezia – quinta città della bonifica dell'Agro pontino e romano – venne bandito il 1° ottobre del 1937 dall'Opera Nazionale Combattenti, con scadenza al 30 dicembre [1]. La commissione giudicatrice fu costituita, oltre che da Araldo di Crollalanza, presidente dell'O.N.C., anche da Marcello Piacentini, per l'Istituto Nazionale di Urbanistica, da Pietro Aschieri per il Sindacato architetti, e altri. Nel bando si specifica che "saranno particolarmente apprezzate soluzioni che […] inseriscano le locali caratteristiche storico-estetiche regionali nell'attuale movimento di evoluzione dell'architettura". Viene inoltre "sottolineata l'esigenza di dare all'architettura un carattere 'semplice, sobrio', addirittura 'modesto'" (Cucciolla, 2006, p. 247). Tali aspetti, essenzialmente legati al linguaggio dell'architettura, si riverberarono inevitabilmente anche in quelli attinenti alle rappresentazioni architettoniche presentate al concorso.
Dei 10 progetti presentati, 7 vennero esclusi durante la prima seduta della commissione, mentre ai tre rimasti venne assegnato un primo premio ex aequo e un invito a partecipare al II grado del concorso, bandito il 20 gennaio del 1938, con scadenza al 10 febbraio. Si tratta dei gruppi di: Dagoberto Ortensi, Vincenzo Civico, Ettore Granelli e Giulio Roisecco; Giorgio Calza Bini e Roberto Nicolini; e infine del gruppo di Mario Tufaroli Luciano, Emanuele F. Paolini e Riccardo Silenzi, capitanato da Concezio Petrucci. A concorso terminato sulle pagine di *Architettura* – rivista del Sindacato nazionale fascista degli Architetti – in un articolo di Plinio Marconi, vengono presentate le tre proposte finaliste, illustrando sia i progetti del primo che del secondo grado della competizione, con le relative elaborazioni grafiche. Altri articoli vennero pubblicati su *Urbanistica* (uno a firma ancora di Marconi e un altro di Armando Melis) e su *L'ingegnere* (scritto da Carlo Roccatelli).
Per il gruppo 2PST (Petrucci, Paolini, Silenzi e Tufaroli) a pagina 552 di *Architettura*

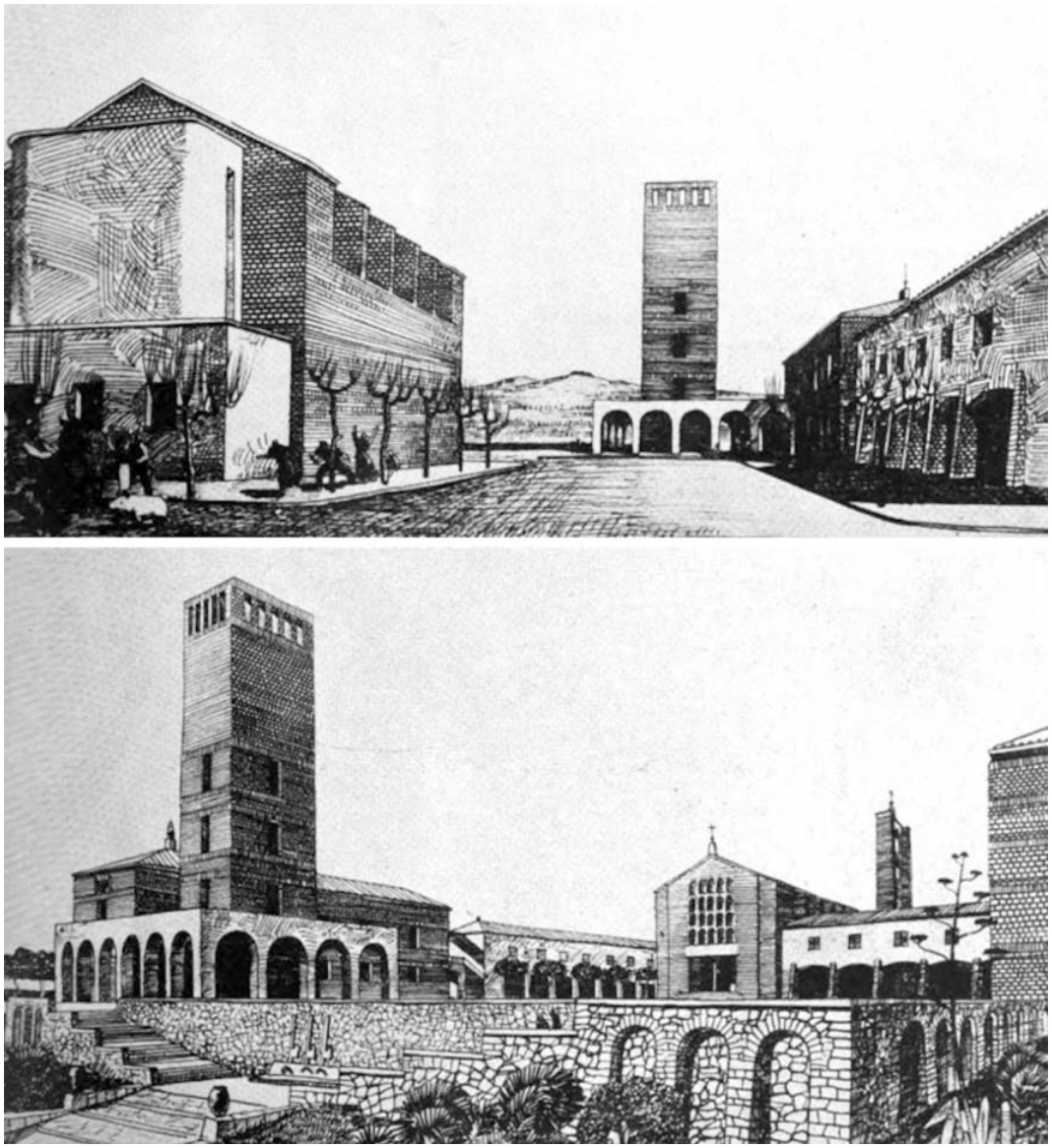


Fig. 2 - C. Petrucci, Progetto di I grado per Pomezia – viste prospettiche, 1937, china al tratto su carta (Marconi, 1938a, p. 552).

troviamo tre viste prospettiche relative alla prima versione del progetto (fig. 2)– alle quali se ne aggiunge una quarta pubblicata su *L'ingegnere* – realizzate dalla mano di Petrucci, "un architetto che si è progressivamente rivelato innamorato del proprio mestiere, intrigato dalle possibilità espressive del disegno per il quale era felicemente predisposto e pienamente coinvolto […]" (Cucciolla, 2006, p. 18). Per rappresentare il progetto di I grado, l'architetto di origini pugliesi sceglie la tecnica dell'inchiostro di china su carta, detta 'della china al tratto': stilisticamente questi disegni sono associabili a quelli prodotti per illustrare il Piano di Bari Vecchia, caratterizzati da

"un tratto molto pulito, che il chiaroscuro del tratteggio rende caldo e movimentato", conferendo alle architetture proposte "volume e plasticità" (Piemontese, 2006, pp. 321, 324). Chiaramente la stessa tecnica era già stata usata da Petrucci per altre prospettive, come quella della chiesa di Fertilia (1937), e verrà di lì a poco riadottata per le viste dei Piani regolatori di Sassari (1938) e di Chieti scalo (1938) e di un'altra città di fondazione, Segezia (1939) [2]. Contrariamente, per il concorso di Aprilia (1936), Petrucci aveva prodotto degli schizzi prospettici sempre a tratto di china, ma a fil di ferro, senza tratteggio e senza la distinzione tra lumeggiature e ombreggiature: "una rappresentazione grafica […] purista o minimalista, ottenuta con l'eliminazione del chiaroscuro e del relativo gioco di luci e ombre" (Piemontese, 2006, p. 323).
Queste quattro elaborazioni non troppo dettagliate, è come se rappresentassero uno stadio intermedio tra lo schizzo iniziale e l'elaborato finale da presentare a un concorso. Disegni in cui l'idea progettuale appare già ben formata e delineata, ma che consentono ancora del margine di intervento; in un certo senso apparentemente non-finiti, a metà appunto tra disegno di espressione e disegno di rappresentazione. Una sorta di bozza, di disegno preparatorio, in attesa di realizzare elaborati più precisi e dettagliati in vista di un eventuale secondo grado.
Come già accennato, in questi elaborati Petrucci adopera penne a inchiostro di china con un tratto a spessore variabile; nei disegni egli si concentra non solo sugli elementi architettonici ma anche sugli arredi urbani e sulle essenze arboree, popolando i futuri spazi della città con figure umane e, in un'occasione, anche con un carretto trainato da buoi. Ben dettagliati appaiono i rivestimenti e le compagini murarie. Il tratteggio viene usato sia per la distinzione di taluni materiali lapidei, sia per la campitura delle ombre proprie e portate; il tratto però viene differenziato: regolare, preciso e abbastanza fedele, nel far risaltare le fughe dei materiali di rivestimento; più irregolare, con cambi repentini nell'inclinazione nelle campiture, ma sempre a uno strato, per le ombre proprie; più fitto e con strati sovrapposti, infine, per le ombre portate. La rappresentazione delle differenti lumeggiature degli edifici a seconda dell'inclinazione solare – finalizzata a un corretto e completo uso del chiaroscuro – viene però sacrificata a scapito proprio della definizione dei materiali.
L'articolo prosegue presentando le immagini relative al progetto di II grado, al quale viene dato maggior spazio essendo risultato il progetto vincitore del concorso. Sono presenti ben sei foto del plastico del nucleo centrale della città di fondazione, di tre tipi diversi. La prima è la più realistica: l'immagine che deriva dalla particolare inquadratura del modello si identifica di fatto con una prospettiva accidentale a quadro verticale, con un punto di vista corrispondente a un'altezza di circa tre metri dalla linea di terra. Le successive quattro inquadrano invece il plastico andando a simulare la veduta della futura città da un punto di vista rialzato e dinamico, come se fosse appunto presa da un velivolo. Sono questi infatti i lustri in cui il mito del volo aereo diveniva sempre più realtà; e questo andava inevitabilmente riverberandosi nelle rappresentazioni dell'architettura, grazie anche alla diffusione della pittura aerofuturista. Tuttavia, le

immagini rimangono delle semplici foto del plastico dall'alto; non sembra che sia stata posta troppa cura nel citare le opere artistiche sopracitate, nonostante Petrucci fosse un ottimo fotografo e un architetto molto sensibile alle correnti artistiche coeve. La sesta fotografia è quella impostata nella maniera migliore. Rispetto alla prima, rappresenta una vista più ideale che reale: la prospettiva centrale a quadro verticale rimanda immediatamente alle raffigurazioni delle città ideali durante il Rinascimento. A questo si aggiunge una maggiore oggettività dell'architettura, con un chiaroscuro molto tenue e un cielo praticamente assente, consegnando un'atmosfera rarefatta. In questo caso la resa fotografica va quasi ad annullare l'effetto del plastico, giungendo a un'immagine dal carattere ambiguo, ma comunque di buon effetto comunicativo. Degne di nota altre due foto del modello pubblicate su *Urbanistica*: la prima a quadro verticale, con un punto di vista rialzato che dall'esterno inquadra il nucleo centrale della città; la seconda con un punto di vista ad altezza umana e un cono visivo che punta verso la torre e il Municipio, inquadrati dal fianco della chiesa a sinistra, e da quello dell'edificio postale a destra.

Completano il quadro delle illustrazioni del progetto, oltre alle varie planimetrie, due viste prospettiche (fig. 3), anch'esse con due punti di fuga, il quadro verticale e un punto di vista corrispondente a quello umano. Entrambe sono campite con l'acquerello, per l'esattezza con la tecnica della china acquerellata: una metodologia già applicata da Petrucci per realizzare due viste prospettiche dell'Opera di San Michele a Foggia nel 1934 (Piemontese, 2006, pp. 327-328). Rispetto alle precedenti, in queste prospettive si acuisce il realismo dell'immagine.

Del gruppo formato da Giorgio Calza Bini e Roberto Nicolini, per quanto riguarda il progetto di I grado, su *Architettura* vengono pubblicate due viste prospettiche realizzate a tempera: la prima raffigurante uno scorcio della piazza verso il Palazzo municipale; la seconda, che dall'esterno del borgo inquadra il nucleo centrale. Una terza prospettiva (fig. 4), pubblicata anche su *Urbanistica*, presenta un punto di vista notevolmente rialzato che – come nel caso delle foto del plastico del gruppo 2PST – era volto a simulare la 'dinamica' visione della città da un aeroplano: nella didascalia si può leggere infatti "prospettiva dall'aereo" (Marconi, 1938a, p. 561, didascalia della fig. 4). Il risultato è più accattivante, e al contempo didascalico, del gruppo di Petrucci. Il disegno pare realizzato con matita e penna a inchiostro di china. L'architettura è realizzata a fil di ferro e lasciata di colore neutro; le ombre proprie – campite in un grigio medio – e ancor di più quelle portate – campite in nero – conferiscono rilievo alla prospettiva dall'alto. Altre superfici campite sono quelle destinate a verde pubblico, con le relative essenze arboree e gli appezzamenti coltivabili, presenti anche nei pressi delle abitazioni.

Per il secondo grado si cambia registro. Se il gruppo di Petrucci aveva abbandonato l'eccessiva ruralità della prima proposta, in favore di un più sobrio e dosato monumentalismo dagli echi metafisici, il gruppo di Calza Bini e Nicolini fa esattamente l'opposto: da un eccesso di modernità, fatto anche di matrici mediterranee, giunge a un livello di compromesso. L'impostazione sembra ancora modernista, ma le architetture

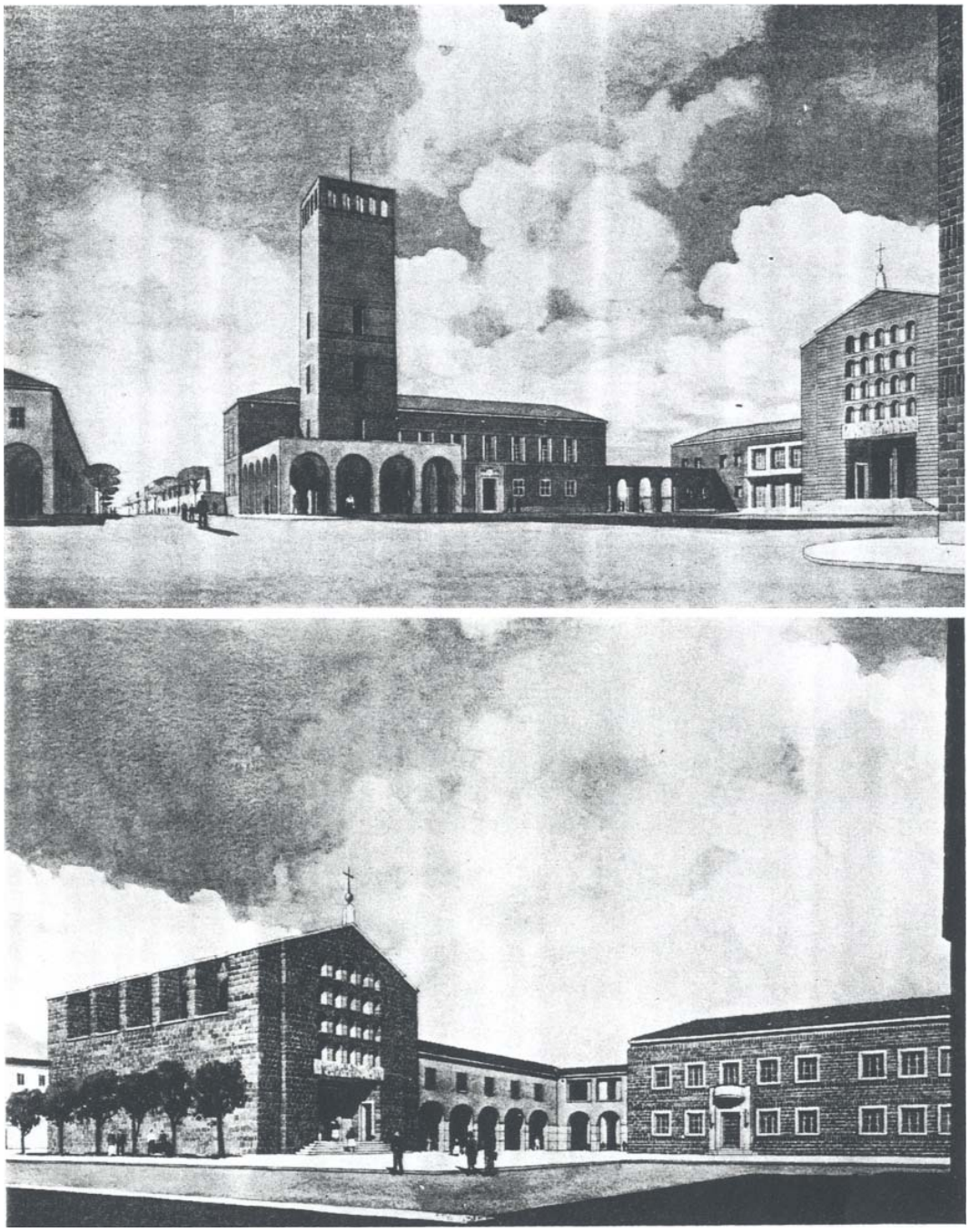


Fig. 3 - C. Petrucci, Progetto di II grado per Pomezia – viste prospettiche, 1938, china acquerellata (Marconi, 1938a, pp. 558-559).

sono connotate dagli etimi della ruralità che il bando prevedeva. Anche le tre nuove viste prospettiche cambiano di tonalità. Si passa infatti a un linguaggio più disegnativo e lineare ma meno pittorico; semplici e pulite elaborazioni a fil di ferro, senza campiture

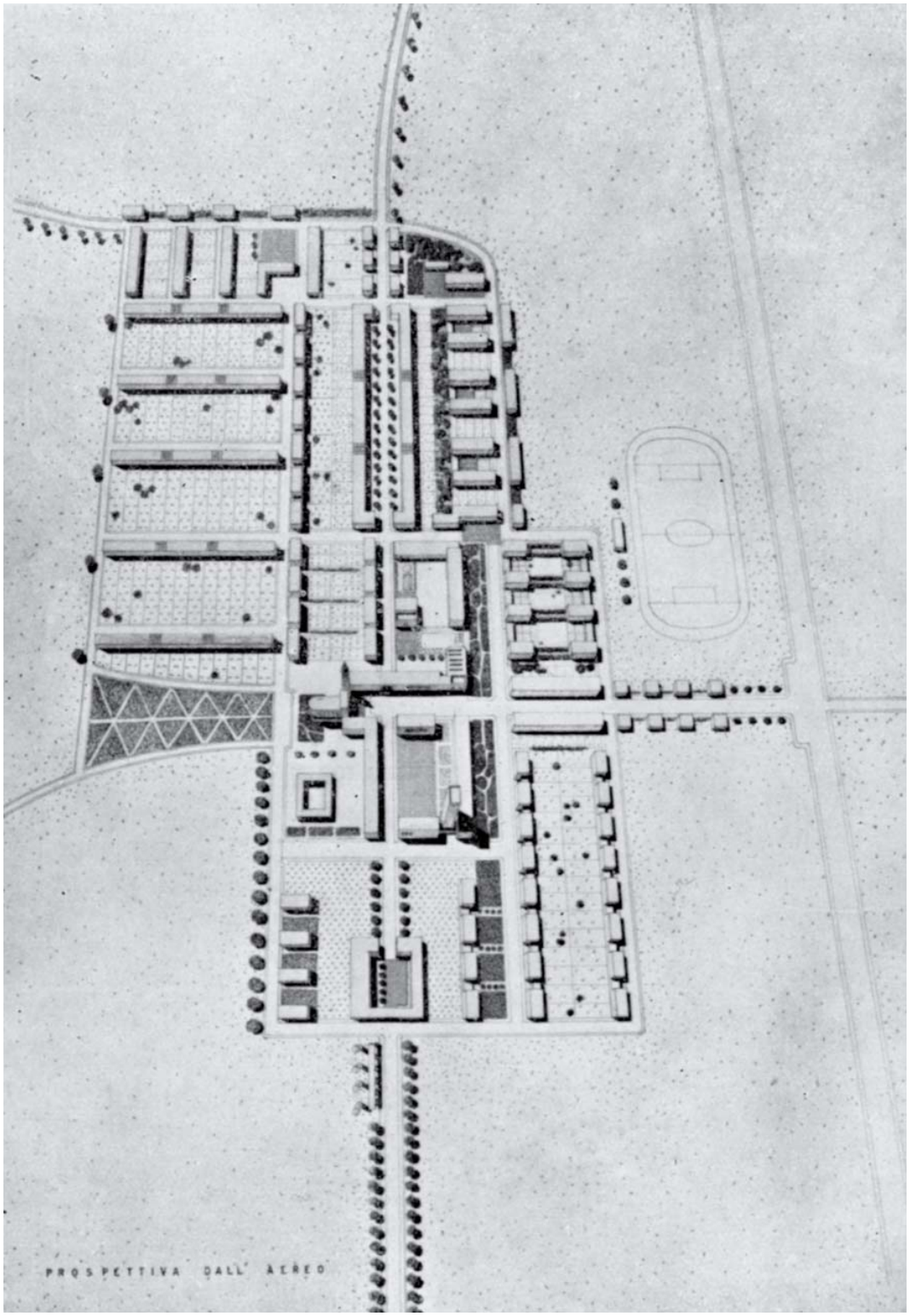


Fig. 4 - G. Calza Bini e R. Nicolini, Progetto di I grado per Pomezia – prospettiva dall'aereo, 1937 (Marconi, 1938a, p. 561).

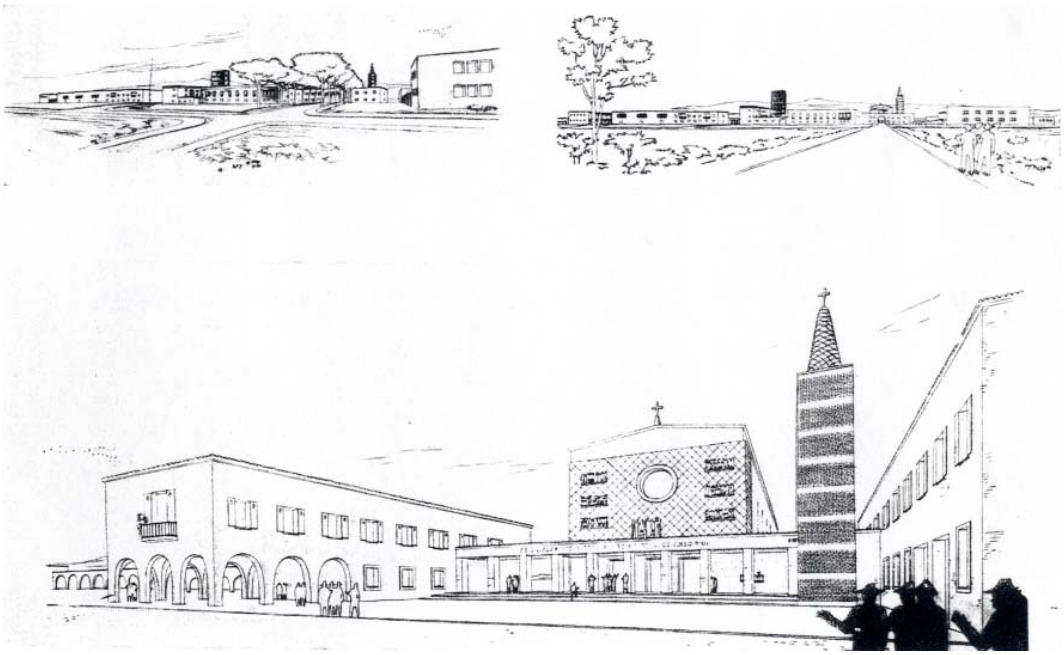


Fig. 5 - G. Calza Bini e R. Nicolini, Progetto di II grado per Pomezia – viste prospettiche, 1938 (Marconi, 1938a, p. 562).

alcune (fig. 5). Totalmente assenti sono il chiaroscuro e il tratteggio; ci si limita a evidenziare le fughe dei materiali più importanti, come quelli che rivestono la chiesa e il campanile. La paternità di questi disegni potrebbe essere di Calza Bini: si confrontino, ad esempio, le viste prospettiche per la coeva chiesa di Guidonia, e per il fondale di viale Tiziano e Roma. Le due fotografie del plastico, infine, riflettono anche in questo caso la volontà di inquadrare il nucleo centrale della città dall'alto, seppur in due modi diversi: il primo come se fosse focalizzato da un aereo in picchiata verso la città, il secondo con una vista zenitale da un volo di crociera.

Anche la proposta di Civico, Granelli, Ortensi e Roisecco, nel passaggio dal I al II grado subisce delle variazioni, che si ripercuotono nelle relative rappresentazioni. La vista prospettica (fig. 6) per il progetto di I grado, realizzata a tempera, appare ancora poco dettagliata: la piazza principale, sulla quale affacciano il Comune e la chiesa è totalmente vuota, priva anche di essenze arboree e arredo urbano; fa eccezione la presenza di un contadino atto a transitare all'interno della piazza, con un rastrello sulla spalla: unico elemento direttamente ascrivibile al concetto di ruralità manifestato dal bando di concorso.

Per il II grado le viste prospettiche pubblicate diventano tre (fig. 7): oltre alle architetture vengono approfondite anche le immagini a corredo della proposta. Le tre viste si concentrano sui tre edifici principali: la chiesa, la Casa del Fascio e il Municipio. Esse, rispetto al I grado, risultano più curate e dettagliate: non solo vi è maggiore sforzo nel

Fig. 6 - Civico, Granelli, Ortensi, Roisecco, Progetto di I grado per Pomezia – vista prospettica verso la chiesa, 1937 (Marconi, 1938a, p. 565).

Fig. 7 - Civico, Granelli, Ortensi, Roisecco, Progetto di II grado per Pomezia – vista prospettica verso la chiesa, 1938 (Marconi, 1938a, p. 566).

rappresentare i materiali e gli apparati decorativi delle architetture, ma viene conferita una vitalità che anima le tre viste prospettiche in modo realistico, dando l'idea di una prefigurazione più persuasiva, aspetto quasi assente nella vista precedente, ancora troppo concettuale. A corredo dell'articolo sono presenti le piante e le planimetrie del progetto, ma non le foto del plastico.
L'importanza del plastico venne successivamente sottolineata nella decorazione parietale presente nella sala delle adunate della Casa del Fascio di Pomezia, opera di Peppino Piccolo, in cui viene raffigurata la presentazione del progetto a Mussolini (Pennacchi, 2003, p. 112; Cucciolla, 2006, p. 247). Questo ricorda anche un ritratto dell'architetto Alfredo Scalpelli – uno dei quattro progettisti di Sabaudia – fattosi raffigurare da Gino Spalmach col camice bianco da lavoro vicino a parte del plastico di Sabaudia (Bernoni, 1998, p. 1).

Attualità della rappresentazione: modellare le 'Pomezie' possibili

Declinare il nome di una città al plurale ha qui un duplice significato: il primo, quello più intuitivo, si riferisce alla moltitudine di idee presentate al concorso e che si sono volute restituire attualizzando le tecniche di rappresentazione tradizionali. Il secondo, più nascosto, vuole ricordare come l''errore' semantico, 'Pomezie', sia legato per sua etimologia, al concetto di erranza e vagabondaggio (Bruno, 2002, p. 27) e quindi all'idea di viaggio ideale in cui si vuole trasportare il lettore tramite le immagini.
L'esplorazione di queste città, mai costruite, è resa possibile grazie all'elaborazione di modelli che costituiscono il centro di un lavoro, che rappresenta il punto di arrivo di una ricerca sui documenti storici e iconografici, dai quali sono state selezionate le soluzioni stilistiche e comunicative. La ricostruzione virtuale dei progetti, presentata all'inaugurazione della mostra permanente del Museo-Archivio delle città di fondazione a Pomezia, è stata esposta attraverso una videoproiezione, che ha permesso

una narrazione più completa di tutto il materiale raccolto. Una sequenza di immagini statiche e dinamiche strutturava un percorso immaginario che permetteva di camminare all'interno di un mondo metafisico, che era stato ricostruito attraverso la componente percettiva dei disegni originali.
Questo studio si inserisce nel più ampio spettro di attività di ricerca su ricostruzioni virtuali di progetti mai costruiti condotte dal Centro Studi sull'Architettura Razionalista, che ha visto la collaborazione con il Laboratorio di Laurea della Facoltà di Architettura di Roma La Sapienza, a partire dal 2010, sul tema dei grandi concorsi e in particolare sulle opere romane di Giuseppe Terragni [3]. Precursore, in ambito didattico, è stato il lavoro svolto dalla professoressa Laura De Carlo che nel suo corso di Modellazione informatica, proponeva l'aggiornamento dei metodi tradizionali della geometria descrittiva e ne ampliava le caratteristiche trasversalmente rispetto alle altre discipline di Disegno e Rilievo dell'Architettura, attraverso la lettura di opere complesse, realizzate e non, che necessitavano di una interpretazione critica dei disegni e mirava a costituire un archivio dei progetti dei maestri del XX secolo [4]. Un tema, quello delle architetture immaginate non realizzate, che ha affascinato molti studiosi fino ai nostri giorni, anche in ambito urbano [5]. In questo contributo, si vuole dimostrare l'approccio scientifico del metodo con l'obiettivo di permetterne la sua replicabilità. Allo stesso tempo vi è la necessità di trasmettere come l'integrazione dei mezzi di espressione grafica sia in grado di comprendere più a fondo la realtà in cui viviamo e confutare, attraverso l'osservazione, la teoria di una rappresentazione, come il render fotorealistico, quando si scontra con una particolare architettura, come quella dal carattere metafisico.
La procedura operativa ha seguito i seguenti passaggi:

1. Consultazione degli archivi: in particolare, l'Archivio Centrale di Stato e gli archivi privati di Edoardo Caracciolo e Giorgio Calza Bini.
2. Conoscenza dell'opera;
3. Ridisegno con gli strumenti CAD degli elaborati originali bidimensionali, planimetrie e prospetti, opportunamente confrontati e integrati con le informazioni derivanti dalle prospettive e i plastici di studio. Nel caso di incoerenza tra gli elaborati (altezze delle finestre, trattamenti murari, presenza o meno di apparati decorativi) ci si è affidati all'interpretazione della soluzione più verosimile, rispetto agli edifici circostanti e le metodologie compositive utilizzate dai progettisti in altre opere;
4. Elaborazione dei modelli matematici che si è focalizzata sui progetti dei tre gruppi vincitori ex aequo, presentati sia al I che II grado di concorso;
5. Elaborazione dei render fotorealistici;
6. Animazione delle prospettive per il racconto dell'architettura;
7. Progetto comunicativo dei caratteri peculiari delle architetture analizzate.

La ricostruzione virtuale del complesso urbano, nella sua interezza, mirava alla realizzazione delle prospettive digitali, comunemente dette rendering, che simulavano le riprese aeree o zenitali (fig. 8) dei plastici di studio con livelli di dettaglio adeguati al

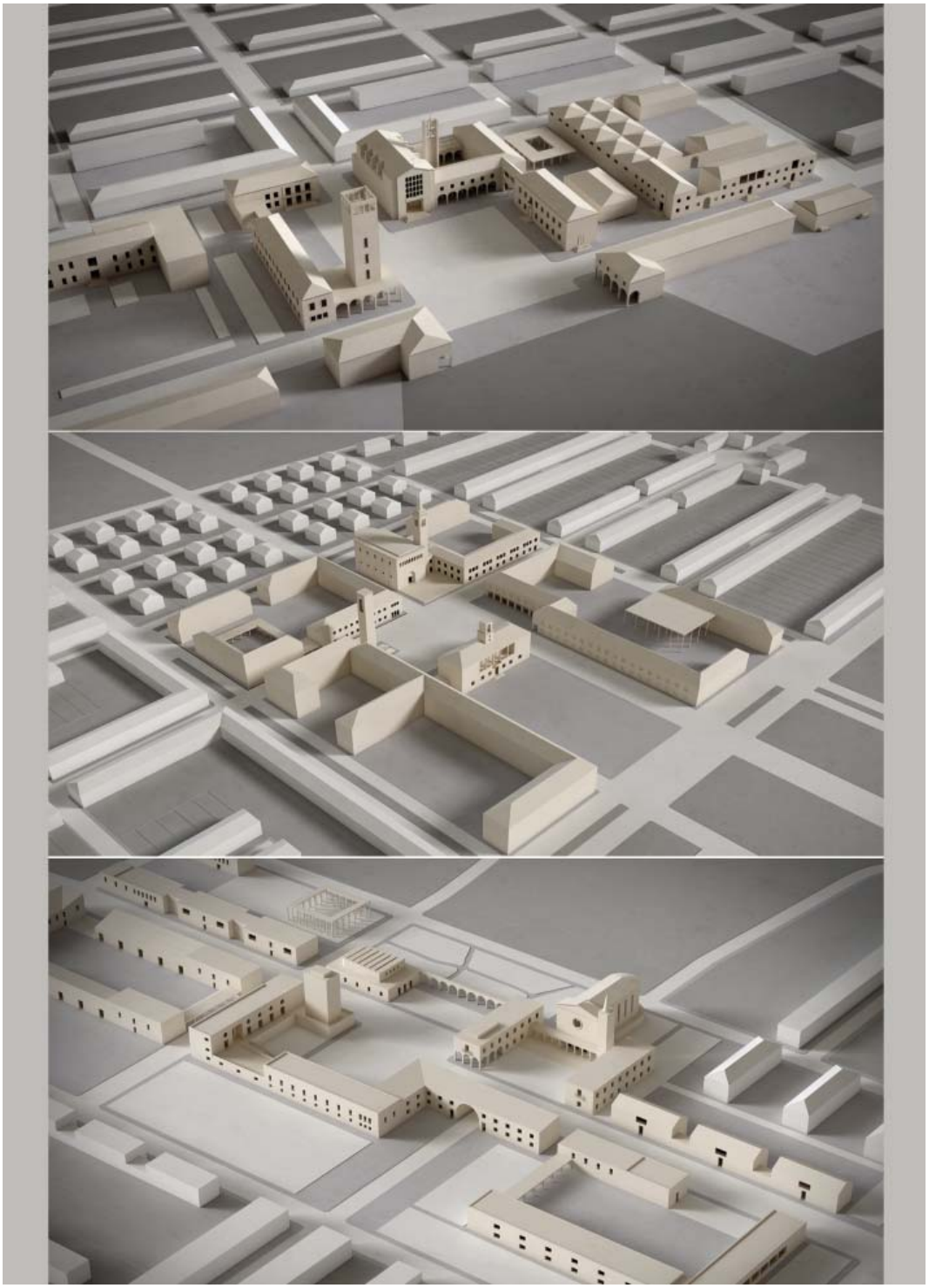


Fig. 8 - Viste prospettiche dall'aereo dei modelli dei tre progetti finalisti (elaborazione grafica a cura del CE.S.A.R.).

punto di vista scelto. Ci si è limitati a definire i volumi degli edifici, le superfici vetrate verticali esterne e quelle opache orizzontali (e verticali in taluni casi) interne per un migliore effetto in fase di renderizzazione, nonché a differenziare le coperture piane da quelle a falda, le aree pubbliche da quelle private, dalle quali la viabilità fuoriusciva come spazio in negativo. Si è scelta una colorazione neutra: un beige chiaro per gli edifici del nucleo centrale, un bianco sporco per gli edifici minori e la viabilità, e un grigio chiaro per la delimitazione dei lotti e delle aree verdi. La grafica utilizzata riprende un'immagine a plastico, in gesso o in cartone, simulando una ripresa virtuale di un modello realizzato in quel periodo storico. Negli anni Trenta i plastici si usavano per comunicare l'architettura, per riprodurre le immagini, e in alcuni casi anche per realizzare dei fotomontaggi. Il fotorealismo è raggiunto anche attraverso il trattamento delle ombre in maniera 'morbida' anziché eccessivamente lineare, aspetto tipico di una rappresentazione classica, nonché con la finitura delle superfici con materiale opaco che si presta al racconto della purezza dei pieni e vuoti (Tommasetti, 2011, p 132).
Nello specifico per la di modellazione tridimensionale è stato utilizzato il software *Rhinoceros*, mentre per la successiva fase di renderizzazione del modello è stato adoperato – sempre nello stesso ambiente di lavoro – il motore di *rendering V-Ray*.
Nella fase di modellazione una maggiore attenzione è stata riservata al nucleo centrale delle città, dove sorgono gli edifici principali (chiesa, Municipio, Casa del Fascio) e sui quali si concentrano le prospettive di concorso. L'obiettivo era la riproduzione di tali prospettive (fig. 9) per un'attualizzazione di queste con le tecniche di rappresentazione digitale.
Per determinare il punto di vista non è stato utilizzato il metodo della prospettiva inversa ma si è optato per una ricostruzione a occhio, variando le impostazioni della vista prospettica del software e in particolare il parametro della lunghezza focale, lo zoom (distanza dell'osservatore) e l'altezza, mantenendo il quadro verticale. Per quanto riguarda la resa fotorealistica, sono state interpretate le scelte materiche e cromatiche, alcune espresse nelle relazioni di concorso, altre intuibili dai disegni prospettici e altre ancora non visibili affatto ma ipotizzate dal confronto con altre architetture realizzate negli anni precedenti dagli stessi architetti (come per la chiesa di Calza Bini a Guidonia). La scelta di tale soluzione grafica aveva un imprinting e una finalità. Infatti, passeggiando per le strade del quartiere EUR di Roma e scattando delle istantanee delle architetture bianche che si stagliano sul cielo azzurro, il verde degli alberi, il grigio delle strade, ci si accorge che le immagini appaiono piatte, astratte. I colori e i volumi puri restituiscono un'atmosfera fortemente metafisica e irreale. Quello che si voleva dimostrare era che, nonostante il colore e la ricerca di un realismo che rendesse quelle prospettive più autentiche, l'atmosfera che le caratterizzava rimanesse invariata, rendendole al contempo anche 'non-foto realistiche'.
La parte conclusiva del progetto prevedeva l'elaborazione di un video che raccontasse, attraverso una sequenza di immagini, la città come si percepiva: dal cielo, da un ipotetico aeroplano, simbolo di velocità e modernità, da cui si poteva leggere il rapporto con il

Fig. 9 - A sinistra: viste prospettiche dei tre progetti finalisti. Primo grado del concorso. A destra: viste prospettiche dei tre progetti finalisti. Secondo grado del concorso (elaborazione grafica a cura del CE.S.A.R.).

contesto, e dall'occhio di un contadino, simbolo della tradizione rurale, figura che anima le prospettive originali precedentemente trattate, in versione solitaria nel progetto di Ortensi (I grado) e in gruppo in quello di Calza Bini (II grado), riconoscibile dal cappello di paglia tipico degli agricoltori dell'epoca. Nella città si trovava la sintesi dei valori ancestrali, rurali, agricoli, della terra e dei contadini, passando dalla modernità alla tradizione che erano i valori dell'Italia di quell'epoca che guardava verso il futuro. Valori simbolici come Enea, naturalistici, confluivano nella visione del nucleo urbano, dove le persone ritrovano la loro identità. C'era la necessità di astrarre, cercando la sintesi grafica che è nella concezione metafisica e nei temi dei simboli. Si è scelto quindi di raffigurare tutti i progetti attraverso planimetrie stilizzate a riquadri neri, facendo riferimento alla grafica utilizzata da Saul Bass per il film *Anatomy of a murder* di Otto Preminger (1959) per la locandina e i titoli di testa. L'illustratore statunitense ha fatto di questi titoli di testa una forma d'arte. I suoi lavori interpretano e preannunciano il contenuto del film. Così, per la copertina del video, i riquadri neri comparivano uno per volta, come quelli del corpo umano scomposto scelto da Bass per rappresentare la pellicola, fino a comporre la planimetria del progetto finale della città di Pomezia.

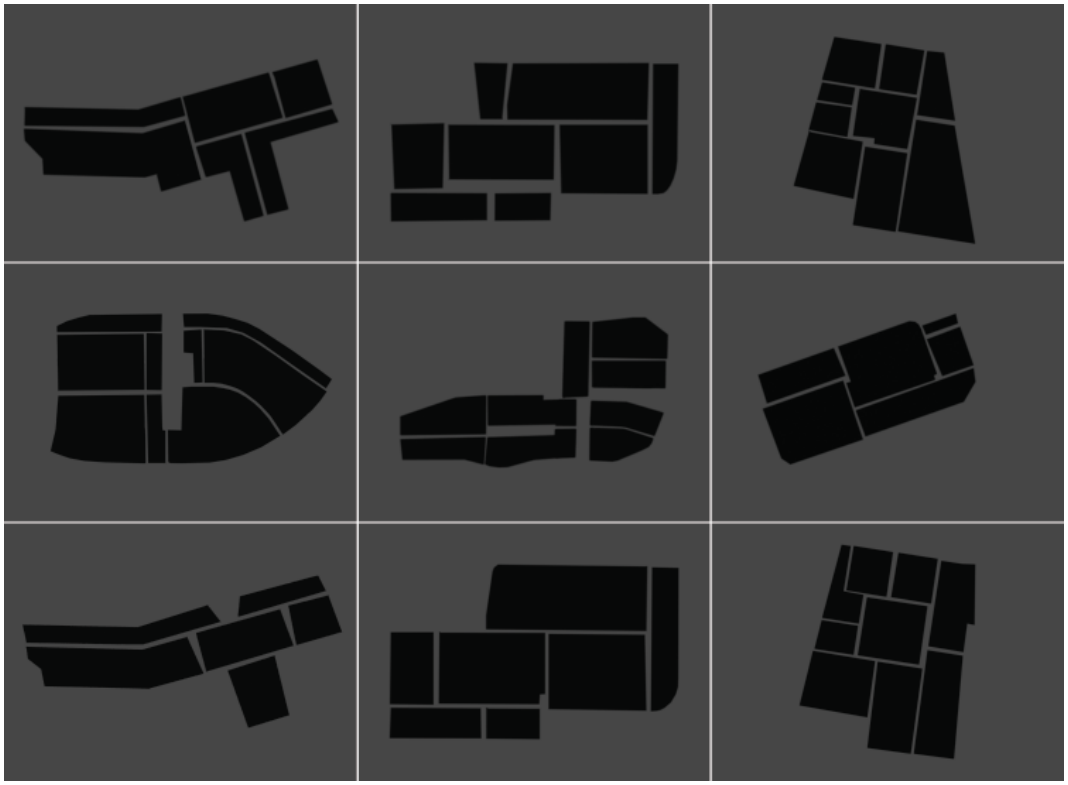


Fig. 10 - Confronto tra le planimetrie presentate al I grado del concorso (elaborazione grafica a cura del CE.S.A.R.).

Tutte le altre planimetrie stilizzate (fig. 10), divise per grado di concorso, disposte su un unico fotogramma, creavano come un motivo su una tela, si ingrandivano una per volta mostrando di seguito i disegni originali del relativo progetto; le prospettive sfumavano sulle prospettive fotorealistiche e infine sui render a plastico. Con un movimento di camera, l'inquadratura si allontanava, apprezzando il centro urbano dall'alto, stabilizzandosi definitivamente in posizione zenitale e inquadrando il progetto nel suo complesso. L'animazione, prodotta con il software *3ds Max*, seppur breve, trasportava l'occhio dell'osservatore nei tre punti di vista principali, simulando un'odierna ripresa cinematografica da un ipotetico drone e sintetizzando in un unico piano sequenza le suddette percezioni dell'uomo moderno. L'accessibilità dei progetti è intesa in termini di possibilità di lettura e confronto immediato di un vasto repertorio di documenti, altrimenti frammentato, che raccontano un'idea di città.
In questa fase storica emerge come sia fondamentale, e al contempo urgente, promuovere, anche grazie all'innovazione tecnologica applicata ai beni culturali, il patrimonio architettonico del Novecento, che sia esso tangibile o intangibile. Un tipo di tecnologia che porta a una maggiore diffusione e attualizzazione delle testimonianze storiche e del materiale archivistico. Questa conoscenza integrata diviene così più

accessibile e coinvolgente, appetibile a qualsiasi tipo di fruitore, mantenendo comunque i propri caratteri di scientificità; essa è volta a favorire nuove forme di comunicazione multimediale, nuovi e in parte inesplorati itinerari di conoscenza, innovativi e interattivi, capaci di far comprendere le occasioni mancate e i significati nascosti di un luogo, acuendone la memoria e lo spirito identitario, e infine favorendone il tramando al futuro e ai posteri.
Naturalmente gli sviluppi futuri della ricerca coincidono con la possibilità di rendere fruibili virtualmente i modelli per un maggiore dinamismo che si apra, in termini di percezione dello spazio, a più punti di vista e a una maggiore comprensione dei luoghi. Così come la restituzione fisica, attraverso la prototipazione rapida, favorirebbe la percezione tattile dei progetti, esplorando così la possibilità di rendere multisensoriale l'esperienza spaziale urbana.

Conclusioni

L'obiettivo di questo progetto incentrato sulla città di Pomezia, è finalizzato dunque all'aumento della consapevolezza e della coscienza storica. Sono state scelte delle immagini che elaborassero l'architettura del periodo. Si trattava di tutti insediamenti urbani in nuce, piccoli borghi interamente compiuti, progettati (come le città del sole di Campanella, la città ideale rinascimentale di Pienza), che avevano una loro armonia e conclusione. Tutti i progetti finalisti presentavano delle gerarchie date dagli edifici tipologici, di carattere religioso, politico, funzionale, ed erano studiati in funzione delle prospettive nella città, sia utilizzando punti di vista dal basso, sia planimetrici, per apprezzare l'armonia con il contesto e con la natura. L'equilibrio dal punto di vista ambientale e naturalistico si percepiva attraverso le sequenze di prospettive. Dagli scorci urbani si doveva intravedere la natura, come dal centro della città si aveva una vista privilegiata sui Colli Albani, orientata in base al percorso del sole e in asse con la tomba di Enea. Pomezia costruiva le sue fondamenta su elementi simbolici, naturalistici, ambientali, territoriali e percettivi. Come l'avvicinamento al palazzo municipale e la chiesa aveva sempre un campanile, lasciando un'impronta della percezione. Un segnale, che si andava scoprendo la città camminando.

Note

[1] Per una panoramica generale sul concorso di Pomezia si veda: Marconi, 1938a; Marconi, 1938b; Melis, 1938; Roccatelli, 1938; Pellegrini, 2005; Palmieri, 2008.

[2] Per un approfondimento sull'opera e i disegni di Concezio Petrucci vedi: Cucciolla, 2006; De Angelis, 2005a; De Angelis, 2005b; Piemontese, 2006.

[3] Sul lavoro relativo ai 10 progetti di Giuseppe a Roma si veda: Mangione et al., 2015.

[4] Per un approfondimento sui lavori degli studenti del Corso di Scienza della Rappresentazione 2 del Corso di Laurea quinquennale della Prima Facoltà Ludovico Quaroni della "Sapienza", Università di Roma, tenuto dai professori Piero Albisinni, Laura Carlevaris, Luigi Corvaja e Laura De Carlo dall'Anno

Accademico 2004-2005 all'Anno Accademico 2008-2009 si veda: Albisinni, De Carlo, 2011.

[5] Per un approfondimento sulla ricostruzione di città immaginate si veda: Calvano, 2014; Ippoliti, 2020.

Riconoscimenti

Il presente contributo è stato elaborato dagli autori in completa collaborazione e si configura come frutto di un lavoro corale. In particolare, il paragrafo intitolato «Storia della rappresentazione: iconografia del concorso» è stato curato da Antonio Schiavo, mentre quello intitolato «Attualità della rappresentazione: modellare le 'Pomezie' possibili» da Beatrice Teresi

Le immagini sono state realizzate dagli autori in collaborazione col CE.S.A.R. (Centro Studi Architettura Razionalista), per il progetto denominato *Ricostruzione virtuale del centro storico di Pomezia. Lancio del laboratorio città di fondazione* nell'ambito delle disposizioni della Legge Regionale n. 27 del 20 novembre 2001, *interventi per la conoscenza, il recupero e la valorizzazione delle città di fondazione* e presentate all'inaugurazione della mostra permanente del Museo-Archivio di Pomezia.

Riferimenti bibliografici

Albisinni, P., & De Carlo, L. (Eds.) (2011). *Architettura disegno modello. Verso un archivio digitale dell'opera dei maestri del XX secolo*. Gangemi.

Bernoni, M. (1998). *Alfredo Scalpelli. Architetto e urbanista*. Studio Tre B.

Bruno, G. (2002). *Atlante delle emozioni, in viaggio tra arte, architettura e cinema*. Johan & Levi Editore.

Calvano, M., & Wabbeh, W. (2014). Disegnare la Città immaginata. Latina come laboratorio di rappresentazione urbana. *Disegnare idee e immagini, 48*, pp. 80-90.

Cucciolla, A. (2006). *Vecchie città / città nuove. Concezio Petrucci 1926-1946*. Dedalo.

De Angelis, D. (2005a). Note sull'architettura di Concezio Petrucci. In G. Papi (Ed.), *Aprilia. Città della terra* (pp. 126-147). Gangemi.

De Angelis, D. (2005b). Intervista a Flaminia Petrucci. In G. Papi (Ed.), *Aprilia. Città della terra* (pp. 155-157). Gangemi.

Ippoliti, E., & Calvano, M. (2020). La rappresentazione per la comunicazione dei Beni Culturali: dai modelli alle scene. I progetti di Oriolo Frezzotti per la Casa del Fascio e il Foro Littorio a Latina. *Quaderni dell'Istituto di Storia dell'Architettura, I* (n.s. 2019-2020), 719-726.

Mangione F., Ribichini L., & Terragni A. (Eds.) (2015). Giuseppe Terragni a Roma. Prospettive.

Marconi, P. (1938a). Concorso per il Piano Regolatore di Pomezia. *Architettura, IX*, 551-566.

Marconi, P. (1938b). Pomezia. L'esito del concorso nazionale per il piano regolatore. *Urbanistica, 1*, 39.

Melis, A. (1938). Il concorso per il Piano Regolatore di Pomezia. *Urbanistica, 4*, 210-225.

Palmieri, V. (2008). Pomezia 1939. Un concorso, un'idea di città. Schedatura dei disegni. In C. Montano (Ed.), *Il Piano del Colore del Centro storico di Pomezia. Studi storici e rilievi diagnostici* (pp. 55-83). Fratelli Palombi.

Pennacchi, A. (Ed.). (2003). *Guidonia. Pomezia. Città di fondazione*. Novecento.

Pellegrini, G. (Ed.). (2011). *Città di fondazione italiane 1928|1942*. Novecento (Original work published 2005).

Piemontese, G. (2006). Arte e artisti nelle architetture di Concezio Petrucci. In A. Cucciolla (Ed.), *Vecchie città / città nuove. Concezio Petrucci 1926-1946* (pp. 315-344). Dedalo.

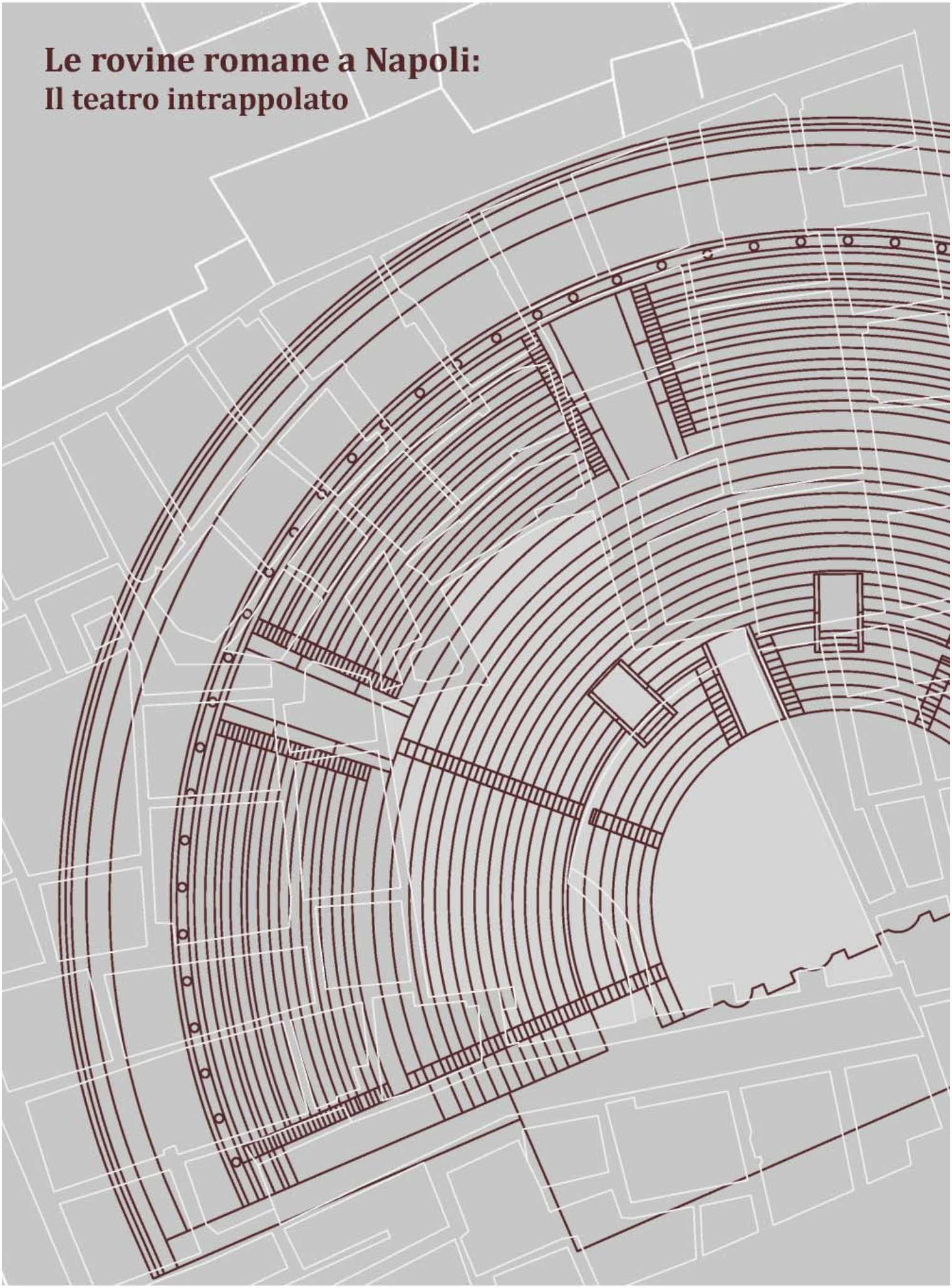
Roccatelli, C. (1938). Arsia. Carbonia. Guidonia. Pergusa. Pomezia. *L'Ingegnere, 4*, 142-152.

Santuccio, S. (2003). Il disegno razionale. In C. Mezzetti (Ed.), *Il Disegno dell'architettura italiana nel XX secolo* (pp. 148-192). Kappa.

Sdegno, A. (2006). Architetture possibili. Rappresentare progetti non realizzati. In E. Prandi (Ed.) *Architetture di rara bellezza Documenti del Festival dell'Architettura 2006* (pp. xx-xx). Festival Architettura Edizioni.

Tommasetti, A. (2011). Il progetto della comunicazione. In Albisinni, P., De Carlo, L. (Eds.) *Architettura disegno modello. Verso un archivio digitale dell'opera dei maestri del XX secolo* (pp.129-138). Gangemi.

Le rovine romane a Napoli:
Il teatro intrappolato



Le rovine romane a Napoli: il teatro intrappolato

Angela Cicala[1], Gianluca Barile[1]

[1]Università degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Architettura, ITALY

angela.cicala@unina.it, gianluca.barile@unina.it

Parole chiave: Ricostruzione digitale; Patrimonio storico; Gemello digitale; Fabbricazione digitale; Progettazione computazionale / *Digital reconstruction; Historical heritage; Digital twin; Digital manufacturing; Computational design.*

Abstract

Nell'ambito della conservazione e della valorizzazione del patrimonio storico e culturale, la ricostruzione digitale rappresenta ormai uno strumento fondamentale per ridare vita, ma soprattutto esplorare, antiche rovine distrutte e talvolta dimenticate. Attraverso l'utilizzo coeso delle moderne tecnologie digitali e processi atti alla ricostruzione di manufatti appartenenti al patrimonio archeologico storico, è possibile portare alla luce l'identità di antiche architetture, ripercorrerne la storia dagli albori della loro esistenza, mediante lo studio di mappe storiche, conoscerne le trasformazioni avvenute durante diverse epoche e in particolare consentirne la diffusione e la condivisione.
La ricerca pone l'attenzione sulla ricostruzione digitale del Teatro romano di Neapolis, noto come Teatro romano dell'Anticaglia, un sito archeologico ubicato nel cuore del centro storico di Napoli. Fu costruito nel I secolo a.C. prendendo il posto di una preesistente costruzione greca, definendo così una delle più grandi magnificenze architettoniche per Neapolis, tale da essere delineata la 'custode della cultura ellenica'. Edificato secondo la tipica forma semicircolare, sfruttava la pendenza naturale del territorio, così da garantire una visione ottimale ai circa 6000 spettatori che era in grado di contenere; questo assetto subì, però, forti modifiche nel corso del tempo a causa di eventi naturali, come l'eruzione del Vesuvio del 79 d.C., a cui si sono susseguiti diversi restauri, atti di saccheggio, in cui il materiale venne sottratto per altre costruzioni, fasi di abbandono e infine, riutilizzo degli spazi ad altri scopi.
Attualmente, il sito risulta essere poco visibile a causa delle perdite avvenute nel corso del tempo, ma soprattutto per la stratificazione del territorio, tale da aver inglobato il sito, intrappolandolo tra gli edifici circostanti, per cui accessibile solo tramite abitazioni private. La sfida è quella di riportare alla luce questo importante manufatto in stato di rovina sfruttando al meglio le tecnologie digitali, per dare l'opportunità di conoscere tramite modelli virtuali e fisici il suddetto, ma soprattutto oltrepassare il limite della quasi totale inaccessibilità fisica rendendo fruibile un sito nascosto seppure grazie al mondo digitale.

In the context of the conservation and enhancement of historical and cultural heritage, digital reconstruction has become a fundamental tool for reviving, and above all, exploring ancient ruins that have been destroyed and sometimes forgotten. Through the cohesive use of modern digital technologies and processes for reconstructing artifacts belonging to the historical archaeological heritage, it is possible to bring to light the identity of ancient architectures, trace their history from the beginnings of their existence by studying historical maps, understand the transformations that occurred during different eras, and, in particular, facilitate their dissemination and sharing.
The research focuses on the digital reconstruction of the Roman Theater of Neapolis, known as the Roman

Fig. 1 - Il Teatro intrappolato (elaborazione grafica di G. Barile).

Theater of Anticaglia, an archaeological site located in the heart of the historic center of Naples. Built in the 1st century B.C., it replaced a pre-existing Greek structure, thus defining one of the greatest architectural splendors for Neapolis, often described as the 'guardian of Hellenic culture'. Constructed in the typical semicircular form, it utilized the natural slope of the terrain to ensure optimal visibility for approximately 6,000 spectators. However, over time, this layout underwent significant modifications due to natural events such as the eruption of Mount Vesuvius in 79 A.D. This was followed by various restorations, acts of looting, where materials were taken for other constructions, periods of abandonment, and finally, the reuse of spaces for other purposes.
Currently, the site is barely visible due to the losses incurred over time, and primarily due to the stratification of the land, which has enveloped the site, trapping it between surrounding buildings, making it accessible only through private residences. The challenge is to bring this important but ruined structure back to light by making the best use of digital technologies. This provides the opportunity to explore the site through virtual and physical models, overcoming the limitation of almost total physical inaccessibility and making the hidden site accessible through the digital world.

Introduzione

Il nostro patrimonio culturale, che sia materiale o immateriale, è l'insieme dei beni che costituiscono la ricchezza di una città, di un popolo e di una società e delle quali ne raccontano la storia, le tradizioni e le origini. Una delle sfide più importanti e difficili consiste nella sua conservazione. Il concetto secondo cui il patrimonio culturale è un bene che deve essere goduto e accessibile a tutti ha una connotazione che si potrebbe estendere a un duplice concetto: quello dello spazio e quello del tempo. Dal punto di vista che concepisce lo spazio come vettore di espansione, che può essere considerata un'estensione in senso orizzontale, si asserisce che qualsiasi persona, pur non essendo abitante di una città connotata da quello specifico bene culturale, possa avere comunque la possibilità di goderne. Dal punto di vista che concepisce il tempo come vettore di espansione, che considera un vettore di estensione in senso verticale, si assicura che qualsiasi popolo possa godere del bene nel presente, ma soprattutto anche nel futuro. Al fine di tramandare il patrimonio culturale anche alle generazioni future, entra in gioco il tema della conservazione, che si interroga sulle possibilità di come allungare la vita di un bene non solo attraverso un intervento fisico, come è il caso di cui si occupa la disciplina del restauro, ma anche attraverso un intervento 'non fisico', grazie anche all'utilizzo, ad esempio, di strumenti di rappresentazione digitale. La possibilità di digitalizzare un bene permette non solo la sua conservazione, attraverso dati strutturati di qualsiasi natura: geometrici, fisici, storici, ma anche di avanzare ipotesi ricostruttive per permetterne la fruizione in differenti configurazioni. Le due configurazioni in questione provano a rispondere alla domanda del 'com'è il bene allo stato attuale e quali sono i parametri che lo connotano' ma anche a quella di 'come avrebbe potuto essere nel passato'. La volontà di conservazione al fine di tramandare anche alle prossime generazioni un determinato bene parte dall'associare il patrimonio culturale a un qualcosa di fragile, che sia facilmente soggetto a vetustà dovuta dal tempo e deturpazione dovute ai contesti sociali e naturali in cui il bene stesso si inserisce. Le numerose minacce che possono compromettere la percezione del patrimonio culturale possono essere di carattere antropico, come atti vandalici, cattiva

o mancata manutenzione, o di carattere naturale come nel caso di danni causati da terremoti, inondazioni, erosione del vento e vetustà dei materiali. La digitalizzazione del patrimonio culturale, dunque, risulta essere un procedimento indispensabile per la protezione, la conservazione, il restauro, la ricerca, la diffusione e la promozione di beni culturali materiali e immateriali, provenienti da tutti i tipi di istituzioni culturali (Commissione europea, 2021).
La digitalizzazione, ormai, si configura come un potente strumento nell'ambito della conservazione del patrimonio storico e culturale, aprendo nuove prospettive per la comprensione e diffusione di beni culturali e archeologici all'interno di un contesto in cui molte testimonianze del passato sono soggette a degrado, deterioramento e soprattutto inaccessibilità fisica. La ricostruzione digitale consente di coniugare esigenze di preservazione con quelle di fruibilità inclusiva da parte di utenti diversificati per garantire un dialogo con il passato, costituendo la volontà di non sostituire una conservazione fisica piuttosto supportarla. In particolare, attraverso l'uso di strumenti combinati si vogliono realizzare modelli virtuali e fisici che non solo restituiscono l'aspetto originario degli elementi patrimoniali, ma che consentono anche di esplorarli in dettaglio comprendendo le modifiche avvenute nel corso degli anni. La ricostruzione digitale e fisica di modelli del teatro romano di Neapolis vuole essere un mezzo per documentare un bene culturale e archeologico che ha subito notevoli trasformazioni, con lo scopo finale di fornire un supporto tangibile alla memoria, facilitando anche la fruizione e la valorizzazione, sfidando le limitazioni fisiche e temporali, soprattutto a causa dell'inaccessibilità del luogo.

Il teatro romano di Neapolis – dalle origini a oggi

Sorto nel cuore del centro storico di Napoli, su una preesistente costruzione greca, evidenziando la continuità e l'influenza delle culture antiche, il teatro romano di Neapolis rappresenta un'importante testimonianza dell'antica civiltà romana nell'area campana. La costruzione ubicata tra via Anticaglia, via San Paolo e vico Giganti risale al I secolo a.C. e fu realizzata interamente scoperta accanto all'Odeion, il teatro piccolo coperto, di cui non restano molti frammenti né fisici né testuali. Diversamente avviene per quanto concerne il teatro di Neapolis, definito anche teatro dell'Anticaglia o teatro di Nerone, in quanto, proprio dalle fonti letterarie, come gli Annales di Tacito e il De vita Caesarum di Svetonio, molte testimonianze raccontano del debutto di Nerone e delle diverse esibizioni che l'imperatore Claudio fece rappresentare; ciò nonostante, gli scavi riportarono alla luce resti appartenenti all'età flavia, successiva a Nerone (Humar, 2021), per cui non si dispone di certezze concrete inerenti la fase e la datazione originaria della struttura.
Infatti, il teatro fu visibile solo con i primi ritrovamenti avvenuti con lo scavo del 1859, da cui la pianta realizzata da Gherardo Rega e confermate, poi, con scavi avvenuti tra il 1880 e il 1891; si poteva notare la forma semicircolare e la realizzazione secondo le

tecniche edilizie romane in opus mixtum associato a opus reticulatum e latericium.
Il teatro non ebbe molta fortuna, la storia travagliata che lo contraddistingue mette alla luce i numerosi cambiamenti che ha subito. Se inizialmente, il teatro godette del prestigio di centro culturale e sociale nella vita della città di Neapolis, con il passare del tempo divenne sempre più marginale. I locali interni, una volta palcoscenico di spettacoli, furono adibiti a botteghe, depositi o stalle; con il declino dell'impero fu soggetto a usi alternativi. Fu utilizzato come necropoli, successivamente come discarica, segno di grande degrado, fino a quando non venne totalmente inglobato dalle costruzioni che si susseguivano nella zona circostante e soprattutto si sovrapponevano al teatro stesso. Questi eventi rappresentano il simbolo di un significativo cambiamento del sito, tale da diventare irriconoscibile all'interno di una profonda stratificazione, in cui il punto culminante del volume dell'edificio risulta tutt'oggi livellato alle nuove costruzioni.
In termini cronologici, il teatro mostra una stratificazione già dalla fase originaria; alcuni interventi di ristrutturazione risalgono al I e II secolo a.C. Successivamente, si sono susseguiti interventi di manutenzione, tra cui il rinforzo degli archi in laterizio, ancora esistenti lungo via Anticaglia, che ha apportato modifiche di dimensionamento, la ristrutturazione dell'impianto idraulico e opere di restauro (Amodio, 2012). Dei numerosi interventi ciò che è sopraggiunto e ha concesso la definizione di una sequenza temporale delle fasi del teatro deriva da un numero notevoli di indagini scientifiche, scavi, rilievi che sono stati effettuati in particolar modo dal XIX secolo; al 1939 risale il primo piano di recupero e al periodo tra il 2003 e il 2009 una serie di indagini promosse dal comune di Napoli.

Metodologia e ricostruzione digitale

Contrariamente ai siti archeologici situati in aree isolate o rurali, gli elementi archeologici all'interno di un tessuto urbano sono spesso incorporati nella vita quotidiana contemporanea, con edifici costruiti sopra o intorno a essi nel corso dei secoli. Il teatro romano di Neapolis, sito archeologico di notevole importanza, rappresenta uno di quei casi definiti di archeologia urbana, in cui lo studio non si limita a un lavoro archeologico per il riconoscimento della sola opera, bensì di affrontare un problema più complesso legato alla ricostruzione del tessuto urbano stratificato della città storica che include un'opera archeologica anch'essa modificata nel tempo. (Baldassarre et al., 2010)
Dallo studio del sito è possibile delineare diverse ragioni rilevanti per le quali la ricostruzione digitale risulta essere elemento chiave per la fruibilità del luogo: il teatro come elemento immerso nel tessuto urbano rappresenta parte integrante della città, del suo andamento e della vita quotidiana cittadina; è un sito poco accessibile in quanto solo in alcune parti è stato scavato e liberato dalle costruzioni più recenti; ha una visibilità limitata. Inoltre, si consideri che le aree accessibili sono raggiungibili con difficoltà, l'accesso attraverso una botola all'interno di un'abitazione lungo vico Cinquesanti, la visibilità di una piccola parte della cavea tramite l'interno di un cortile,

Fig. 2 - Pianta, assonometria e veduta di Neapolis (elaborazione grafica di A. Cicala).

delle gallerie sotterranee attraverso la visita guidata al sito Napoli Sotterranea; dunque, si tratta di un'accessibilità limitata e soprattutto vincolata.

Partendo dai suddetti presupposti sono stati definiti degli step per poter attuare la ricostruzione digitale e la fabbricazione di un modello fisico del sito in esame:

1. Analisi delle mappe storiche per poter delineare il tracciamento topografico del teatro;
2. Analisi delle fonti, come dipinti e documentazioni, che consentono una visualizzazione dell'evoluzione del teatro da com'era a com'è diventato;
3. Studio delle mappe attuali, dei lavori di restauro effettuati e ancora in atto;
4. Ricostruzione tridimensionale del modello originario e della parte visibile attualmente, con annesse modifiche;
5. Fabbricazione di un modello fisico.

Dallo studio della cartografia storica emerge una continuità dell'andamento del tessuto urbano nonostante la profonda stratificazione della città di Napoli che riflette secoli di storia, ma non è possibile osservare particolari cambiamenti determinanti delle trasformazioni e delle vicissitudini subite dal sito; l'identificazione del teatro, infatti, avvenne solo con l'apertura di vico Cinque Santi nel periodo che intercorre il 1569 e il 1574.

Analizzando, invece, la planimetria *Pianta di Napoli greco-romana* realizzata da Bartolomeo Capasso nel 1904 (Capasso, 1905), rappresentativa della Napoli antica, è possibile individuare chiaramente la precisa disposizione di importanti strutture della città, tra cui il teatro, così come nei disegni di Renato Quaranta presenti nell'Atlante, guida della Napoli greco-romana (fig. 2).

Per la realizzazione di un'ipotesi di ricostruzione digitale del teatro sono state studiate le mappe più recenti e sono state assunte come fonte di riferimento principale le scansioni temporali e le planimetrie riportate nel saggio *Il Teatro di Neapolis. Scavo e recupero*

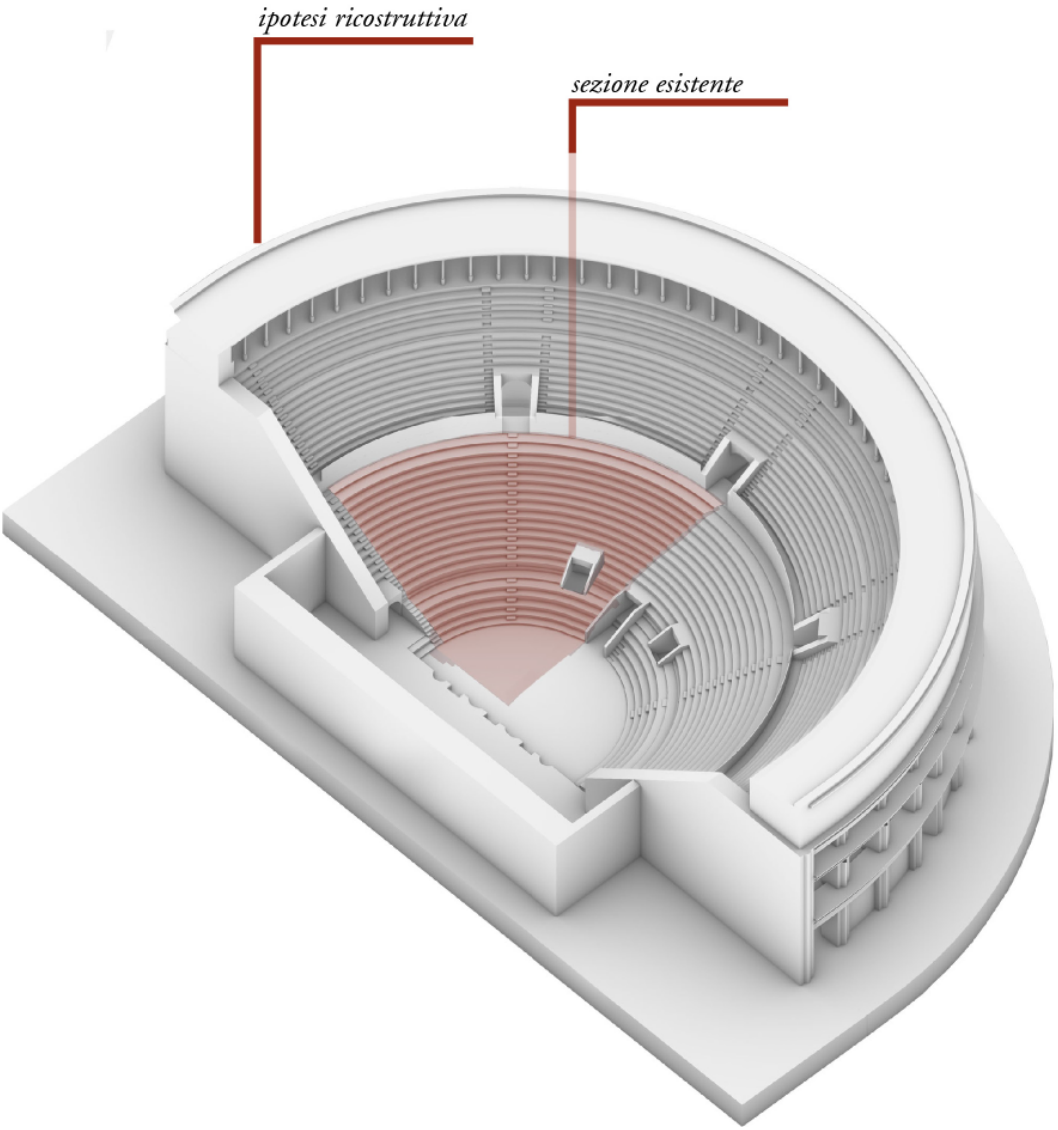


Fig. 3 - Ipotesi ricostruttiva in assonometria (elaborazione grafica di G. Barile).

urbano (Baldassarre et al., 2010), nel quale in prima istanza si affronta il problema topografico facendo riferimento a tre diverse teorie. Secondo E. Gabrici l'area è organizzata in due settori, un settore superiore in cui si identifica la collocazione del teatro nel punto dell'agora della città greca, e uno inferiore. Una seconda teoria, quella di M. Napoli, colloca il teatro scoperto e il teatro coperto nella parte nord-occidentale della parte abitata fornendo una pianta aggiornata di quella realizzata da G. Rega. Quest'ultimo studio viene approfondito con la terza tesi attribuita a W. Johannowsky, il quale grazie alle sue profonde competenze riesce a individuare una distinzione in due fasi costruttive, una in età augustea e una in età flavia modificate nel tardo II secolo.

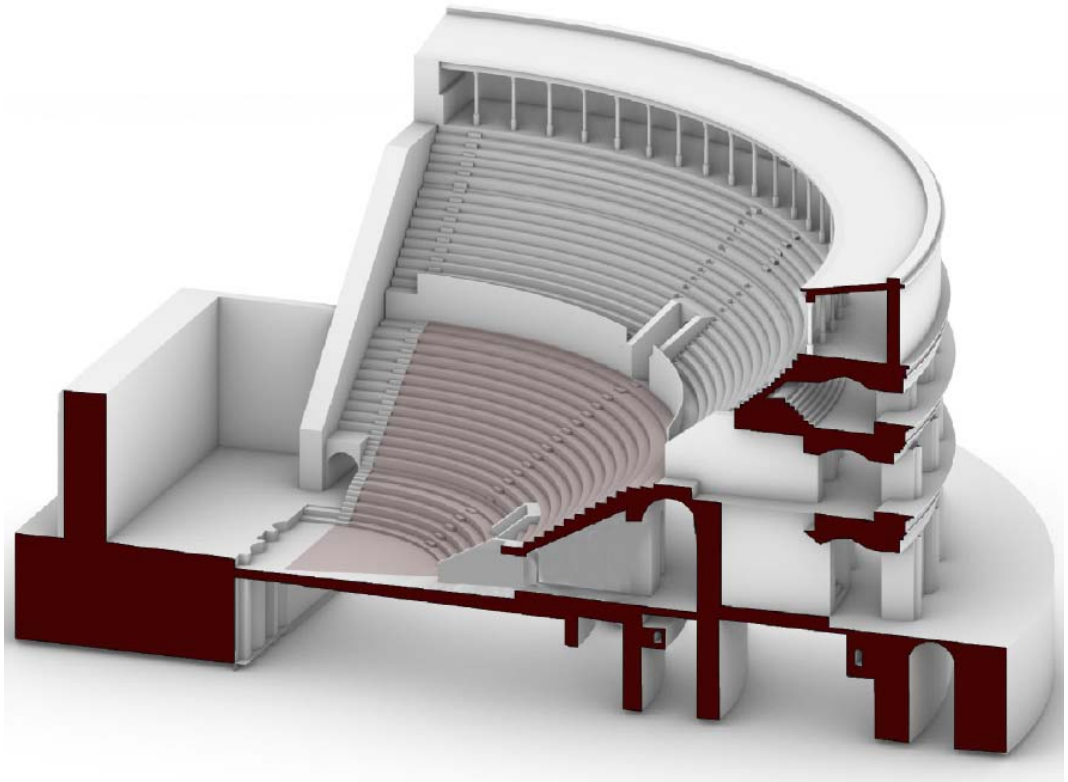


Fig. 4 - Spaccato assonometrica (elaborazione grafica di G. Barile).

Le tre teorie sono state oggetto di realizzazione di un quadro completo realizzato da E. Greco.
Sulla base delle fonti valutate e delle suddette teorie è stata realizzata un'ipotesi ricostruttiva che concerne il teatro nelle vesti originarie; la modellazione è stata effettuata in un'ambiente digitale tridimensionale in cui è stata realizzata una struttura semicircolare con tre ingressi, due laterali e uno a nord, per circa 5000 spettatori e suddivisa in tre zone: la parte superiore della cavea, la media e la parte inferiore più vicina al palcoscenico, nella totalità 23 settori radiali costituiti da gradinate per il pubblico (figg. 3, 4).
Attraverso le planimetrie più recenti, realizzate successivamente alle fasi di scavo, è stato possibile effettuare un'integrazione dell'ipotesi ricostruttiva con la struttura attuale, identificando il settore ancora esistente, quindi visibile, e ipotizzando la costruzione degli edifici odierni che hanno inglobato il teatro. Di seguito, la ricostruzione realizzata è stata contestualizzata all'interno del tessuto urbano in modo da avere una visione complessiva dell'area in cui insistono, ancora oggi, i resti del teatro. Per una maggiore chiarezza, quest'ultimi si identificano in rosso nella vista del modello (figg. 5, 6).
L'ultimo step della ricerca ha riguardato la realizzazione del modello fisico. La

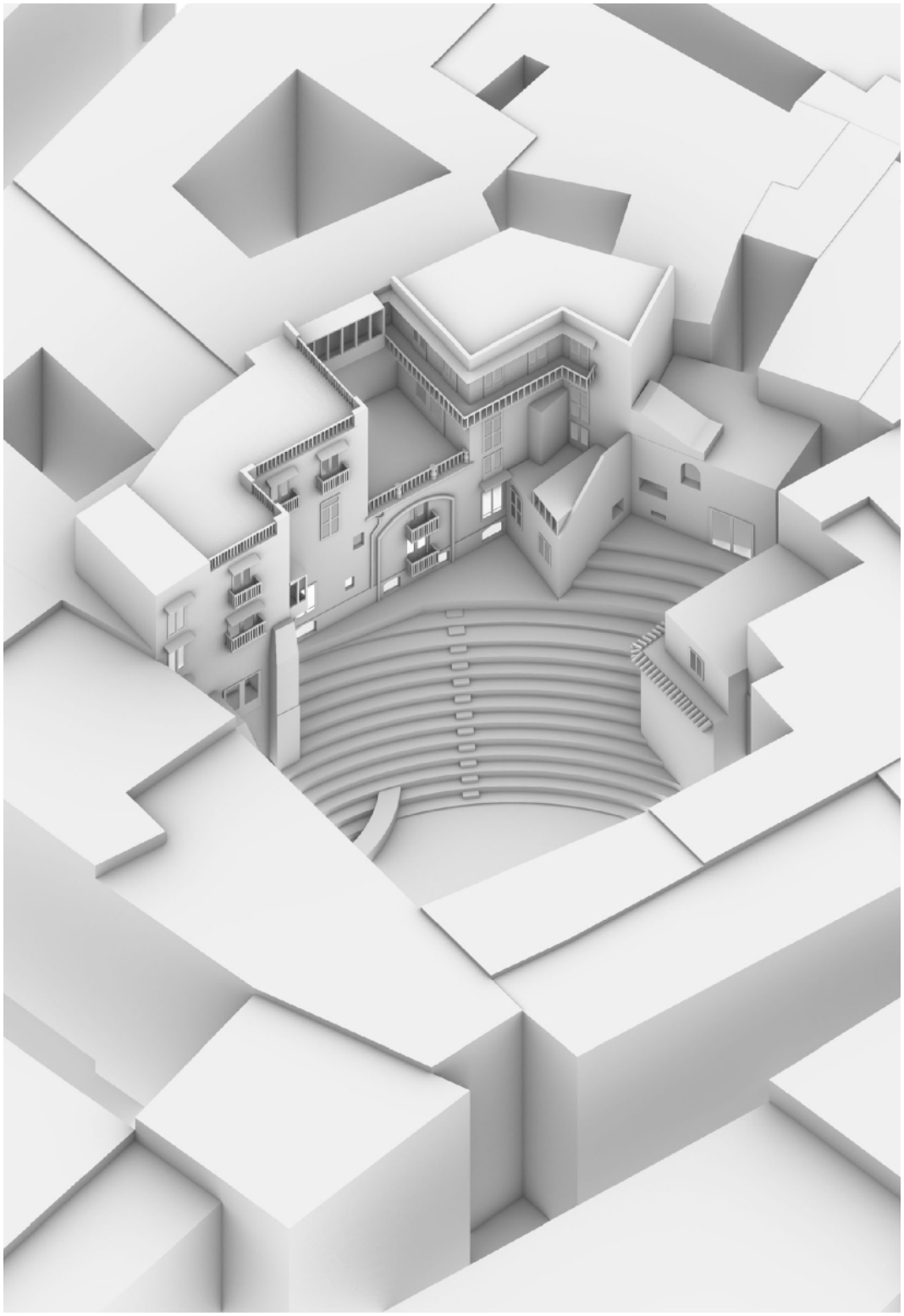


Fig. 5 - Contestualizzazione del teatro (elaborazione grafica di G. Barile).

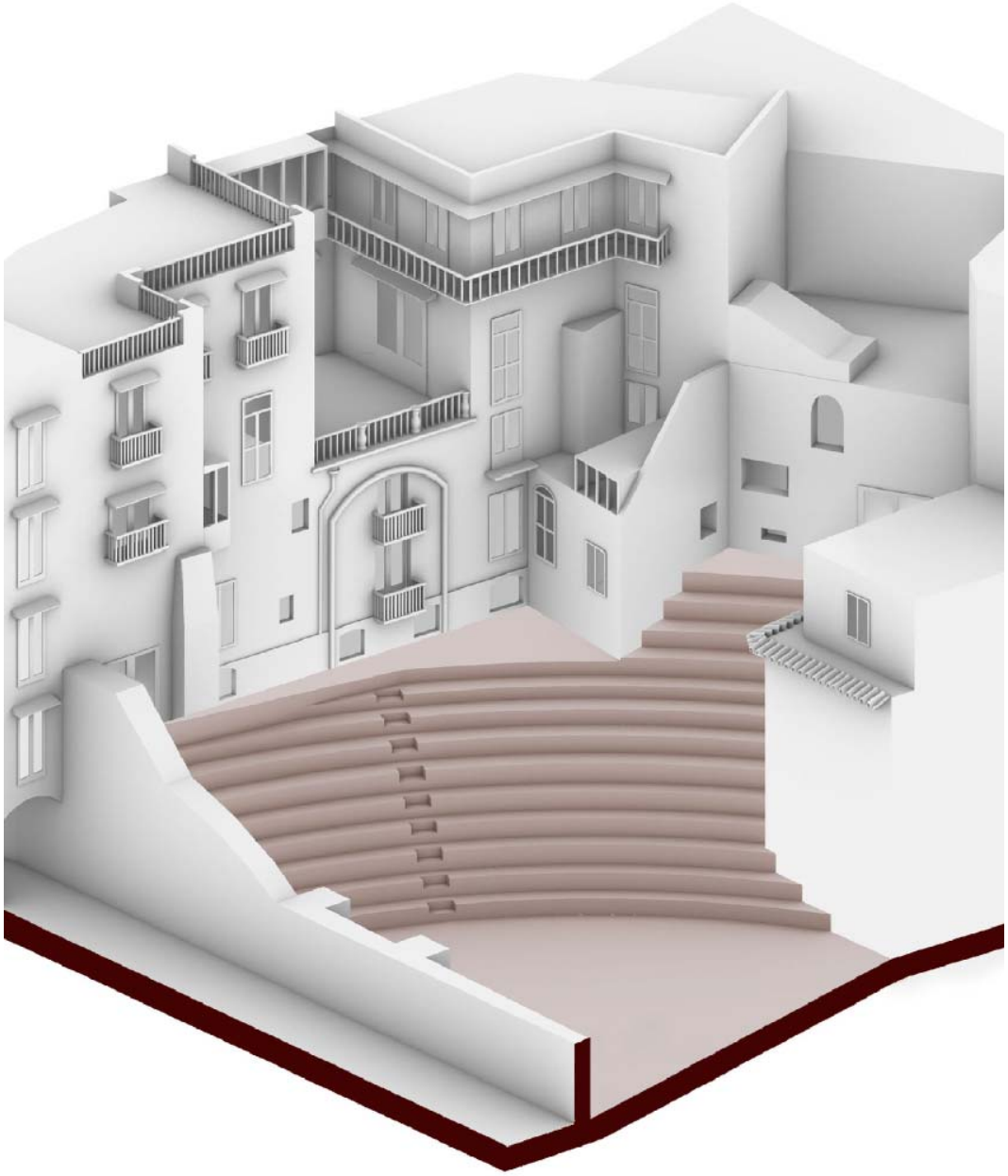


Fig. 6 - Assonometria dello stato attuale del sito (elaborazione grafica di G. Barile).

fabbricazione del modello tramite tecnica additiva è avvenuta per dare l'opportunità di esplorare l'ipotesi ricostruttiva del teatro; a partire dalla piccola porzione ancora esistente è possibile visionare la continuità originaria degli spalti del teatro e in particolare le modalità attraverso cui gli edifici costruiti successivamente sono stati incastrati all'interno di questo importante sito storico.

Conclusioni

La seguente ricerca ha come obiettivo quello di offrire un piccolo contributo nella riappropriazione di un patrimonio culturale e archeologico che risulta sempre più complesso da raggiungere e da fruire. Lo scopo non è quello di fornire una mera ricostruzione, ampiamente studiata, approfondita e in continuo progresso date le circostanze e le condizioni del sito archeologico, bensì provare a rendere accessibile un monumento che costituisce la storia della città di Napoli attraverso un processo digitale. La realizzazione di uno strumento per la fruizione digitale, ma in particolare la costruzione di una maquette dettagliata vuole essere un metodo di valutazione delle caratteristiche funzionali, estetiche di un monumento in parte perduto e, inoltre, un mezzo per stimolare le percezioni dell'utente attraverso il contatto con l'antico, il moderno e la loro comparazione. È importante evidenziare che tra i possibili sviluppi futuri della ricerca ci sia da un lato l'approfondimento dello studio materico dell'oggetto in analisi, dal punto di vista cronologico e qualitativo, e dall'altro la creazione di un applicativo di realtà aumentata con lo scopo di garantire inclusività e maggiore fruizione da parte degli utenti attraverso l'utilizzo di dispositivi mobili.

Riferimenti bibliografici

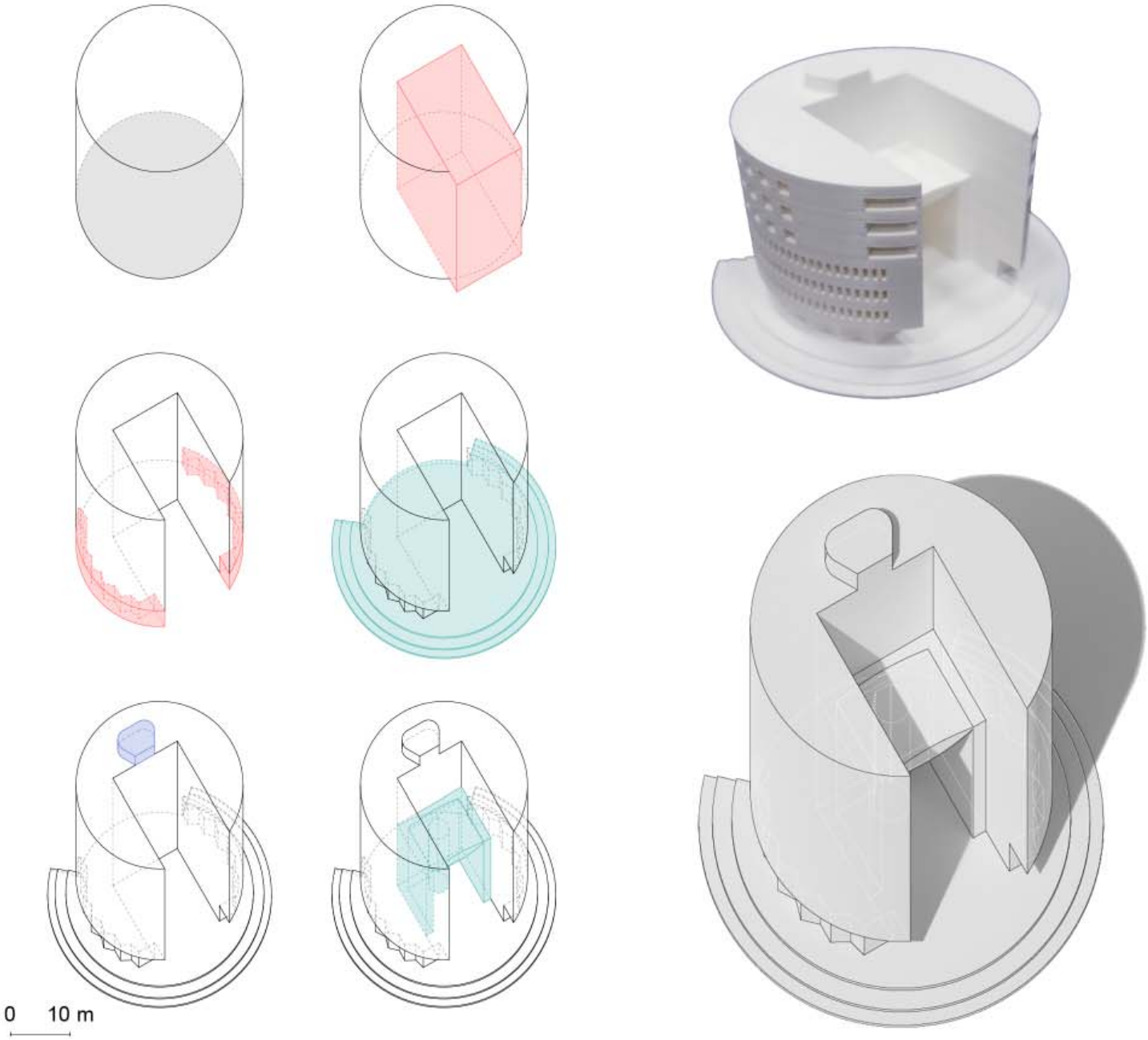
Commissione europea, Direzione generale delle Reti di comunicazione, dei contenuti e delle tecnologie, Agenzia esecutiva europea per la ricerca, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea (2021). *CORDIS results pack on digital cultural heritage*. Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea. DOI: 10.2830/939827

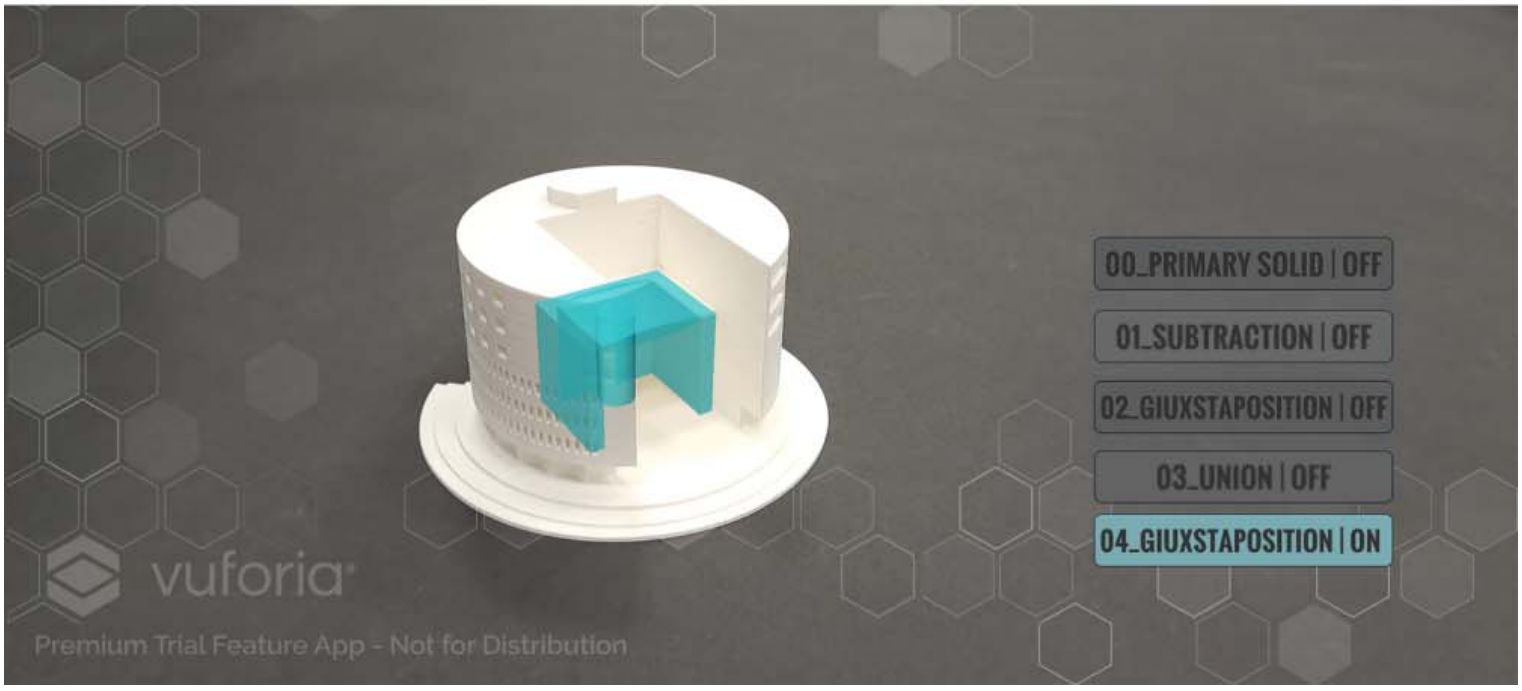
Humar, M. (2021). Napoli non smette di stupire. Un vascio nasconde l'ingresso al teatro romano di Neapolis, *Vespertilla*,*1*, 100-125.

Amodio, M. (2012). *Napoli tardo-antica. Aspetti e percezione dello spazio urbano*. [Tesi di dottorato, Università degli Studi di Napoli Federico II] <http://www.fedoa.unina.it/9284/1/AMODIO_MARIA_25> (ultimo accesso 14 gennaio 2024).

Baldassarre, I., Giampaola, D., Longobardo, F., Cavallaro, B., Ciarrocchi, B., Ferulano, G., Einaudi, R., Calcagno, I., & Zeli, F. (2010). *Il teatro romano di Neapolis. Scavo e recupero urbano*. L'Orientale Università degli Studi di Napoli.

Capasso, B. (1905). *Napoli greco-romana: esposta nella topografia e nella vita opera postuma di Bartolommeo Capasso edita a cura della Società napoletana di storia patria*. Stabilimento tipografico Luigi Pierro & Figlio.


0 10 m


00_PRIMARY SOLID | OFF
01_SUBTRACTION | OFF
02_GIUXSTAPOSITION | OFF
03_UNION | OFF
04_GIUXSTAPOSITION | ON
vuforia
Premium Trial Feature App - Not for Distribution

Modellazione, digital fabrication e AR: un workflow per rendere fruibili le architetture di Mario Botta e le loro matrici geometriche generative

Francesca Ronco[1], Giulia Bertola[1], Enrico Pupi[1]

[1]Dipartimento di Architettura e Design - DAD, Politecnico di Torino, ITALY

francesca.ronco@polito.it; giulia.bertola@polito.it; enrico.pupi@polito.it

Parole chiave: Mario Botta; 3D modelling; Digital fabrication & AR; Geometrical operations.

Abstract

Il lavoro qui presentato si inserisce all'interno di uno studio più ampio riguardante la produzione architettonica di Mario Botta (93 opere dal 1959 al 2017) e incentrato sull'individuazione delle matrici geometriche generative delle sue architetture. Analizzando l'intera produzione architettonica di Botta si possono individuare operazioni geometriche ricorrenti che la rendono particolarmente interessante a livello didattico e di ricerca per il settore disciplinare della rappresentazione. Per rendere maggiormente accessibili questi contenuti si è proceduto con la definizione di un workflow basato sul ridisegno, la modellazione tridimensionale, la realizzazione di modelli fisici stampati 3D, successivamente 'aumentati' sovrapponendo reale-virtuale con tecnologie AR.

La modellazione digitale è stato il mezzo con cui il processo generativo delle forme architettoniche è stato esplicitato. Sviluppata in *Rhinoceros* e basata sui disegni disponibili sul sito dell'architetto, ha reso visibili le operazioni geometriche generatrici e trasformative del volume iniziale. A ciascuna di esse è stato dato un colore identificativo: unioni booleane, sottrazioni booleane, giustapposizioni, taglio/sezione e trasformazione della sezione lungo una traiettoria, detta *loft*. Sono stati modellati dodici casi studio che hanno consentito di determinare correlazioni tra le operazioni geometriche e caratteri compositivi e funzionali. Nello specifico viene qui presentato il lavoro svolto sul Centro Cinque Continenti di Lugano (1986-1992) in cui le operazioni geometriche sono volte a stabilire un rapporto dialettico tra l'edificio e il contesto esterno. Il modello rappresentativo della configurazione finale, risultato delle operazioni di trasformazione, è poi stato stampato 3D con tecnica FDM in PLA. Infine, applicata alla *maquette*, è stata realizzata un'esperienza AR con *Unity* combinato con *Vuforia Engine*. L'intento dell'applicazione è quello di sovrapporre le informazioni sulle operazioni geometriche al modello fisico, adottando l'ancoraggio model target. L'esperienza risulta inoltre interattiva, grazie alla presenza di bottoni che consentono di attivare i modelli virtuali delle diverse fasi dell'iter generativo.

Dal punto di vista dell'accessibilità, sebbene l'AR sia tipicamente vista come un'esperienza principalmente visiva, è possibile integrare informazioni audio per accompagnare l'esperienza aptica sul modello.

L'obiettivo finale dell'articolo è quello di presentare un workflow che si inserisce nel continuum reale-virtuale (modellazione virtuale, fabbricazione digitale e realtà aumentata) che consente di esplicitare i processi geometrico-compositivi sottesi alle opere architettoniche di Mario Botta. In questo modo si rende possibile visualizzare e gestire un'architettura nelle tre dimensioni, esplorando le sue principali caratteristiche morfologiche e favorendo la comprensione funzionale, oltre che geometrica.

Fig. 1 - Modello Cinque Continenti tra virtuale e reale (elaborazione grafica degli autori).

The work presented here is part of a larger study concerning Mario Botta's architectural production (93 works from 1959 to 2017) and focused on identifying the generative geometric matrices of his architectures.
To make the architectures and geometric transformations more accessible, a workflow was defined based on redrawing, three-dimensional modeling, making 3D printed physical models, later 'augmented' by superimposing real-virtual with AR technologies. Analyzing Botta's entire architectural output reveals recurring geometric operations that make it particularly interesting educationally for the subject area of representation. Digital modeling was the means by which the generative process of architectural forms was made explicit. Developed in Rhinoceros and based on drawings available on the architect's website, it made visible the generative and transformative geometric operations of the initial volume: boolean unions, boolean subtractions, boolean juxtapositions, cut/section, and section transformation along a trajectory, called loft. Twelve case studies were modeled to determine correlations between geometric operations and compositional and functional characters. Specifically presented here is the work done on the Five Continents Center in Lugano (1986-1992) in which geometric operations are aimed at establishing a dialectical relationship between the building and its external context.
The representative model of the final configuration, the result of the transformation operations, was then 3D printed using FDM technique in PLA. Finally, applied to the maquette, an AR experience was realized with Unity combined with Vuforia Engine. The application intends to overlay information about geometric operations on the physical model, adopting the model target anchor. The experience is also interactive, thanks to the presence of buttons that enable virtual models of the different stages of the generative process.
From an accessibility perspective, although AR is typically viewed as a primarily visual experience, audio information can be integrated to accompany the haptic experience on the model.
The goal of the article is to present a workflow that fits into the real-virtual continuum (virtual modeling, digital fabrication, and augmented reality) that allows for the explication of the geometric-compositional processes underlying Mario Botta's architectural works. This makes it possible to visualize and manage an architecture in three dimensions, exploring its main morphological features and fostering functional as well as geometric understanding.

Introduzione

Il presente lavoro si inserisce all'interno di uno studio più ampio riguardante la produzione architettonica di Mario Botta (93 opere dal 1959 al 2017) focalizzato sull'individuazione delle matrici geometriche generative delle sue architetture.
L'analisi ha individuato operazioni geometriche che elaborano figure regolari, volumi elementari, seguendo regole di proporzione e simmetria (Baraldi & Fiorucci, 1993; Sala & Cappellato, 2003).
Il workflow prevede il ridisegno a partire da elaborati grafici dello studio di Botta, la realizzazione di modelli virtuali in cui vengono esplicitate le operazioni geometriche generative, la stampa 3D della configurazione finale e la realizzazione di un'app AR per la visualizzazione delle operazioni geometriche sovrapposte a quest'ultima.
Nell'ultimo decennio, infatti, la stampa 3D di modelli architettonici, la fabbricazione robotica, l'uso dell'intelligenza artificiale (AI) e dell'AR sono sempre più diffusi in campo architettonico sia all'interno del flusso di lavoro di progettazione che nel processo di realizzazione dei progetti (Claypool, 2020).
Russo (2021) fornisce un interessante studio sull'utilizzo dell'AR nel settore, dividendo la letteratura in tre categorie: l'AR per l'approfondimento e il miglioramento nel campo della costruzione, l'AR per il processo di progettazione e costruzione architettonica e l'AR per la formazione e l'educazione architettonica.

Questo lavoro si inserisce in quest'ultimo gruppo: AR applicata a modelli reali fabbricati digitalmente per scopi educativo-didattici e illustrativo-espositivi. L'AR per la promozione e la comprensione dell'architettura dà la possibilità di visualizzare e gestire in modo efficiente un'architettura 3D, esplorando le principali caratteristiche morfologiche e favorendo l'apprendimento geometrico e funzionale (Russo et al. 2019). La letteratura scientifica sull'AR combinata con la fabbricazione digitale è principalmente legata a istruzioni olografiche 3D a supporto dell'esecuzione in cantiere (Song et al., 2021).
Parallelamente, vi sono diversi studi che hanno sottolineato le potenzialità e i benefici dell'AR (Akcayır & Akcayır, 2017; Nur Fitria, 2023; Kerr & Lawson, 2019) in campo educativo ed espositivo (Bertola et al., 2022), in quanto porta a nuove pratiche di narrazione digitale e a spazi di apprendimento reattivi e personalizzati.

Mario Botta: matrici geometriche generative e il legame con il contesto urbano

Nelle opere di Mario Botta, la geometria rappresenta un'importante fonte di ispirazione e controllo formale durante l'intero processo creativo (Studio Mario Botta, 2010). Essa diviene matrice di forme e mezzo per rappresentare e descrivere la relazione dell'edificio con il contesto (Sala & Cappellato, 2003). Come sostiene egli stesso, non si parla di "costruire sul sito" bensì di "costruire il sito" (Sakellaridou, 2000, p.10).
In particolare, il suo criterio metodologico consiste nella trasformazione geometrica di figure piane attraverso operazioni booleane di sottrazione di parti, accostamenti ed unioni con altre figure geometriche.
La pianta e il volume rappresentano per lui un punto di partenza, la cui definizione costituisce un momento centrale all'interno del processo di composizione conducendo a forme influenzate da precise regole di simmetria, dall'assialità, dalla luce e dal rapporto con il contesto e la funzione. La pianta definisce il volume, a tal punto che gli altri elementi del progetto – la sezione, l'alzato – si impongono come conseguenze necessarie (Trevisol, 1998, p. 98) facendo assumere all'edificio un carattere di tipo scultoreo, dove "l'ignoto viene esplorato intaccando la stabilità del volume primario con una serie di trasformazioni che alterano l'ordine prestabilito" (Sakellaridou, 2000, p. 30).
Il risultato finale, seppur caratterizzato da una logica maturazione è sovente intrinsecamente legato con le intenzioni iniziali che rimangono leggibili durante l'intero iter progettuale. Le architetture di Botta possiedono una propria identità e autonomia.
Nello specifico viene qui presentato il lavoro sul Centro Cinque Continenti di Lugano (1986-1992) in cui le operazioni geometriche generatrici del volume sono volte a stabilire un rapporto dialettico tra l'edificio e il contesto esterno (Studio Mario Botta, 2010).
Il Centro Cinque Continenti (1986-1992) si affaccia sulla via Generale Guisan di Lugano, una via che distaccandosi dal lungolago risale in diagonale la collina, inserendosi nella parte più compatta di quest'area cresciuta nel seno della grande ansa del tracciato ferroviario (fig. 2).

Il manufatto rivestito in mattoni, si affaccia sulla riva aprendo un dialogo con l'elemento naturale dell'acqua. Questo aspetto si avverte anche man mano che ci si avvicina all'edificio percependone la compattezza e la solidità delle pareti curve.
Mario Botta arretra l'edificio in modo da liberarne lo spazio antistante e ne aumenta le dimensioni per marcare l'improvvisa interruzione al centro: un'operazione di sottrazione booleana che ha consentito, grazie all'intersezione di un parallelepipedo con il cilindro di base, di generare l'ampia piazza interna. Questo spazio più intimo e raccolto consente a quello urbano antistante di penetrare all'interno dell'edificio dialogando con esso.
Le alte murature opache che circoscrivono la geometria regolare invitano a scoprire la corte interna illuminata dall'ampia copertura in ferro e vetro e circondata da un reticolo di quinte in vetrocemento contenenti la scala di accesso ai ballatoi (Carolei, 2011).
I percorsi distributivi emergono dalle pareti in muratura in quanto inserite all'interno di un involucro di metallo e vetro. Ai lati i piani murari vengono in avanti e intersecando il volume cilindrico generano due spigoli netti che vengono staccati dal suolo da un colonnato, basamento dell'intero edificio (Pizzi, 1993). La tessitura minuta del mattone e il riflesso verde delle carpenterie metalliche, la trasparenza delle superfici in vetrocemento evidenziano il senso di profonda novità della costruzione.

Ridisegno e modellazione tridimensionale

Il processo di modellazione digitale tridimensionale è stato preceduto da alcune operazioni preliminari, altresì propedeutiche alla sua corretta esecuzione in relazione agli obiettivi prestabiliti.
In primis è stato necessario reperire i disegni delle opere selezionate, direttamente consultabili all'interno del sito internet dello studio Mario Botta Architetti (https://www.botta.ch): per ognuno dei 12 casi studio individuati sono stati acquisite le rappresentazioni in pianta e in alzato, oltre alle fotografie utili alla comprensione degli aspetti formali. Prima di processare i disegni attraverso un'operazione di ridisegno vettoriale è stato necessario effettuare delle valutazioni in merito al grado di dettaglio che la modellazione avrebbe dovuto soddisfare, in modo tale poi da ottenere modelli congrui alle prefissate finalità di analisi geometrico-formale.
Il ridisegno e modellazione 3D sono stati effettuati all'interno del software *McNeel Rhinoceros*, escludendo le parti non funzionali alle operazioni di modellazione, come ad esempio le partizioni interne e gli elementi di arredo, ponendo invece particolare attenzione nei confronti degli elementi interessati dal processo di studio di trasformazione geometrica.
Per ognuna delle opere prese in esame, sono state identificate le operazioni di trasformazione e la loro progressione cronologica; quindi, a ciascuna è stato assegnato un colore identificativo. Nel caso dell'edificio Cinque Continenti si possono identificare: sottrazioni booleane (in rosso), unioni booleane (in blu), giustapposizioni (in ciano)

Fig. 2 - Lugano: ortofoto dell'area dell'edificio Cinque Continenti (Google Maps).

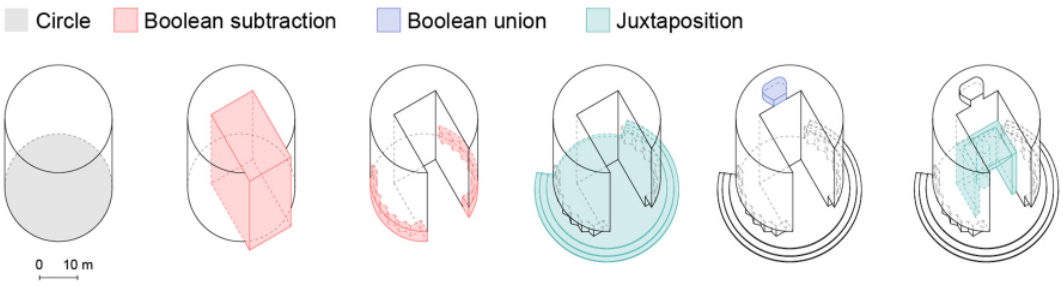


Fig. 3 - Modelli 3D delle fasi del processo di generazione geometrica dell'edificio Cinque Continenti (elaborazione grafica di E. Pupi).

(fig. 3). In altri casi sono state individuate, in aggiunta, operazioni di taglio/sezione e trasformazione della sezione lungo una traiettoria, detta *loft*.
La fase di modellazione tridimensionale, realizzata all'interno dell'ambiente di lavoro del software *McNeel Rhinoceros*, ha seguito la logica del processo di trasformazione geometrica esplicitato. Secondo questo approccio quindi, il browser dei livelli è stato organizzato in gruppi volti a identificare gli stati di avanzamento delle operazioni trasformative individuate, e per ogni stato di avanzamento sono state ottenute non solo le geometrie risultanti dalle operazioni, ma sono state preservate anche le geometrie utilizzate per effettuare le azioni generatrici e trasformative.
I modelli tridimensionali sono stati elaborati attraverso l'utilizzo della geometria NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines), che ben si presta al tipo di operazioni di modellazione necessarie.

In questo modo, è stato possibile determinare le correlazioni tra le operazioni geometriche e i caratteri compositivi e funzionali delle opere, ottenendo dei modelli tridimensionali incrementali volti a rappresentare il processo di trasformazione delle architetture individuate.

Il processo di stampa 3D e l'applicazione della realtà aumentata

Il modello dell'edificio Cinque Continenti, rappresentativo della configurazione finale risultato delle operazioni di trasformazione, è stato stampato 3D con tecnica FDM alla scala 1:300. La scelta di quest'ultima è legata alla necessità di avere un oggetto manovrabile, facilmente trasportabile e percepibile apticamente. Il caso studio si colloca all'interno di una ricerca più ampia sulla produzione architettonica di Mario Botta che prevede la costruzione di un vero e proprio abaco stampato delle sue architetture.
Per la realizzazione del modello è stata utilizzata l'attrezzatura del MODLab Arch del Dipartimento di Architettura e Design del Politecnico di Torino. Nello specifico si è fatto ricorso alla Ultimaker S5 che, essendo dotata di due estrusori, ha consentito di stampare con due materiali diversi il modello (PLA bianco) e i supporti (PVA). Si è scelto di utilizzare quest'ultimo materiale idrosolubile in modo da rimuovere più facilmente i supporti di piccole dimensioni, in quanto la rimozione meccanica avrebbe potuto danneggiare il modello. Inoltre, l'uso di materiali diversi (fig. 4) ha consentito di esplicitare visivamente le operazioni di sottrazione geometrica evidenziate nel lavoro di ricerca.
La stampa è stata eseguita con i seguenti principali valori: *quality* 0.2 mm e *infill density* pari al 10%. Il tempo di stampa è stato di 9 ore e 36 minuti, utilizzando 131,6 g di materiale.
Il modello ottenuto diventa l'attivatore dell'applicazione in AR che consente di sovrapporre i contenuti virtuali relativi alle operazioni geometriche che hanno portato alla configurazione finale.
Questa app AR prototipale può essere utilizzata sia per scopi di ricerca che per scopi didattici e permette di mostrare le geometrie generative sottese ai progetti architettonici che forniscono le basi per le operazioni di ridisegno e modellazione tridimensionale.
Dal punto di vista procedurale si è scelto di realizzare l'esperienza AR con *Unity* combinato con *Vuforia Engine* che supporta diversi tipi di target 2D e 3D, tra cui target di immagini, configurazioni *multitarget* 3D e una forma di marcatore fiduciale indirizzabile nota come *VuMark*.
L'intento dell'applicazione sviluppata è quello di sovrapporre le informazioni sulle operazioni geometriche generative al modello fisico, adottando l'ancoraggio *markerless*. Questo approccio è basato sull'orientamento della camera e il riconoscimento automatico di *features* geometriche nell'ambiente reale. Nel caso specifico queste *features* sono rappresentate dal modello 3D stampato che in tal modo acquisisce il duplice ruolo di mezzo di rappresentazione e di tramite del processo di interazione.

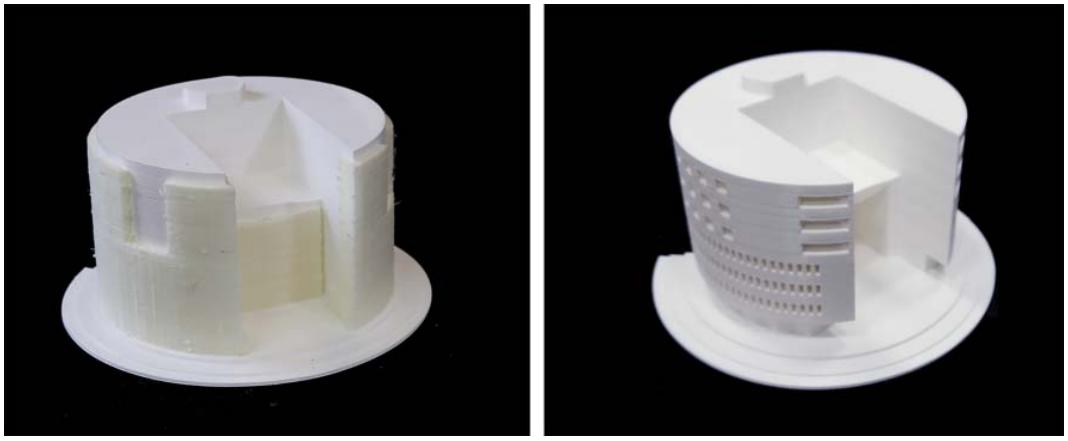


Fig. 4 - Modello stampato 3D con tecnica FDM con (sulla sinistra) e senza supporto (sulla destra) (elaborazione grafica di F. Ronco).

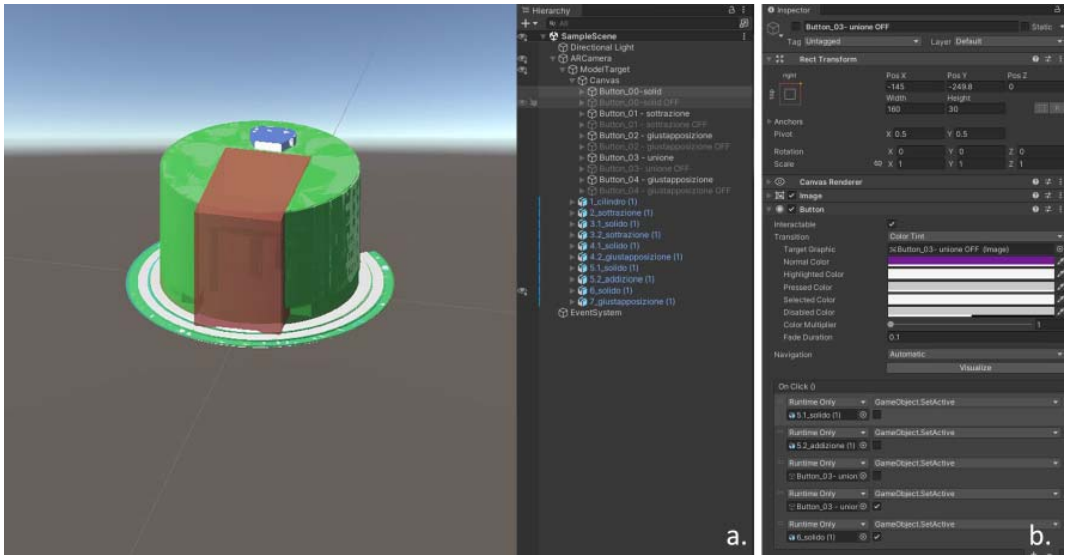


Fig. 5 - Schermata *Unity*: a) *hierarchy* del progetto; b) struttura di un *UI button* (elaborazione grafica di F. Ronco).

L'applicazione è stata realizzata utilizzando la camera AR e il *Model Target Generator* di *Vuforia*, dove è possibile eseguire l'upload del modello digitale in formato .obj nella medesima scala del modello stampato, per consentire al motore di *VuforiaTM* un migliore tracciamento dell'oggetto reale. Il *Model Target Generator* richiede inoltre di confermare l'orientamento del file, poiché il sistema di assi cartesiani utilizzato in *Rhinoceros* è diverso da quello utilizzato in *VuforiaTM* e *Unity*. Successivamente devono essere indicate le dimensioni del modello espresse in metri. Infine viene creata una *Guide View*, un file immagine che ricalca in maniera stilizzata il modello 3D dallo stesso punto di vista da cui si vuole che venga inquadrato al momento dell'utilizzo dell'app.

Al termine della procedura, il *Model Target* viene esportato in un file *.unitypackage* da importare nel progetto su *Unity*.

Conclusioni

Il lavoro qui presentato vuole rivelare e rendere comprensibili i processi geometrico-compositivi che derivano, nella maggior parte dei casi, dalla ricerca di Mario Botta di equilibri di luce o da articolazioni strutturali piuttosto che da regole, sistemi e geometrie precostituite (Sala & Cappellato 2003).
La possibilità di visualizzare e gestire un'architettura nelle tre dimensioni, esplorando le sue principali caratteristiche morfologiche, favorisce l'apprendimento geometrico e funzionale. Il disegno è il primo tramite espressivo attraverso il quale esplicitare queste operazioni, seguito dalla modellazione virtuale, dalla fabbricazione digitale e dalla realtà aumentata. Tutti questi step si collocano all'interno del noto continuum reale-virtuale che arricchisce e rende visibile e tangibile il corpus teorico relativo all'importante produzione architettonica di Botta. Il continuo passaggio tra reale e virtuale risulta interessante anche dal punto di vista dell'accessibilità dei contenuti. In particolare, l'AR, sebbene sia riconosciuta principalmente come esperienza visiva, consente anche di integrare informazioni audio per accompagnare l'esperienza aptica sul modello (Munnerley et al. 2012). Un eventuale sviluppo del lavoro potrebbe essere quello di stampare i modelli relativi alle diverse fasi del processo, in modo che anche le singole operazioni siano rappresentate nel mondo reale e utilizzare l'AR per aggiungere contenuti principalmente uditivi.
Il workflow proposto, inoltre, è replicabile e scalabile e può essere esteso ad architetture non più esistenti o a progetti mai realizzati, acquisendo ancor più significato nella comprensione del progetto preso in esame.
di rivoluzionare profondamente la fruizione e la condivisione del Patrimonio. Tuttavia, rimane fondamentale considerare attentamente le sfide e gli impatti che questa trasformazione porta con sé, al fine di garantire un equilibrio tra l'innovazione tecnologica e il rispetto delle tradizioni culturali. Inoltre, le nuove forme di espressione e di condivisione offerte dalla digitalizzazione aprono nuove prospettive per la valorizzazione e la diffusione del patrimonio, contribuendo così a preservare e promuovere la ricchezza culturale non solo di Bali, ma anche oltre i suoi confini.

Riconoscimenti

La ricerca è il risultato della collaborazione tra gli autori: l'introduzione e le conclusioni sono stati scritti collegialmente; il paragrafo 'Mario Botta: matrici geometriche generative e il legame con il contesto urbano' è scritto da Giulia Bertola, il paragrafo 'Ridisegno e modellazione tridimensionale' da Enrico Pupi, il paragrafo 'Il processo di stampa 3D e l'applicazione della realtà aumentata' da Francesca Ronco.

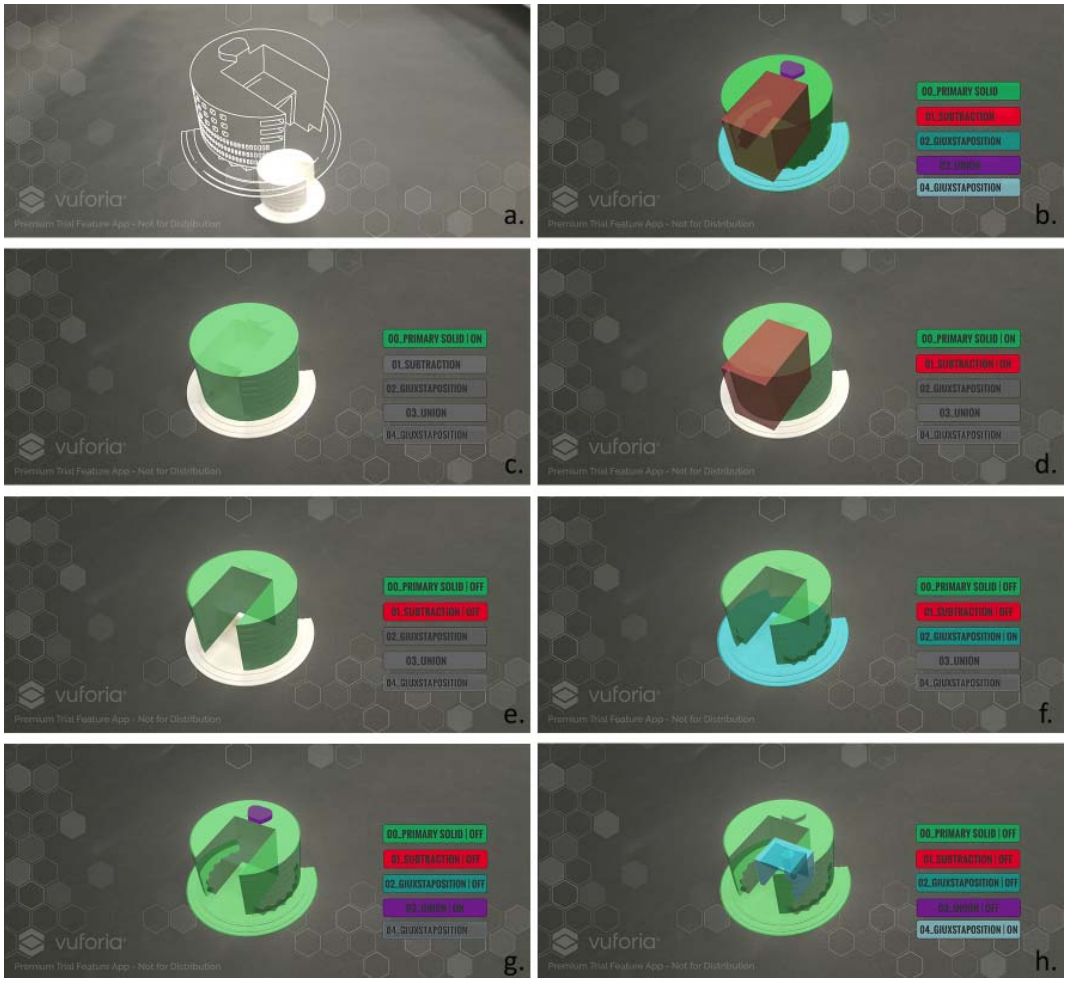


Fig. 6 - Screenshot di alcune fasi dell'esperienza AR sul modello fisico: a) *GuideView* per inquadramento modello; b) Solidi rappresentativi delle operazioni di trasformazione geometrica; c) Solido primario (cilindro); d) Solido primario e parallelepipedo di sottrazione; e) Risultato dell'operazione di sottrazione sul solido primario; f) Operazione di giustapposizione del basamento; g) Operazione di unione dell'elemento in copertura; h) Visualizzazione dell'operazione di giustapposizione della struttura di copertura interna (elaborazione grafica di F. Ronco).

Riferimenti bibliografici

Akcayir, M., & Akcayir, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review, 20*, 1–11. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002

Baraldi, R., & Fiorucci, M. (1993). *Mario Botta: architettura e tecnica*. CLEAN.

Bertola, G., Capalbo, A., Bruno, E., & Bonino, M. (2022). Architectural Maquette. From Digital Akcayir, M., & Akcayir, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review, 20*, 1-11. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002

Baraldi, R., & Fiorucci, M. (1993). *Mario Botta: architettura e tecnica*. CLEAN.

Bertola, G., Capalbo, A., Bruno, E., & Bonino, M. (2022). Architectural Maquette. From Digital Fabrication to AR Experiences. In A. Giordano, M. Russo, & R. Spallone (Eds.), *REPRESENTATION CHALLENGES New Frontiers of AR and AI Research for Cultural Heritage and Innovative Design* (pp. 425–432). FrancoAngeli.

Carolei, C. (2024, 11 gennaio). *Mario Botta: progetti per Lugano*. https://www.milanoplatinum.com/mario-botta-progetti-per-lugano.html

Claypool, M. (2020). *The Digital in Architecture: Then, Now and in the Future*. SPACE10.

Kerr, J., & Lawson, G. (2019). Augmented Reality in Design Education: Landscape Architecture Studies as AR Experience. *International Journal of Art and Design Education, 39*(1), 1-16. https://doi.org/10.1111/jade.12227

Munnerley, D., Bacon, M., Wilson, A. G., Steele, J., Hedberg, J., & Fitzgerald, R. N. (2012). *Confronting an Augmented Reality. Research in Early Technology, 20*, 39–48. https://doi.org/10.3402/rlt.v20i0.19189

Nur Fitria, T. (2023). Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) *Technology in Education: Media of Teaching and Learning: A Review. International Journal of Computer and Information System (IJCIS), 4*(1), 14–25.

Piga, B. E. A., Morello, E., & Signorelli, V. (2014). The Combined Use of Urban Models to Support a Collaborative Approach to Design Towards the Sustainable University Campus: Participation, Design, Transformation. In S. Uddin & C. Welty (Eds.), *Design & Graphic Palimpsest: Dialogue, Discourse, Discussion* (pp. 53–58). Design Communication Association.

Pizzi, E. (Ed.). (1993). *Mario Botta. Opere complete 1985-1990*. Federico Motta.

Russo, M. (2021). *AR in the Architecture Domain: State of the Art. Applied Sciences, 11*(15), 6800. https://doi.org/10.3390/app11156800

Russo, M., Menconero, S., & Baglioni, L. (2019). Parametric surfaces for augmented architecture representation. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, *XLII-2/W9*, 672–678. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W9-671-2019

Sala, N., & Cappellato, G. (2003). *Viaggio matematico nell'arte e nell'architettura*. FrancoAngeli.

Sakellaridou, I. (Ed.). (2000). *Mario Botta. Poetica dell'architettura*. Rizzoli.

Song, Y., Koeck, R., & Luo, S. (2021). Review and analysis of augmented reality (AR) literature for digital fabrication in architecture. *Automation in Construction, 128*, 103762. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103762

Studio Mario Botta (Eds.). (2010). *Mario Botta. Architetture 1960-2010*. Silvana Editoriale.

Trevisol, R. (Ed.). (1982). *Mario Botta. La casa rotonda*. L'erba Voglio.

Il modello architettonico, dal digitale al fisico. Il caso di studio del casale della Cervelletta

Alessio Buonacucina[1], Alessia Lamantia[2]

[1]Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura - Sapienza Università di Roma, ITALY

[2]Ricercatrice indipendente

alessio.buonacucina@uniroma1.it; alessia.lamantia90@gmail.com;

Parole chiave: Rappresentazione del patrimonio architettonico; Comunicazione del patrimonio culturale; Tecnologie della produzione; Acquisizione e modellazione dei dati 3D; Modello in scala.

Abstract

Il contributo indaga la fisicità del modello architettonico, costruito sulle intenzioni progettuali e comunicative che rendono necessaria la sua realizzazione, nel rispetto dell'istanza estetica e della operabilità tecnica che concorrono alla sua definizione. Il progresso e l'applicazione di recenti tecnologie di prototipazione conducono a un crescente controllo sulla materia, che consente un'elevata precisione dimensionale, la realizzazione di dettagli funzionali alla scala di rappresentazione e la possibilità di alterazioni superficiali che richiamino caratteri propri del manufatto rappresentato, declinando così nuovi linguaggi per la comunicazione del bene.
Il rilievo e progetto di restauro conservativo del Casale della Cervelletta è il caso studio proposto come esempio per una sintesi tra materiali e tecnologie differenti. Il modello fisico assume in questo caso il duplice scopo di comunicare la conformazione del manufatto architettonico e al contempo avvicinare l'osservatore a un edificio a oggi inaccessibile. Il casale, immerso nella Riserva Naturale della Valle dell'Aniene, è riconosciuto dalla comunità come un patrimonio da preservare e valorizzare, avendo nei secoli precedenti assunto ruolo fondamentale nella storia del luogo. La costruzione del modello fisico si inserisce in questo contesto come occasione di trasmissione del patrimonio culturale non accessibile e di sensibilizzazione per il recupero di questo attraverso un progetto di restauro conservativo, al fianco di altre numerose iniziative avanzate da diverse associazioni pronte a promuovere il recupero dell'edificio. Il modello digitale si configura come la rappresentazione virtuale del complesso architettonico, pertanto concorre anch'esso alla trasmissione dei caratteri dell'edificio e al contempo costituisce una tappa essenziale per la creazione del modello fisico in scala. La sua accuratezza e dettaglio forniscono una base solida per l'adeguamento alle tecnologie di produzione, garantendo la fedeltà al patrimonio architettonico e facilitando il processo di divulgazione delle informazioni progettuali. La costruzione del modello digitale, realizzata su base fotogrammetrica e integrata da fonti archivistiche, per la realizzazione di un modello in scala richiede metodologie specifiche dipendenti dalle tecnologie scelte per la realizzazione. Le operazioni sul modello architettonico tridimensionale per l'adeguamento a una produzione che coinvolga sia lavorazioni additive che sottrattive, diventano occasione per mettere in luce l'influenza che la scelta tecnologica esercita sul modello fisico realizzato.

The investigation explores the concrete dimensions of the architectural model, crafted in accordance with design and communicative objectives that necessitate its development. This process respects both aesthetic considerations and the technical operability that collectively define its essence. Advancements in prototyping

Fig. 1 - Modello scala 1:200 del Casale della Cervelletta, 2022, Legno fresato CNC e PLA stampato 3D. Dimensioni 40x40x26 cm (elaborazione grafica degli autori).

technologies provide heightened mastery over materials, allowing for precise dimensional control, functional detailing at the representation scale, and the potential for surface alterations that evoke distinct characteristics of the represented artifact. This introduces innovative languages for communicating the configuration and the form of the artifact.
The survey and conservative restoration project of the Casale della Cervelletta serve as a case study, exemplifying a synthesis of different materials and technologies. In this instance, the physical model achieves the dual objective of conveying the conformation of the architectural artifact while simultaneously bringing the observer closer to a currently inaccessible building. Situated within the calm surroundings of the Valle dell'Aniene Nature Reserve, the structure is acknowledged as a heritage site, deserving preservation and enhancement for its pivotal historical role in the local narrative throughout the centuries.
The development of the physical model seamlessly aligns with this contextual backdrop, offering a distinctive channel to convey the cultural heritage, presently inaccessible, and to foster awareness for its restoration through a meticulously devised conservative restoration project. This initiative is augmented by the concerted endeavors of various associations, collectively dedicated to the revitalization of this architectural gem.
The digital model is meticulously crafted as the intricate virtual manifestation of the architectural complex. In seamlessly conveying the distinctive characteristics of the structure, it simultaneously serves as a pivotal precursor in the intricate process of realizing the physical scale model. Its accuracy and meticulous detailing provide a solid foundation for adaptation to production technologies, ensuring fidelity to the architectural heritage and facilitating the dissemination of design information. The construction of the digital model, based on photogrammetry and supplemented by archival sources, for the creation of a scale model requires specific methodologies depending on the technologies chosen for production. Operations on the three-dimensional architectural model to adapt it to a production involving both additive and subtractive processes become an opportunity to highlight the influence that technological choices exert on the resulting physical model.

Il ruolo del modello fisico nell'architettura

Il modello fisico costituisce un elemento di forte rilevanza nel settore dell'architettura per le sue molteplici capacità comunicative, assumendo un ruolo cardine nella concezione e nella presentazione del progetto architettonico, nonché nello studio approfondito della forma e delle proporzioni. Essenziale per supportare processi decisionali collaborativi, la sua funzione si estende sino a diventare strumento di divulgazione e formazione. La sua realizzazione costituisce il culmine di un processo di rappresentazione che per primi coinvolge il pensiero e il disegno. L'introduzione dello strumento digitale in questo contesto ha ampliato le declinazioni del disegno e allo stesso tempo potenziato le capacità di lavorazione dei materiali. Tuttavia il ruolo intrinseco del modello fisico nell'ambito della progettazione e comunicazione architettonica è stato in parte compensato dall'avvento del modello digitale e dalle sue modalità di rappresentazione. La rappresentazione grafica digitale consente infatti una dettagliata comprensione del manufatto architettonico senza impatti significativi sui costi di produzione, ma il modello fisico persiste con capacità comunicative uniche, al punto da meritare di occupare uno spazio distintivo nella ricerca. La sua innata capacità di offrire una comprensione tangibile e multisensoriale della progettazione architettonica evidenzia la necessità di mantenere un equilibrio tra l'analogico e il digitale nel contesto complesso e ricco della disciplina architettonica.
Occasione di indagine per la realizzazione del modello fisico è il progetto di restauro del Casale della Cervelletta, un intervento che intende riportare l'edificio alla sua fruibilità

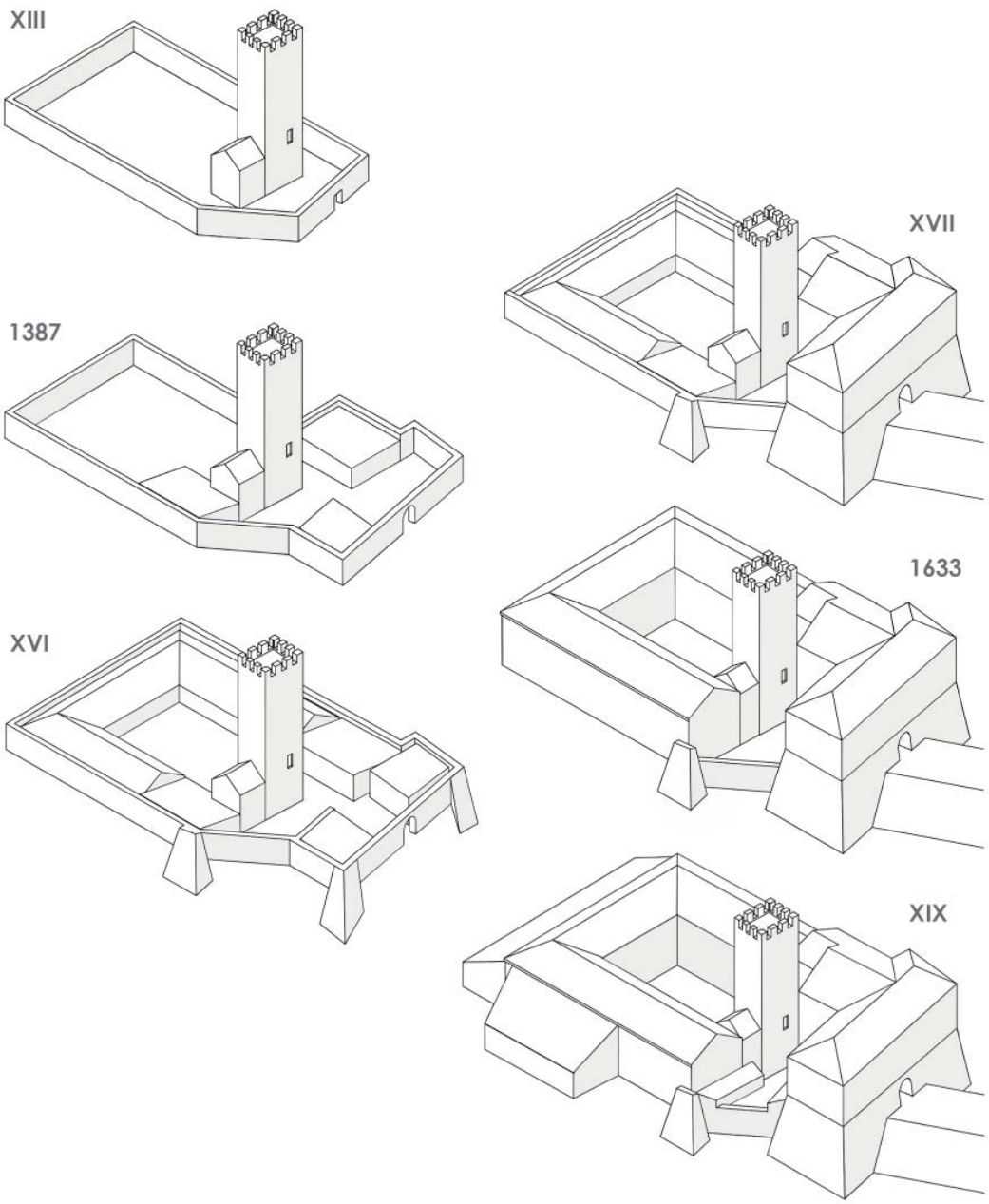


Fig. 2 - Rielaborazione grafica di *Fasi costruttive del Casale* in Camagni F., *Casale della Cervelletta: studio e restauro*, 2016. Tesi di Laurea in Architettura (Restauro), Sapienza Università di Roma, relatrice: prof. ssa Daniela Esposito.

originaria, valorizzando la storia e il contesto culturale del parco in cui è inserito. Avendo subito diversi dissesti e crolli delle coperture, il Comune di Roma nel 2018 ha interdetto l'area circoscritta, decretandone l'inagibilità. Il modello fisico assume in questo contesto una duplice funzione: da un lato si configura come manifestazione di

intenzioni progettuali dedite a preservare la conformazione originaria del manufatto, dall'altro diviene strumento di divulgazione di un bene non più accessibile. Negli ultimi anni diverse associazioni e comitati di quartiere hanno sollecitato e promosso una campagna di studi, per attirare l'attenzione delle istituzioni e finalizzare i necessari interventi. In questo contesto, il progetto di restauro è delineato su attività culturali del passato e sulle esigenze attuali della comunità, focalizzandosi sul riconoscimento del valore sociale, storico e culturale del Casale e del Parco della Cervelletta nel suo complesso.

Indagine del caso studio: il casale della Cervelletta

Il casale della Cervelletta sorge su un'altura tufacea all'interno della Riserva Naturale della Valle dell'Aniene, in un'area compresa fra via Collatina e il fiume Aniene. Edificato sui resti di una villa romana di età repubblicana prima età imperiale, l'edificio ha subito durante il Medioevo una serie di variazioni di conformazione (fig. 2). Originariamente, il primo nucleo del casale era la torre, eretta a controllo delle antiche vie Collatina e Prenestina. La tenuta, inserita all'interno di un vasto fondo di proprietà ecclesiastica, inizia nel 1387 ad attraversare un processo di incastellamento, che conduce progressivamente il corpo di fabbrica alla conformazione attuale. Nel 1629 la tenuta è acquistata dal Cardinale Scipione Borghese, che edifica il primo piano e consolida la scarpata. Pochi anni dopo, l'affittuario Guido del Pelagio introduce i nuovi corpi di fabbrica che ospitano le stalle e i sovrastanti fienili, così delimitando quella che oggi è la corte interna.

Il corpo principale, realizzato dai Borghese nel 1630, presenta una facciata scandita da due file di finestre riquadrate in tufo. L'elegante portale con bugne tufacee segna l'accesso alla tenuta, con gli ambienti residenziali, le stalle e il cortile interno. Sul lato nord-est svetta la torre a pianta rettangolare, databile ai secoli XII-XIII, scandita nei suoi 23 metri di altezza da feritoie, fori pontai, finestre quadrangolari e coronata da una merlatura guelfa. I vari piani si alternano tra volte a botte in concrezione e solai lignei in parte crollati. Il complesso architettonico si espande nei secoli con coperture a botte a sesto ribassato, capriate e controsoffitti a cassettoni lignei, sino a casi isolati di volta a padiglione e volte lunettate (fig. 3).

Nel 1835 la proprietà passa al Duca Salviati, che edifica gli edifici circostanti al casale, tra cui la vaccheria e la nuova stalla, e commissiona la bonifica agricola dell'intera tenuta adottando il sistema delle marcite. Qui Angelo Celli, scienziato e legislatore socialista, istituisce insieme alla moglie Anna Fraentzel una stazione sperimentale conducendo esperimenti che contribuiranno significativamente alle soluzioni del problema della malaria.

Nel 1994 il Casale diviene parte della Riserva Naturale della Valle dell'Aniene e tre anni dopo viene riconosciuto come patrimonio storico-paesaggistico da tutelare. Nel 2001 la famiglia Salviati cede al Comune di Roma la proprietà, la cui custodia temporanea viene

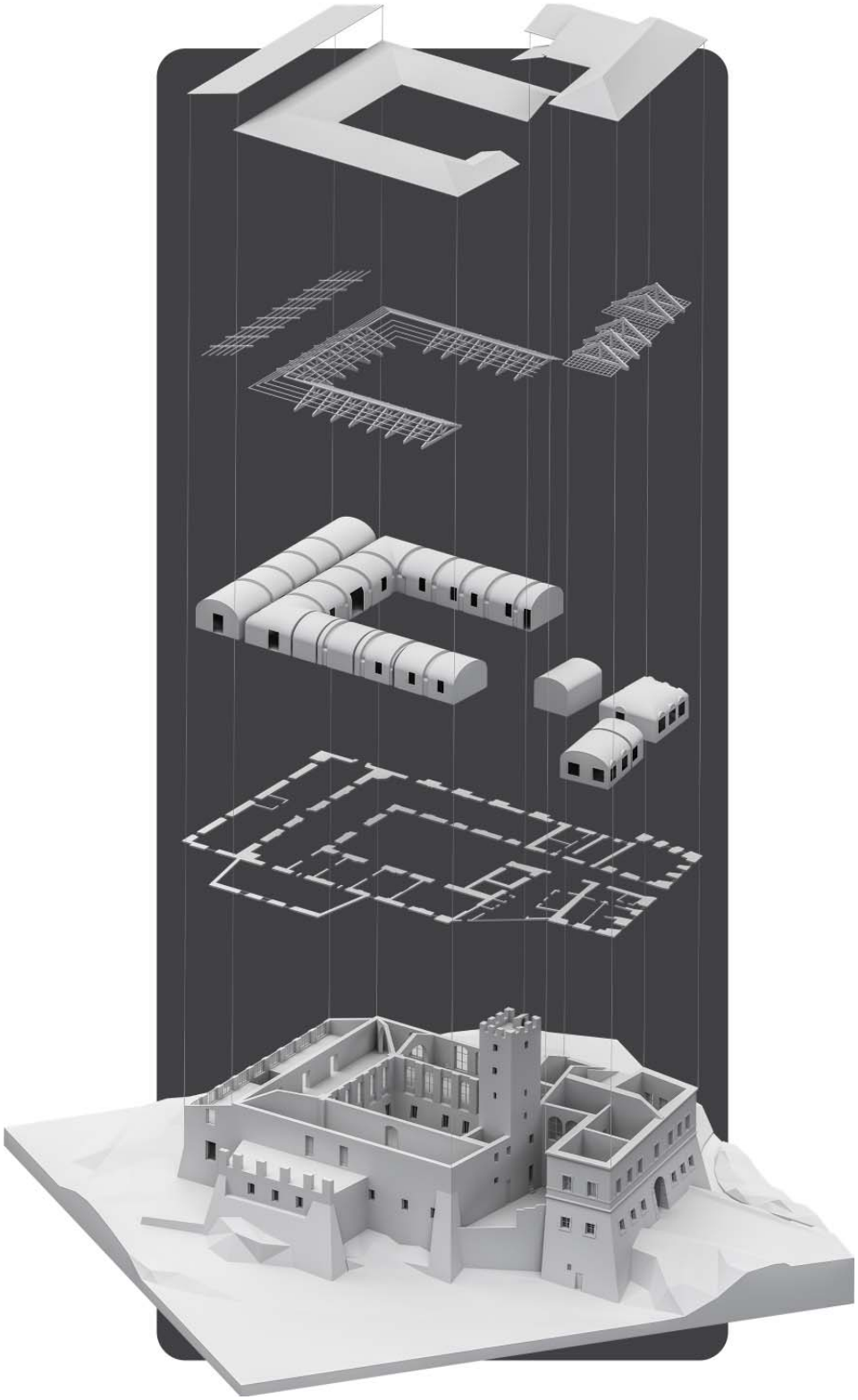


Fig. 3 - Modello digitale esploso del Casale, 2019 (elaborazione grafica degli autori).

affidata a un'associazione di volontari di quartiere. Attraverso una serie di iniziative, nell'ultimo decennio il Parco della Cervelletta è divenuto un polo di riferimento per la cittadinanza locale, rallentando il processo di ammaloramento e incuria.
Nello stato attuale, la vegetazione infestante avvolge il casale su tutti i prospetti e si insinua negli spazi interni, laddove le coperture hanno subito cedimenti. Tale condizione ha influenzato significativamente le operazioni di rilievo, con impatti diretti sulla creazione del modello digitale.

Il modello digitale per la comunicazione del patrimonio culturale

La costruzione del modello digitale è fondata su un palinsesto di informazioni che vengono messe a sistema, previe la lettura critica e la gerarchizzazione dei dati di input, e prende forma passando reiteratamente per operazioni di integrazione e verifica. Riferimento principale, nel caso specifico, è il dato proveniente dalla campagna di rilievo, eseguita con fotogrammetria da drone (fig. 4), la quale richiede a sua volta la selezione dei fotogrammi più significativi. Il processamento delle immagini [1] genera un modello discreto, sovraccarico di informazioni, che colma abbondantemente le lacune lasciate dalle fonti archivistiche riguardo alla forma del manufatto. Tuttavia, il ruolo del modello digitale non è limitato a mezzo di verifica dimensionale, ma trova ragione di esistere anche come strumento di supporto per le operazioni di progettazione sull'edificio, dapprima agevolando la comprensione della conformazione spaziale dello stesso, dipoi consentendo la visualizzazione delle fasi di progetto e attivando un processo di revisione critica, in cui l'esito progettuale può essere analizzato in dettaglio e perfezionato ciclicamente.
Tale proposito, unitamente all'impossibilità di completare la campagna di rilievo negli spazi interni al casale, conduce alla costruzione del modello matematico, la cui uniformità è frutto della sintesi dei dati eterogenei a disposizione.
All'interno di tolleranze dimensionali determinate, governate dall'accuratezza dei dati di acquisizione e dalle inevitabili incertezze sulla misura proprie delle scale di rappresentazione delle fonti archivistiche, il processo costruttivo del modello si articola attraverso un'attenta indagine dei vincoli e degli elementi fondamentali dell'impianto architettonico: dalla verifica sulla perpendicolarità tra piani a restrizioni di simmetria locale, sino all'esame approfondito circa la natura geometrica delle superfici che costituiscono gli intradossi delle coperture.
La definizione di un modello solido (fig. 5), privo di lacune e di cui è calcolabile il volume, non solo è utile ad analisi propedeutiche al progetto di restauro, ma risulta necessario per la realizzazione di un modello fisico per mezzo di macchinari a controllo numerico. Questo passaggio, che va dalla virtualità del modello digitale alla materialità del modello fisico, sottolinea la continuità del processo di rappresentazione, garantendo una fedeltà accurata tra la visione digitale e la sua incarnazione fisica.

Fig. 4 - Modello poligonale texturizzato, 2019, fotogrammetria da drone (elaborazione grafica degli autori).

Fig. 5 - Sezione prospettica della torre e del corpo principale, 2019 (elaborazione grafica degli autori).

Tecnologie CAM per la produzione del modello fisico di architettura

La realizzazione del modello fisico in ambito architettonico costituisce tradizionalmente una manifestazione tangibile delle visioni progettuali, assumendo un ruolo centrale nell'indagine spaziale e nella comunicazione visiva. Di pari passo con l'evoluzione tecnologica, il suo linguaggio è mutato, arrivando a restituire dettagli e finiture con precisione sempre maggiore e con tempi di produzione ancora più rapidi.
Delle diverse tecnologie CAM, si è scelto di restituire la rappresentazione fisica del caso studio attraverso l'integrazione di due tecnologie profondamente differenti: una additiva, la stampa 3D, l'altra sottrattiva, la fresatura [2]. Entrambe le tecnologie sono in grado di restituire il manufatto interamente, ognuna con le proprie implicazioni tecniche, ma l'utilizzo di più strumenti e differenti materiali diventa occasione per caratterizzare liberamente il modello e ampliarne la capacità di comunicazione.
La differenziazione materica tra il manufatto architettonico e il contesto paesaggistico non è meramente didascalica, ma riflette sul modello le varie gradazioni di fedeltà dei dati utilizzati per la sua costruzione. Analogamente, il risultato del processo di fresatura CNC presenta diversi gradi di finitura, in correlazione con l'aderenza al modello digitale di riferimento. Le superfici che replicano più fedelmente i dati di rilievo manifestano una finitura superficiale accurata, mentre nelle aree in cui il modello presenta discordanze più marcate, ovvero nell'approssimazione geometrica dei declivi, la lavorazione si arresta alla fase di sbozzatura generando una superficie più grezza [3] (fig. 6). Le diverse lavorazioni si traducono in risultati distinti, in relazione al diametro e alla forma della fresa, alla sua velocità di movimento, alla velocità di rotazione del mandrino e all'orientamento delle fibre del materiale. Il modello fresato è strettamente definito dall'utensile impiegato, il quale possiede proprie caratteristiche geometriche. Ciò conduce a una mancata corrispondenza tra il modello fisico e il modello digitale di origine. In una fresatrice a tre assi, ad esempio, il diametro della fresa limita la definizione degli spigoli definiti da piani che presentano angoli acuti tra loro. Tale mancanza di corrispondenza richiede adattamenti del modello digitale per favorire l'integrazione delle due tecnologie, poiché il modello stampato mantiene invece una stretta aderenza al modello di origine.
La stampa 3D è largamente utilizzata oggi per la comunicazione della forma, poiché, contrariamente alla fresatura del legno, offre un basso costo di produzione, ridotti tempi di stampaggio e una restituzione del manufatto priva di forti connotazioni materiche che ne alterino la lettura. In questo caso applicativo è utilizzata per la restituzione del manufatto architettonico con una finitura superficiale uniforme in accordo alle esigenze di progetto, sebbene anch'essa abbia numerosi strumenti per la personalizzazione, consentendo una manipolazione del volume stampato [4].
Tali possibilità consentono di arricchire la rappresentazione attraverso la selezione mirata di materiali e lavorazioni. La convergenza tra competenze artigianali e precisione tecnologica trasforma i modelli fisici in opere tangibili che riflettono distintamente caratteri specifici della progettazione architettonica.

Fig. 6 - Modello scala 1:200 del Casale della Cervelletta. 2022, Legno fresato CNC e PLA stampato 3D. Dimensioni 40x40x26 cm. Elaborazione grafica con ingrandimento sulla finitura superficiale dei materiali impiegati (elaborazione grafica degli autori).

Conclusioni

Il passaggio dal modello fisico costruito artigianalmente a quello realizzato con CAM, *computer aided manufacturing*, implica l'adozione di nuove tecniche che arricchiscono le modalità di manipolazione del materiale. L'intercessione dello strumento digitale tra il pensiero umano e la materia da plasmare assicura un saldo controllo sulla lavorazione, aumentando parallelamente le possibilità creative e le competenze necessarie che riguardano la lavorazione della materia. Tale controllo conduce facilmente all'integrazione di più materiali e tecnologie, quando accompagnato dall'analisi delle tolleranze sulle singole lavorazioni. Il linguaggio del modello fisico così prodotto non è determinato esclusivamente dalla tecnologia applicata ma anche dagli utensili

selezionati e le loro modalità di applicazione, appoggiandosi su una sintassi talmente articolata da offrire infinite possibilità di espressione, di cui il caso proposto costituisce una singola esplorazione.

Note

[1] I dati sono stati acquisiti da drone con risoluzione 4k e processati con Agisoft Metashape.

[2] Le due tecnologie, sebbene operino sulla materia con modalità concettualmente opposte, necessitano entrambe il modello digitale solido, poiché questo è processato per mezzo di algoritmi di slicing: il modello è suddiviso in strati orizzontali, a ognuno dei quali è possibile assegnare differenti parametri di lavorazione.

[3] Le operazioni di fresatura CNC si articolano in diverse fasi in relazione al modello da produrre e agli utensili disponibili, ma possono essere categorizzate in due macroaree: sbozzatura e finitura. Nel caso studio, è stata utilizzata una fresa con diametro di 10 mm e una velocità di spostamento di 250 mm/min nella prima fase. Nella seconda sono invece state impiegate frese di diametro 6-3 mm, con velocità di spostamento comprese tra 50 e 100 mm/min. La velocità di rotazione del mandrino è stata impostata tra 8.000 e 12.000 rpm, in base alle specifiche esigenze delle lavorazioni.

[4] Nel contesto della rappresentazione dello stato attuale, particolarmente vantaggiosi risultano gli algoritmi di alterazione superficiale del guscio di stampa, presenti nei software di slicing più diffusi. Questi algoritmi, applicati localmente, consentono di caratterizzare specifiche porzioni del volume secondo criteri arbitrari. Ad esempio, possono evidenziare le discontinuità nello stato di conservazione o la variazione dell'accuratezza dei dati su cui il modello è basato.

Riferimenti bibliografici

Aizuddin, M. I., Nugroho, W., & Azinee, N. (2020). Optimum cutting parameters on wood carving machining on 3D machining using Edu-Mill. *International Journal of Synergy in Engineering and Technology, 1*(2), 86-93.

Ashby, T. (1914). *La Campagna Romana al tempo di Paolo III. La mappa della Campagna Romana del 1547 di Eufrosino della Volpaia*. Danesi Editori.

Brandi, C. (1977). Teoria del restauro. Einaudi.

Calci, C. (1998). *Roma oltre le mura. Lineamenti storico topografici del territorio della V Circoscrizione*. Litografia SABA.

Calci, C. (2004). *La Riserva naturale Valle dell'Aniene*. S.E.A.

Camagni, F., Giambrone, M., & Grassini, E. (2015). *Casale della Cervelletta: un casale tra fortezza e palazzo* [Tesi di laurea, Sapienza, Università di Roma].

Carocci, S., & Vendittelli, M. (2004). *L'origine della Campagna Romana. Casali, Castelli e Villaggi nel XII e XIII secolo*. Società alla Biblioteca Vallicelliana.

Carunchio, T. (1996). *Dal restauro alla conservazione*. Kappa.

Carunchio, T. (2014). *Indagine sullo stato di conservazione dell'organismo architettonico. Ricerca, sperimentazione, didattica*. Kappa.

Cingolani, G. B. (1692). *Topografia geometrica dell'Agro Romano ovvero la misura pianta e quantità di tutte le tenute, e casali della Campagna Romana* [Serie di tavole].

Comi, U. D. (2008). *La Pratica del Modello: Riflessioni e Tecniche per il Modello di Architettura*. Maggioli Editore.

Coste, J. (1969). I casali della campagna romana all'inizio del '600. *Archivio della società romana di storia patria*, *n.92*.

Coste, J. (1971). I casali della campagna romana nella seconda metà del '500. *Archivio della società romana di storia patria*, *n. 94*.

De Angelis D'Ossat, G. (1949). Tenuta della Cervelletta fra le vie Tiburtina e Collatina. *L'Urbe, 12*(2), 26-31.

De Rossi, G. M. (1969). *Torri e Castelli medievali della campagna romana*. De Luca.

Docci, M., & Maestri, D. (2012). *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*. Laterza.

Esposito, D. (1998). *Tecniche costruttive murarie medievali. Murature 'a tufelli' in area romana*. L'Erma di Bretschneider.

Esposito, D. (2005). *Architettura e costruzione dei casali della Campagna Romana fra XII e XIV secolo*. Società romana di storia patria.

Frutaz, A. P. (1972). *Le piante di Roma*. Istituto Nazionale di Studi Romani.

Geremia, F., & Zampilli, M. (2013). *Casali della Campagna Romana, esperienze di ricerca per la didattica*. Aracne.

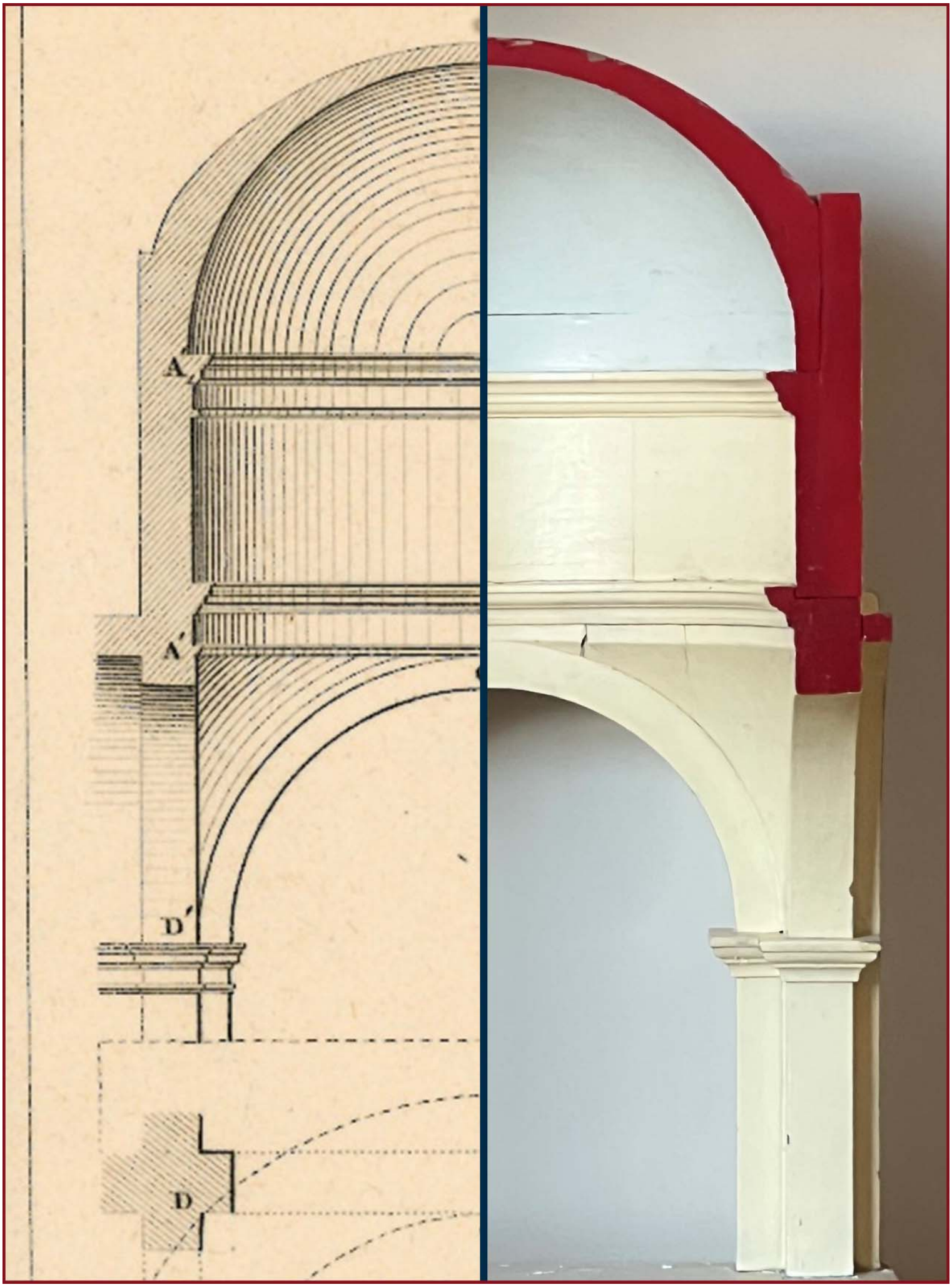
Martinelli, A., & Valenti, G. M. (2022). Sulla qualità geometrica del modello di rilievo. In *Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione* (pp. 2937-2952). Congresso della Unione Italiana per il Disegno.

Migliari, R. (2004). *Disegno come Modello*. Kappa.

Ngo, T. D., Kashani, A., Imbalzano, G., Nguyen, K. T. Q., & Hui, D. (2018). Additive manufacturing 3D printing: A review of materials, methods, applications, and challenges. *Composites Part B: Engineering, 143*, 172–196.

Tagliaferri, C. (1991). *I casali della campagna romana*. Pieraldo Editore.

Tomassetti, G., Chiumenti, L., Bilancia, F. (1975). *La Campagna Romana: antica, medievale e moderna.* Olschki.


A
A'
D'
D

Rappresentazione per la Valorizzazione: il Patrimonio Universitario dal Gemello Digitale al Gemello Analogico

Maurizio Marco Bocconcino[1], Mariapaola Vozzola[1], Martino Pavignano[2]

[1]Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica, Politecnico di Torino, ITALY

[2]Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino, ITALY

maurizio.bocconcino@polito.it; riapaolavozzola@polito.it; martino.pavignano@polito.it

Parole chiave: Patrimonio accademico; Giovanni Curioni; Modelli tangibili; Modelli digitali; Disseminazione / *Academic heritage; Giovanni Curioni; Tangible models; Digital models; Dissemination.*

Abstract

Dall'inizio degli anni 2000, nel contesto europeo si è osservata una presa di coscienza in merito al valore socioculturale di quanto identificato come patrimonio accademico o universitario dalla Dichiarazione di Halle (2000) e dal Consiglio di Europa (2005). Riconoscendone l'importanza per la storia e la cultura delle stesse istituzioni accademiche che ne possiedono dei lacerti, si è reso possibile evidenziare il ruolo di tale patrimonio tanto come testimone dell'esplorazione critica del metodo scientifico variamente applicato, quanto come possibile strumento per la valorizzazione della ricerca scientifica attraverso la sua disseminazione a un pubblico vasto e non specialistico, ovvero nell'ambito della cosiddetta Terza missione universitaria. La comunità scientifica del Disegno si è mostrata da sempre attenta alle tematiche relative alla valorizzazione del patrimonio universitario e ha fornito interessanti esempi di buone pratiche. Caso emblematico è il Museo della Rappresentazione dell'Università degli Studi di Catania, ove confluisce una ricostruzione digitale degli ambienti reali del museo, con possibilità di arricchimento semantico dell'esposizione e modelli digitali esplorabili con diverse modalità. Il contributo propone di esplorare alcune possibilità di valorizzazione del patrimonio universitario del Politecnico di Torino offrendo una riflessione critica di carattere epistemologico sulla condivisione integrata di parte delle collezioni politecniche, caratterizzate e differenziata in base alla tipologia di utenza finale e alle necessità psicofisiche dei fruitori, anche in relazione alle più recenti riflessioni in merito espresse dalla comunità scientifica internazionale. In particolare, verrà posta l'attenzione alla tipologia di comunicazione visuale da adottare al fine di valorizzare le potenzialità offerte dagli strumenti del Disegno. Oggetto della ricerca è la collezione di circa 140 modelli lignei realizzata nell'ultimo quarto del XIX secolo per Giovanni Curioni, professore di Scienza della Costruzioni e Teoria dei ponti, creati per le lezioni teoriche nel campo della Scienza e della Tecnologia delle Costruzioni, con lo scopo di collegare le conoscenze teoriche con la pratica professionale e la prassi costruttiva. Questi modelli sono di grande interesse per la Scienza del Disegno in quanto si propongono come vere declinazioni tangibili degli Statuti della Rappresentazione. Considerata l'assenza di una struttura museale fissa e sempre aperta all'esplorazione diretta del patrimonio politecnico, il progetto si attua con una prima realizzazione di rappresentazioni digitali dei modelli Curioni, operate tramite rilievo speditivo e a basso costo di tipo fotogrammetrico. Attraverso la definizione di copie digitali degli artefatti, la ricerca propone di definire strategie rinnovate

Fig. 1 - Da *L'Arte di fabbricare* al modello. A sinistra: *Cupola composta su pianta circolare quadrata con cupola sferica* (Curioni 1866, Tav. XXVI, particolare), a destra: immagine del modello ottocentesco (fotografia di Maurizio Marco Bocconcino; elaborazione grafica di Martino Pavignano).

per rispondere all'esigenza emergente di diffondere e condividere la memoria storica della cultura politecnica attraverso la conoscenza 'da remoto'. Qui, il gemello digitale non assume esclusivamente finalità di conservazione dell'artefatto, ma diviene strumento per proporre un'offerta di condivisione e diffusione mista, sia in presenza che in remoto. In quest'ottica, i modelli digitali realizzati sono attualmente in condivisione all'interno di un duplice ambiente virtuale, che ne consenta l'esplorazione in remoto. Un primo ambiente, all'interno di un museo digitale, elaborato in *Unity Engine*, dove l'utente può interrogare il modello, misurarlo, leggere i metadati associati, e utilizzare la realtà aumentata in caso di visita *in situ*. Parallelamente, lo stesso modello è condiviso anche all'interno di un ambiente virtuale, al fine di renderlo fruibile al maggior numero di utenti possibili. In questo modo, si viene a configurare un museo didattico, dove gli utenti potranno accedere a tutti i dati e i metadati relativi al modello, implementabile con veri e propri giochi didattici. Un possibile sviluppo mirerà, quindi, alla strutturazione di un approccio olistico alla disseminazione del patrimonio politecnico, espandendo il lavoro alle altre collezioni conservate presso l'ateneo ed esplorando la possibilità di istituire una rete di musei universitari torinesi, coinvolgendo altri portatori di interesse.

At the beginning of the 2000s, within the European context, there was an increased awareness regarding the sociocultural value of what was identified as academic or university heritage by the Halle Declaration (2000) and the Council of Europe (2005). Recognizing its importance for the history and culture of the academic institutions that possess fragments of it, it became possible to highlight the role of such heritage both as a witness to the critical exploration of the scientific method in its various applications and as a potential tool for enhancing scientific research through its dissemination to a broad, non-specialist audience, within the framework of the so-called Third Mission of universities. The scientific community of Drawing has always been attentive to issues related to the enhancement of university heritage and has provided interesting examples of good practices. A notable case is the Museum of Representation at the University of Catania, where a digital reconstruction of the museum's real environments converges, with the possibility of semantic enrichment of the exhibition and digital models that can be explored in various ways. This contribution aims to explore some possibilities for enhancing the university heritage of the Polytechnic University of Turin by offering a critical epistemological reflection on the integrated sharing of part of the Polytechnic collections, characterized and differentiated based on the type of final user and the psychophysical needs of the users, also in relation to the most recent reflections expressed by the international scientific community. In particular, attention will be paid to the type of visual communication to be adopted to enhance the potential offered by Drawing tools. The research focuses on a collection of about 140 wooden models created in the last quarter of the 19th century for Giovanni Curioni, professor of Construction Science and Bridge Theory, created for theoretical lessons in the field of Construction Science and Technology, with the aim of linking theoretical knowledge with professional practice and construction practice. These models are of great interest to the Science of Drawing as they propose themselves as tangible declinations of the Statutes of Representation. Given the absence of a fixed museum structure always open to the direct exploration of the Polytechnic heritage, the project is implemented with an initial realization of digital representations of the Curioni models, carried out through rapid and low-cost photogrammetric surveys. Through the definition of digital copies of the artifacts, the research proposes to define renewed strategies to respond to the emerging need to disseminate and share the historical memory of Polytechnic culture through 'remote' knowledge. Here, the digital twin does not exclusively assume the purpose of preserving the artifact but becomes a tool to propose a mixed sharing and dissemination offer, both in presence and remotely. In this perspective, the digital models created are currently shared within a dual virtual environment, allowing remote exploration. A first environment, within a digital museum, developed in Unity Engine, where the user can query the model, measure it, read the associated metadata, and use augmented reality in case of an on-site visit. At the same time, the same model is also shared within a virtual environment, to make it accessible to as many users as possible. In this way, an educational museum is configured, where users can access all the data and metadata related to the model, implementable with real educational games. A possible development will therefore aim at structuring a holistic approach to the dissemination of Polytechnic heritage, expanding the work to other collections preserved at the university and exploring the possibility of establishing a network of university museums in Turin, involving other stakeholders.

Introduzione

Diversi studi a livello nazionale affrontano la questione dei beni culturali conservati dagli Atenei e mostrano in molti casi un rilevante 'stato patrimoniale' al quale non sempre corrisponde un'organizzazione tale da garantire al meglio la sua fruizione e la sua valorizzazione. Anche a livello internazionale la questione è dibattuta e vede alcune tappe principali: nel 2000 viene sottoscritta da dodici atenei europei la Dichiarazione di Halle che dà vita alla rete *Academic Heritage and Universities* con il progetto *Universeum*; un anno dopo l'*International Council of Museums* (ICOM) fonda il *Committee for University Museums and Collections* (UMAC); nel 2005, sempre a livello europeo, il Comitato dei Ministri del Consiglio di Europa pubblica la *Recommendation on the Governance and Management of University Heritage*; infine nel 2009 prende avvio un progetto finanziato dalla Commissione Europea che porta nel 2012 alla redazione del Green Paper della Terza Missione delle Università. In questo stesso periodo nel nostro Paese è attiva la Commissione dei Delegati rettorali per i musei universitari presso la Conferenza dei Rettori delle Università Italiane (CRUI).

Attraverso questi passaggi, nel primo decennio del XXI secolo siamo passati dal ritenere i beni culturali universitari "risorse attive per l'insegnamento e per la ricerca" (Halle, 2000) alla prospettiva di considerare il ruolo degli atenei nella trasmissione e nella diffusione delle conoscenze per lo sviluppo del territorio e di quanti lo abitano e lo vivono e produrre inclusione sociale attraverso il coinvolgimento diretto del pubblico nei propri musei (Soeiro et al., 2012).

La ricerca *L'Università italiana come un museo: viaggio nelle collezioni* universitarie [1], definisce una prima mappatura dello stato dell'arte e un nuovo modo per gli atenei italiani di interpretare il *public engagement*, quello di considerare la loro funzione di *agenzia cognitiva* che, attraverso i musei [2], comunica alla società i propri saperi, interpretando un ruolo nello sviluppo delle comunità. Interpretare il proprio ruolo rispetto ai territori che li ospitano rappresenta una evoluzione importante degli atenei e dimostra una accresciuta consapevolezza nella formulazione di processi di coinvolgimento sociale che generano benessere. Legandosi al concetto di 'benessere culturale', nel 2013 l'Agenzia Nazionale di Valutazione del Sistema Universitario e della Ricerca (ANVUR) pone la costituzione di musei universitari tra le attività di Terza Missione, così riconoscendo loro la capacità di produrre impatti positivi anche al di fuori delle comunità universitarie e oltre la valorizzazione economica della conoscenza – Rapporto ANVUR sullo stato del sistema universitario e della ricerca: *II.2.3, la Terza Missione nelle Università*, 2013.

L'ANVUR nel 2015 ha inoltre richiesto di misurare, attraverso un processo di autovalutazione, la presenza di poli museali, di processi di gestione di beni culturali e di immobili storici, e di attività appunto definite di *public engagement* [3], facendo emergere l'importanza che le comunità possano fruire dei musei universitari – ANVUR, La valutazione della terza missione nelle università italiane, Manuale per la valutazione, 13 Febbraio 2015.

In questo contesto, occorre supportare servizi di mediazione per l'educazione al patrimonio all'interno dei musei e dei siti universitari e indagare in quale maniera gli atenei dovrebbero organizzare questi supporti e quali professionalità e discipline possano progettarli, pianificarli ed eseguirli. Gli atenei hanno tali figure all'interno, soprattutto per quanto concerne gli ambiti disciplinari. Si fa riferimento a progettisti, gestori, comunicatori, educatori, multimediatori, studiosi della rappresentazione e molto altro ancora. Gli atenei formano tali figure e le azioni possono efficacemente scaturire dalla ricerca universitaria.
In particolare, la disciplina del Disegno sta oggi guardando a estensioni del visuale, oltre codici grafici, simboli e testi, in un ambiente che è ancora virtuale, modello, ma che necessariamente deve mantenere le qualità materiche degli oggetti che vuole tramandare, arricchendole con patrimoni di conoscenze e modi di interazione efficaci.
La collezione di modelli in legno 'Giovanni Curioni', ospitata dal Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica del Politecnico di Torino (DISEG), testimonia l'impegno nel campo della didattica della scienza delle costruzioni profuso dal professor Curioni a supporto dei contenuti didattici dei suoi insegnamenti. Il contributo è la naturale evoluzione di un lavoro di ricerca intrapreso diversi anni fa e che ha visto nel tempo diversi studiosi cimentarsi integrando diverse discipline e differenti conoscenze (Novello & Bocconcino, 2018; Bocconcino et al., 2023a; Bocconcino et al., 2023b). In questa occasione si propone di esplorare alcune possibilità di valorizzazione del patrimonio universitario del Politecnico di Torino attraverso le potenzialità della *Extended Reality* (XR), offrendo una riflessione critica di carattere epistemologico sulla condivisione integrata di parte delle collezioni politecniche, caratterizzate e differenziata in base alla tipologia di utenza finale e alle necessità psicofisiche dei fruitori, anche in relazione alle più recenti riflessioni in merito espresse dalla comunità scientifica internazionale (Connor et al., 2020; Mangina, 2021; Fox & Thornton 2022; Kasowski et al., 2023). In particolare, verrà posta attenzione alla tipologia di comunicazione visuale da adottare al fine di valorizzare le potenzialità offerte dagli strumenti del Disegno.

Patrimonio accademico: definizione, esempi, accessibilità

Dall'inizio degli anni 2000 nel contesto europeo si è osservata una presa di coscienza in merito al valore socioculturale di quanto identificato come patrimonio accademico – *academic heritage* – o universitario – *heritage of universities* – prima con quanto stabilito dalla Dichiarazione di Halle (2000) e successivamente con quanto ripreso e ampliato dal Consiglio di Europa (2005). Questi primi atti hanno riconosciuto l'importanza del patrimonio accademico per la storia e la cultura delle istituzioni che ne possiedono collezioni più o meno vaste o strutturate, evidenziandone sia il ruolo di testimone dell'esplorazione critica del metodo scientifico variamente applicato, che quello di strumento per la valorizzazione della ricerca scientifica attraverso la disseminazione dei

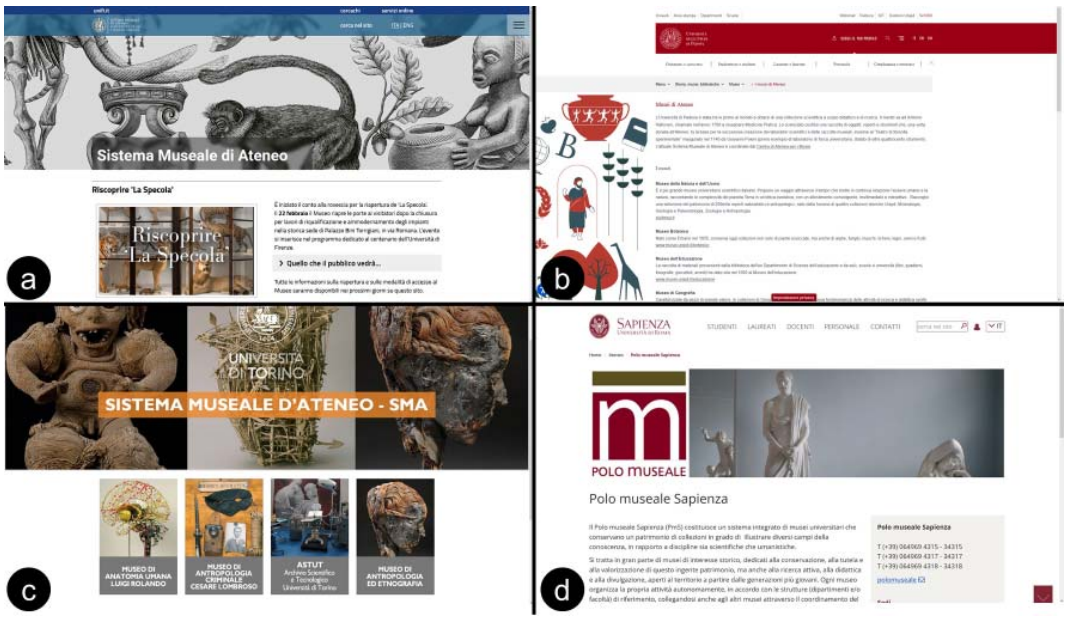


Fig. 2 - Siti web di alcuni musei universitari italiani. a) UniFI, Sistema Museale di Ateneo; b) UniPD, Musei di Ateneo; c) UniTO, Sistema Museale di Ateneo; d) Uniroma1, Polo museale Sapienza (elaborazione grafica di Martino Pavignano).

suoi esiti a un pubblico vasto e non specialistico, ovvero nell'ambito della cosiddetta Terza missione universitaria (ANVUR).

Il patrimonio accademico, per sua stessa natura, comprende tutti quegli artefatti che con il tempo hanno assunto valore di memoria tangibile e intangibile, tanto dal punto di vista strettamente semantico quanto da quello epistemologico. Il fatto stesso che anche le istituzioni accademiche abbiano spesso inglobato al loro interno musei di ogni tipo o si siano formate dall'unione di strutture dedicate alla ricerca con istituzioni preposte alla conservazione della memoria storica e/o alla promozione di un determinato campo di lavoro della vita umana ne è una riprova. Il caso preso in esame è esemplificativo del secondo processo in quanto il Politecnico di Torino nacque dall'unione della Regia Scuola di Applicazione per Ingegneri e dal Regio Museo Industriale Italiano. La Regia scuola fu un ente dedicato alla formazione tecnico-scientifica dei professionisti nei settori delle costruzioni e dell'industria, mentre il Regio Museo fu un ente dedicato alla promozione dell'istruzione industriale e il progresso delle industrie e del commercio con l'ausilio di ricche collezioni di prodotti e strumenti industriali, "dove proprio la musealizzazione di strumenti della tecnica fungeva da volano culturale" (Pagella, 2009).

A titolo esemplificativo, il patrimonio accademico è costituito da archivi di varia natura, biblioteche, raccolte di strumenti scientifici, reperti archeologici, modelli e artefatti materiali. In ambito italiano, esempi di interesse per la ricerca in corso sono le collezioni scientifiche delle Università degli Studi di Firenze, Padova, Torino, Sapienza Università di Roma oltre che il caso oggetto di studio. Ognuna delle istituzioni citate,

infatti, possiede un Sistema Museale di Ateneo o un Polo Museale a cui afferiscono le numerose collezioni storiche, archivistiche e scientifiche. I quattro esempi citati, inoltre, posseggono delle strutture museali fisiche dedicate alla conservazione e alla valorizzazione dei rispettivi patrimoni. Per esempio, all'Università di Firenze afferisce il Museo di storia naturale, all'Università di Padova appartiene il Museo della natura e dell'uomo – che è il più grande museo scientifico in Italia – all'Università di Torino compete il Museo di antropologia criminale Cesare Lombroso; alla Sapienza afferisce il Museo di antichità etrusche e italiche. I musei elencati (fig. 2) sono tutti ospitati all'interno di strutture accessibili al pubblico e si offrono anche come interfacce di comunicazione della memoria delle rispettive discipline. Per quanto riguarda il Politecnico di Torino, tuttavia, la situazione è diversa, dal momento che l'istituzione possiede un'Area di Staff [4] dedicata alla conservazione e valorizzazione del suo patrimonio, ma non possiede un luogo sempre accessibile deputato alla funzione di museo. Le collezioni politecniche sono infatti custodite presso i Dipartimenti e le Biblioteche interne che, per loro conformazione, non si prestano o non sono adatti ad accogliere con continuità un pubblico altro rispetto alla comunità accademica.

Il Disegno per i Musei universitari

La comunità scientifica del Disegno dimostra una precisa attenzione alle tematiche inerenti alla valorizzazione del patrimonio universitario attraverso operazioni di comunicazione indirizzate alla disseminazione, fornendo numerosi esempi di buone pratiche. Un primo caso emblematico si trova nel Museo della Rappresentazione dell'Università degli Studi di Catania. Il sito web del museo, infatti, ospita una ricostruzione digitale degli ambienti reali del museo, con possibilità di arricchimento semantico dell'esposizione e modelli digitali esplorabili con diverse modalità (Santagati, 2019). In questo caso la creazione di un gemello digitale del museo funge da pretesto per fornire un ambiente navigabile e interrogabile in differita, permettendo di raggiungere un vasto pubblico. L'acquisizione dei dati è stata effettuata tramite scansioni laser e fotogrammetriche, rendendo possibile la ricostruzione del gemello digitale del museo. Altri contenuti sono stati realizzati mediante ricostruzione tridimensionale filologica di edifici mai costruiti o non più esistenti. La condivisione dei modelli è stata operata tramite tour virtuale *Matterport* e implementazione di WebGL con *Unity engine* sul sito del museo o tramite *Sketchfab* (fig. 3a, b).
Un secondo esempio di sicuro interesse per la ricerca in corso è il progetto *Beccari 3D* mirato alla digitalizzazione delle Collezioni botaniche del Museo di storia naturale dell'Università degli studi di Firenze. Il progetto esplora le potenzialità del *Virtual Heritage* per la didattica museale del patrimonio accademico fiorentino. In particolare, il progetto mira a mantenere i contenuti scientifici della collezione attraverso una sua trasposizione in 'linguaggio visivo', per renderli maggiormente accessibili (Puma et al., 2022). In questo caso l'applicazione di tecniche di digitalizzazione basate su scansioni

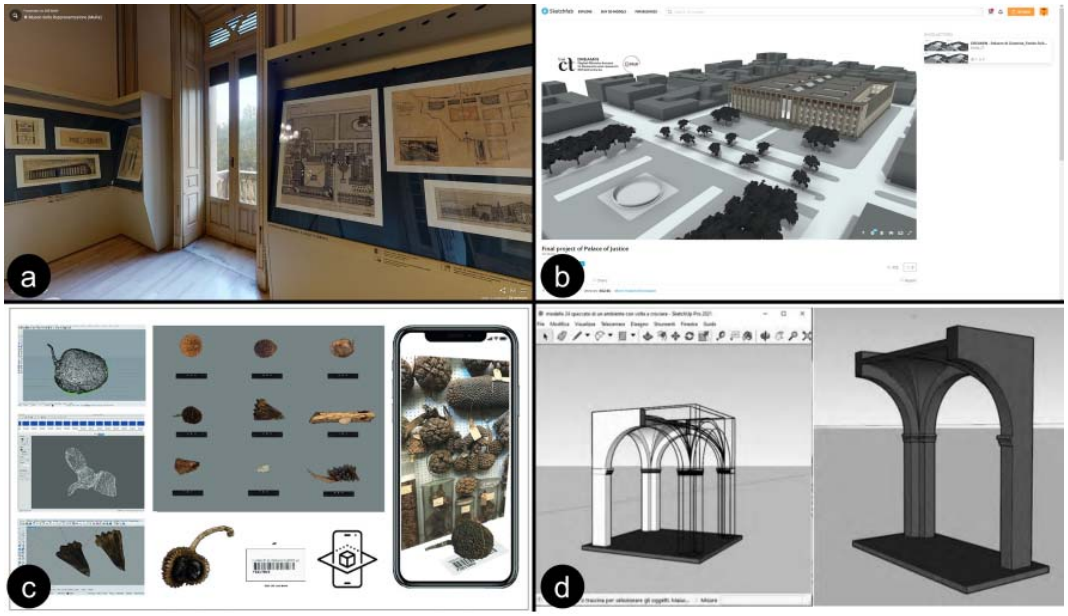


Fig. 3 - Esempi di applicazione del Disegno alla valorizzazione e alla comunicazione del patrimonio universitario italiano. a), b) UniCT, Museo della Rappresentazione; c) UniFI, Progetto Beccari Digitale (Puma et al., 2022, p. 2777); d) UniNA, Modelli Curioni (Papa & D'Auria, 2022, p. 712) (elaborazione grafica di Martino Pavignano).

laser e acquisizioni fotogrammetriche ha permesso la definizione di una banca dati tridimensionale. La condivisione dei modelli avverrà tramite app per smartphone (fig. 3c).

Un altro caso d'interesse è quello dei modelli plastici didattici, acquisiti dalla Scuola di Torino, conservati presso il Centro interdipartimentale di Ingegneria per i Beni Culturali dell'Università degli Studi di Napoli 'Federico II'. Il Centro sta portando avanti la ricostruzione digitale dei modelli atti a diventare strumenti per la didattica a distanza (fig. 3d). In questo caso la riproduzione dei modelli è avvenuta tramite modellazione digitale e la loro diffusione è avvenuta tramite *Sketchfab* (Papa & D'Auria, 2022).

Gli esempi citati mostrano come il Disegno, con le sue declinazioni più recenti nel dominio del digitale, possa supportare in maniera efficace ed efficiente le politiche di valorizzazione e disseminazione del patrimonio accademico di qualsivoglia natura, consentendo l'impostazione di fruttuosi dialoghi sia multidisciplinari che interdisciplinari (Luigini, 2020).

La Collezione Curioni

A partire dal 2020, il Politecnico di Torino ha ripensato le azioni di promozione e diffusione del proprio patrimonio accademico. A tal fine, l'istituzione sta sperimentando attività di ricerca rivolte all'accessibilità e alla diffusione dei suoi Archivi e Collezioni Storiche, anche mediante la digitalizzazione dei materiali e la consultazione/diffusione

Fig. 4 - Quadro sinottico delle tipologie di modelli della Collezione Curioni (fotografie per gentile concessione Ufficio Gestione del Patrimonio Storico dell'Ateneo, Collezioni Storico-Scientifiche; elaborazione grafica di Martino Pavignano).

su piattaforme online [5]. Tra queste, emerge la collezione di circa 140 modelli lignei realizzata nell'ultimo quarto del XIX secolo per Giovanni Curioni, professore di Scienza della Costruzioni e Teoria dei ponti, ospitata presso il Dipartimento ISEG. Tali artefatti, catalogabili in famiglie – tra le quali ricordiamo le principali: fondazioni, volte, muri di sostegno, ponti, strade ferrate, gallerie, macchine per costruire e costruzioni idrauliche (fig. 4) – furono creati come supporti per le lezioni teoriche nel campo della Scienza e della Tecnologia delle Costruzioni, con lo scopo di collegare le conoscenze

Fig. 5 - Le collezioni universitarie e la loro divulgazione (elaborazione grafica di Mariapaola Vozzola).

teoriche con la pratica professionale e la prassi costruttiva. Questi modelli sono di grande interesse per la Scienza del Disegno in quanto, la maggior parte di essi è stata realizzata dall'artigiano Giuseppe Blotto sulla base delle rigorose rappresentazioni in doppia proiezione ortogonale pubblicate all'interno dei volumi de *L'Arte del fabbricare* dello stesso Curioni (1866). Tali artefatti si propongono quindi come autentiche declinazioni tangibili degli Statuti della Rappresentazione.

Metodologia della ricerca

L'uso di soluzioni digitali per facilitare la comunicazione e il funzionamento di un museo come macchina di divulgazione della conoscenza è in continua innovazione: la progressiva digitalizzazione di artefatti e beni architettonici sta spostando la società verso nuovi comportamenti e nuovi paradigmi nella ricerca dell'informazione, facendo rientrare al suo interno nuove procedure di apprendimento, in particolare nuove modalità di fruizione e di visite alle sale dei musei, nuove modalità di comprensione delle opere o dei reperti esposti al loro interno e nuove modalità di apprendimento e di conoscenza per gli utenti (Verdiani, 2021). Stiamo quindi assistendo a una revisione e un aggiornamento del modo di percepire e vivere un museo e una esperienza al suo interno, attraverso l'introduzione di nuovi strumenti e tecnologie che ne favoriscono la comunicazione dei contenuti, amplificando e diffondendo la capacità formativa della macchina didattica museale (fig. 5).
Lo studio presentato coinvolge diverse applicazioni e strumenti per la realizzazione di ecosistemi digitali che gestiscono informazioni eterogenee rivolte a utenti e a ambienti di condivisione diversi: da una parte gallerie digitali, modelli 3D, sistemi di annotazione

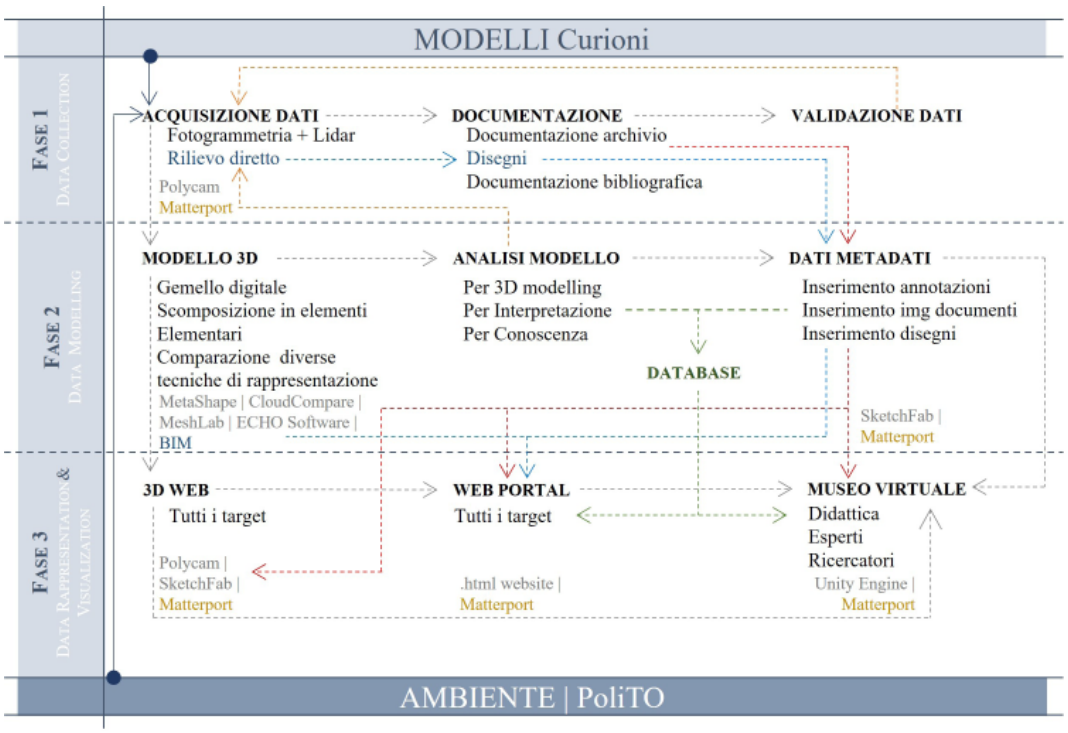


Fig. 6 - *Workflow* metodologico (elaborazione grafica di Mariapaola Vozzola).

dei disegni e una piattaforma di ambiente virtuale sociale, dall'altra la realizzazione di una copia analogica degli artefatti, che offre la possibilità agli utenti di poter 'toccare' ed entrare in contatto con il modello in scala dell'opera, e che permette di realizzare una copia misurabile, scomponibile e apribile dello stesso. Verranno quindi esplorate due strade, che in una prima fase seguiranno un percorso comune e poi in una seconda fase si dirameranno al fine di raggiungere obiettivi e output di comunicazione, condivisione e diffusione diversi.

La considerazione di partenza della ricerca proposta si basa sulla necessità di rispondere alla nascente esigenza di colmare l'assenza di una struttura museale fissa e sempre accessibile all'esplorazione diretta del patrimonio del Politecnico: il progetto si attua con una prima realizzazione di rappresentazioni digitali dei modelli Curioni, operate tramite rilievo speditivo e a basso costo di tipo fotogrammetrico (Bocconcino et al., 2023b). Attraverso la definizione di copie digitali degli artefatti, la ricerca propone di definire strategie rinnovate per rispondere all'esigenza emergente di diffondere e condividere la memoria storica della cultura politecnica attraverso la conoscenza sia 'da remoto' che *in situ* del patrimonio conservato presso i locali dell'Università. L'obiettivo principale della digitalizzazione dei modelli è quello di creare una copia virtuale che possa quindi essere utilizzata da utenti eterogenei con diversi livelli di conoscenza e diversi obiettivi di utilizzo del modello (Bocconcino et al., 2023a), basando la progettazione degli ambienti virtuali sul concetto di *user-centered design*. Qui, il gemello digitale non

assume esclusivamente finalità di conservazione dell'artefatto, ma diviene strumento per proporre un'offerta di condivisione e diffusione mista, sia in presenza che in remoto (Kargas et al., 2020).
A seconda della piattaforma e dell'ambiente di condivisione finale, verranno sviluppate differenti versioni dello stesso oggetto digitale: verranno quindi realizzati modelli a diversa risoluzione, al fine di ottenere gradi e tipologie di informazioni diverse, che dipendono dal tipo di racconto che si vuole effettuare. Il workflow sviluppato, utilizzato per tutti i percorsi di rappresentazione intrapresi, al fine di realizzare un 'corretto' processo di digitalizzazione è stato suddiviso in 3 sezioni principali, ripercorribili e attuabili, indipendentemente dal tipo di output desiderato: *Data Collection, Data Modelling e Data Representation & Visualization* (fig. 6).
La fase di *Data Collection* si è basata sull'analisi e digitalizzazione delle risorse documentali provenienti dagli archivi del Politecnico di Torino, in particolare dall'analisi dei testi e dei disegni contenuti all'interno dei volumi degli anni '70 del XIX secolo, *L'arte del Fabbricare: Costruzioni civili, stradali e idrauliche*. La fase di *Data Modelling* è stata sviluppata mediante l'acquisizione dei dati attraverso l'utilizzo di strumenti low cost, con l'obiettivo di ottenere informazioni metriche sugli artefatti, al fine di sviluppare il gemello digitale. Infine, la fase di *Data Representation & Visualization* si focalizza sul processo di post-produzione digitale, al fine di accogliere e condividere il modello digitale all'interno di applicazioni web in ambienti modellati *ad hoc.*
Alcuni modelli hanno la particolarità di essere apribili, scoprendo le loro sezioni interne o mettendo a disposizione del fruitore parti nascoste; al fine di completare alcuni modelli 3D è stato quindi necessario aggiungere un secondo modello che in genere rappresenta la seconda 'configurazione' del modello iniziale.
Nell'ampia varietà di strumenti oggi a disposizione per la strutturazione e la rappresentazione di riproduzioni virtuali, i modelli digitali realizzati sono attualmente in condivisione all'interno di un duplice ambiente virtuale, che ne consente l'esplorazione in remoto. Un primo ambiente, all'interno di un museo digitale, elaborato in *Unity Engine*, dove l'utente può interrogare il modello, misurarlo, leggere i metadati associati, e utilizzare la realtà aumentata in caso di visita *in situ*. Parallelamente, lo stesso modello è condiviso anche all'interno dell'ambiente virtuale *Sketchfab*, al fine di renderlo fruibile al maggior numero di utenti possibili. In questo modo, si viene a configurare un museo didattico, dove gli utenti potranno accedere a tutti i dati e i metadati relativi al modello (fig. 7), implementabile con veri e propri giochi e test didattici. Tra gli aspetti affrontati durante le fasi di allestimento del museo virtuale – in *Unity Engine* – uno riguarda la definizione del tipo di ambiente e interfaccia in cui i modelli sono presentati agli utenti: il contenitore, inteso come ambiente in cui inserire il contenuto del museo, potrà rispondere a una duplice soluzione, da una parte potrà rispecchiare l'architettura dell'allestimento all'interno del quale è realmente ospitato l'artefatto, dall'altra potrà essere inserito all'interno di un ambiente virtuale totalmente indipendente dal luogo in cui sono conservati i modelli, creando soluzioni espositive *ad hoc* libere.

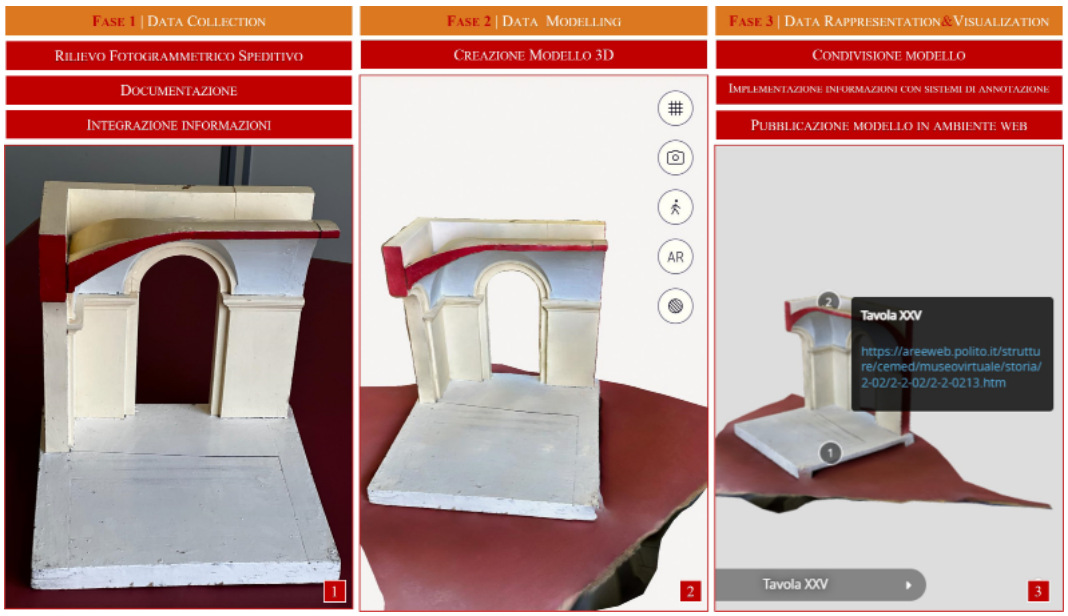


Fig. 7 - *Workflow* digitalizzazione modello e visualizzazione in *Sketchfab*: 1. rilievo fotogrammetrico speditivo e integrazione con documentazione di archivio; 2. Creazione modello con app *Polycam* per Iphone 14; 3. Condivisione modello all'interno dell'ambiente virtuale *Sketchfab* e implementazione dei dati e dei metadati del modello mediante l'utilizzo di annotazioni (modello ed elaborazione grafica di Mariapaola Vozzola).

Tra le due alternative, il gruppo di ricerca ha deciso di realizzare la scatola che conterrà i contenuti digitali mediante il rilievo e la rappresentazione virtuale di alcuni ambienti del Politecnico di Torino, selezionati al fine di ospitare al loro interno i modelli digitali della collezione Curioni. L'obiettivo è quello di fornire un ambiente virtuale che consenta una interazione intuitiva, al fine di supportare la ricerca, la simulazione, l'apprendimento ed eventuali test (Hu et al., 2010).
Di pari passo alla condivisione degli artefatti digitali, è stato possibile esplorare la connessione tra modelli tangibili – originali o repliche – talvolta accessibili in occasioni specifiche, e gli stessi gemelli virtuali, attraverso la predisposizione di programmi di XR che permettano l'acquisizione di informazioni relative ai modelli fisici quando esposti al pubblico, al fine di ampliare la qualità e la quantità di elementi offerti a supporto della conoscenza degli stessi. In questo modo, sono state attivate modalità esplorative integrate, che hanno contaminato il modello reale con dati e metadati provenienti dall'ambiente virtuale.
Tuttavia, è necessario riscontrare come questa prima fase di implementazione di modelli digitali in ambienti di condivisione delle informazioni si scontri con le necessità di raggiungere un pubblico sempre più vasto e dalle esigenze multiformi. Per questo motivo, nell'attuale fase della ricerca si stanno esplorando nuovi ambiti di rappresentazione e comunicazione dei dati, tra i quali la possibilità di creare gemelli tangibili dei modelli di Curioni attraverso prototipazione rapida, al fine di colmare

le lacune legate all'utilizzo esclusivo di modelli virtuali, e di raggiungere anche fruitori aventi particolari necessità di accessibilità alla conoscenza. In questa ottica la ricostruzione virtuale di un modello può essere affiancata alla realizzazione di una maquette fisica in scala dello stesso modello, con l'obiettivo di risolvere le 'incertezze' dei visitatori e lavorando come perfetto strumento di comunicazione diretta (Verdiani, 2021).

La rappresentazione diviene quindi il nucleo concettuale di un sistema informativo: uno schema di rappresentazione determina gli elementi dei dati e le loro associazioni, che un sistema informativo può utilizzare per contenere i dati e rappresentare la realtà (Yuan, 1998), rendendola fruibile anche da remoto. La possibilità di creare uno o più ambienti del campus universitario dedicati ai modelli conservati presso il DISEG offre oggi nuove prospettive per l'utilizzo degli ambienti virtuali realizzati per la diffusione delle collezioni museali replicando l'ambiente a cui appartengono, o in cui sono stati conservati per anni, dando la possibilità di applicare un'inedita modalità di fruizione: non più passiva, volta semplicemente all'osservazione diretta dei modelli, ma attiva, interattiva e partecipativa (Giovannini, 2023).

D'altra parte, invece, le copie analogiche, realizzate prevalentemente tramite stampa 3D, ricoprono un ruolo diverso, permettendo infatti di coniugare un'esplorazione di tipo visiva e soprattutto tattile a esperienze di arricchimento informativo, operate tramite contenuti sonori, che possono essere attivate tramite applicazione su smartphone.

Il museo, in questa accezione, diviene quindi una macchina espositiva, ma soprattutto una macchina didattica.

Modelli: da analogico a digitale e ritorno

La digitalizzazione del patrimonio della collezione Curioni ha consentito una rapida acquisizione dei dati con metodologia a basso costo come presentato nel paragrafo precedente. L'uso di strumenti come smartphone e applicazioni dedicate al rilievo digitale permette la realizzazione di modelli che possono essere facilmente diffusi tramite piattaforme web come *Sketchfab*; tuttavia, evidenzia delle criticità in merito all'uso 'altro' di tali modelli. Tali criticità sono dovute in primo luogo alla qualità stessa dei modelli e alle modalità di esportazione operate dal software *Polycam*; la procedura descritta, infatti, consente di ottenere dei modelli 'finiti', esportabili in diversi formati, prevalentemente come oggetti mesh testurizzati o come nuvole di punti. Tra le opzioni è possibile esportare direttamente il modello in formato mesh.stl, 'pronto' per operazioni di prototipazione rapida come la stampa 3D, tuttavia tali modelli non sono impiegabili direttamente, dal momento che non risultano ottimizzati per una stampa 3D, a causa delle criticità intrinseche della modellazione automatizzata, relative a scala dell'oggetto digitale e sua modellazione non completa e non manifold, che molto spesso rendono impossibile il processo di stampa 3D. Per ovviare a questi limiti del modello di rilievo si sta operando una soluzione simile a quella proposta da Papa e D'Auria (2022), ovvero

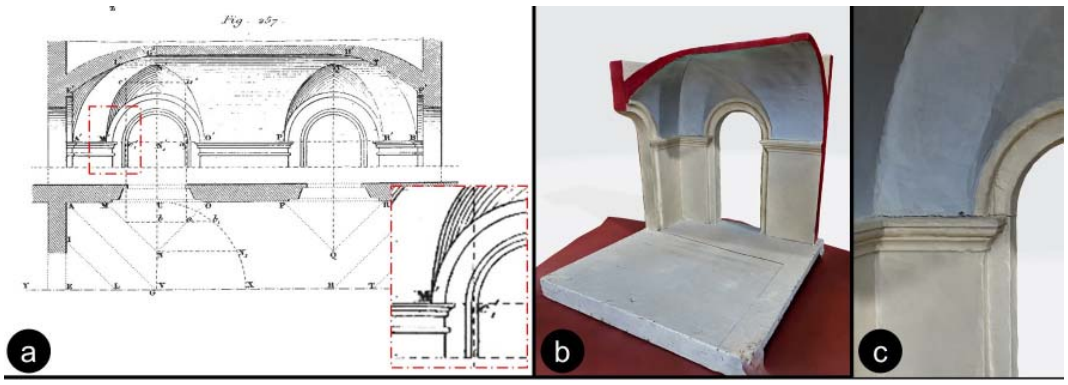


Fig. 8 - Analogie e differenze tra i modelli teorici di Curioni e i modelli realizzati da Blotto. Caso della volta a botte con teste di padiglione lunulata. a) Rappresentazione in doppia proiezione ortogonale pubblicata in Curioni (1866, Tav. XXV) e dettaglio del prospetto della cornice; b), c) modello digitale ottenuto dal rilievo e dettaglio della cornice (modello di Mariapaola Vozzola; elaborazione grafica di Martino Pavignano).

si sta procedendo alla modellazione dei singoli artefatti tramite software *Rhinoceros*, partendo dai disegni contenuti nei volumi de *L'arte di fabbricare* (1866). In questo modo è possibile ottenere dei modelli coerenti tanto con le intenzioni comunicative del manuale di Curioni, quanto con le aspettative pratiche dei modelli realizzati da Blotto. Questa operazione permette inoltre di evidenziare le piccole differenze intercorrenti tra i modelli ideali pubblicati e quelli tangibili. Ad esempio, nel caso della volta a botte con teste di padiglione lunulata si osservano differenze sostanziali: il modello ripropone metà della volta rappresentata, inoltre, le modanature della cornice d'imposta della botte e degli archi delle aperture sono tra loro differenti (fig. 8). Questi contrasti non arrecano danno alla percezione dell'artefatto e probabilmente testimoniano il grado di interpretazione lasciato all'esecutore materiale dei modelli.

Discussione

La dicotomia rilevata nel paragrafo precedente suggerisce diverse possibili linee di prosecuzione del lavoro. In primo luogo, evoca la possibilità di definire strategie di fruizione del patrimonio accademico del Politecnico di Torino anche attraverso operazioni di XR che permettano di collegare gli artefatti tangibili con i loro gemelli digitali 'arricchiti' e le possibili riproduzioni analogiche atte a supportare esplorazioni aumentate di tipo tattile e sonoro – per andare incontro alle esigenze di specifiche fasce di pubblico.

L'implementazione di queste specifiche azioni di comunicazione per la valorizzazione del patrimonio universitario potrebbe rivelarsi efficace tanto per la disseminazione del ruolo delle università e della loro specifica cultura nel panorama italiano, quanto per la definizione di una percezione maggiormente positiva e costruttiva delle istituzioni accademiche e di tutti quegli ambiti di ricerca normalmente non considerati come tali

da un pubblico eterogeneo. Un possibile sviluppo mirerà, quindi, alla strutturazione di un approccio olistico alla disseminazione del patrimonio politecnico, espandendo il lavoro alle altre collezioni conservate presso l'ateneo ed esplorando la possibilità di istituire una rete di musei universitari torinesi, coinvolgendo altri portatori di interesse.

Conclusioni e sviluppi futuri

L'aspetto principale della digitalizzazione di un bene è legato al suo valore di contenuto e di relazioni, di 'capitale semantico' infatti scrive il Piano Nazionale di digitalizzazione del patrimonio culturale (2022-2023). Sono le relazioni l'ambiente costitutivo dei sistemi digitali, ciò che consente di generare e rigenerare connessioni tra dati perché siano trasformati in informazioni e nuovi significati. Per rispondere a questa qualità, nuovi modelli di rappresentazione della conoscenza, integrati e amplificati da molteplici punti di vista, inediti e originali rispetto a quello di chi ha in consegna il bene culturale, devono essere indagati. Lo spazio web è il luogo dove questi aspetti si manifestano, in esso diversi domini del patrimonio diventano nodi della rete di rapporti cui tutti possono idealmente contribuire.
La riorganizzazione delle collezioni e l'apertura a pubblici più vasti e articolati sono le condizioni preliminari, ma da sole non sono sufficienti. Occorre rinnovare una storica vocazione di dialogo tra patrimonio storico-scientifico e apprendimento, tra cultura materiale e immateriale e comunità di persone, tra modi di comunicare il valore del contenuto e la permanenza dei dati e delle informazioni. Questo può rappresentare non unicamente un oggetto di studio e ricerca, o un'attività accessoria e residuale, bensì un tema portante della vita e dello sviluppo universitario, una evoluzione che mostra una consapevolezza sempre maggiore del ruolo che le istituzioni universitarie possono esercitare attraverso i propri musei. Ciò, non solo nella conservazione, nella ricerca e nella esposizione dei beni custoditi, ma anche nella formulazione di processi di coinvolgimento sociale che generino benessere.
Ricordiamo infine un importante progetto chiamato *Rete dei Musei Universitari italiani* coordinato dall'Università di Modena e Reggio Emilia, 2012-2015, che ha assunto l'obiettivo di "promuovere un'apertura alle attività di *lifelong learning* rivolte a pubblici differenziati", passando dalla "inventariazione e catalogazione informatizzata dei reperti e degli oggetti dei musei" al rafforzamento delle identità delle comunità, la promozione dell'educazione ambientale e il benessere dei cittadini, attraverso la progettazione di "nuove sezioni o strategie di invito al museo che contribuiscano alla sua apertura a vari pubblici".

Note

[1] La ricerca, condotta nel 2015 dal Master in Economia e Management dell'Arte e Beni culturali del Sole 24 Ore, dall'Università degli Studi di Parma e dalla rivista Art Economy24, ha evidenziato quattro migliori pratiche di gestione: l'Università degli Studi di Catania e il suo esperimento di partenariato

pluriennale con l'Associazione Officine Culturali; il Sistema Museale dell'Ateneo di Siena, con i suoi otto musei che fanno parte anche della Fondazione Musei Senesi, in rete con altri trentacinque; i venti musei del 'Polo Museale' de 'La Sapienza' di Roma; il Centro Studi e Archivio della Comunicazione dell'Università di Parma.

[2] Museo nella definizione ICOM è "un'istituzione permanente senza scopo di lucro, al servizio della società e del suo sviluppo, aperta al pubblico, che effettua ricerche sulle testimonianze materiali e immateriali dell'uomo e del suo ambiente, le acquisisce, le conserva, le comunica e specificamente le espone per scopi di studio, educazione e diletto".

[3] Secondo la definizione ANVUR, "l'insieme di attività senza scopo di lucro con valore educativo, culturale e di sviluppo della società".

[4] Area in Staff Affari Generali, Relazioni Istituzionali e Archivi (ARIA), Servizio Gestione Documentale, Archivi e Patrimonio Storico, Ufficio Gestione del Patrimonio Storico dell'Ateneo, che si occupa della "cura gestione, conservazione e valorizzazione del patrimonio storico-scientifico [...] assicurando supporto tecnico alle fasi di corretta catalogazione, digitalizzazione, tenuta e gestione, in particolare con la sezione Collezioni Storico-Scientifiche" che "presidia i processi di gestione, custodia e valorizzazione delle Collezioni Storico-Scientifiche nonché le attività di studio e approfondimento del patrimonio conservato" <https://www.polito.it/ateneo/chi-siamo/amministrazione?cod_struttura=S2903> (ultimo accesso 12 gennaio 2024).

[5] Queste operazioni sono mirate anche a suscitare riletture critiche interdisciplinari del patrimonio politecnico.

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano il professor Mauro Borri Brunetto (DISEG, PoliTo) e l'architetta Margherita Bongiovanni (ARIA, Ufficio Gestione del Patrimonio Storico dell'Ateneo, Collezioni Storico-Scientifiche) per il supporto scientifico e tecnico nella lettura del patrimonio della Collezione Curioni, nonché per le fotografie inserite in Fig. 4, l'ingegnere junior Luca Gioberti e il signor Pierluigi Guarrera per il contributo nelle fasi di acquisizione e organizzazione dei dati.

Crediti

Gli autori condividono la ricerca e i suoi risultati, tuttavia la redazione del contributo è da attribuire a: 'Abstract', M. M. Bocconcino, M. Vozzola, M. Pavignano; 'Introduzione', M. M. Bocconcino; 'Patrimonio accademico: definizione, esempi, accessibilità', M. Pavignano; 'Il Disegno per i Musei universitari', M. Pavignano; 'La Collezione Curioni', M. Pavignano; 'Metodologia della ricerca', M. Vozzola; 'Modelli: da analogico a digitale e ritorno', M. Pavignano; 'Discussione', M. Vozzola da "La dicotomia rilevata" a "… di pubblico).", M. Pavignano da "L'implementazione…" a "… di interesse."; 'Conclusioni e sviluppi futuri', M. M. Bocconcino, M. Vozzola, M. Pavignano. Le fotografie mostrate in Figura 3 sono state gentilmente messe a disposizione dal Politecnico di Torino, Ufficio Gestione del Patrimonio Storico dell'Ateneo, arch. M. Bongiovanni.

Riferimenti bibliografici

Bocconcino, M.M., Vozzola, M., & Pavignano, M., (2023a). Il Disegno nelle strategie per la valorizzazione e l'accessibilità del patrimonio museale universitario: la collezione Curioni del Politecnico di Torino. In A. Sdegno, V. Riavis (a cura di), *Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione* (pp. 200-215). Publica.

Bocconcino, M.M., Piras, M., Vozzola, M., Pavignano, M., Gioberti, L., (2023b). *Giovanni Curioni's digital museum (1/2): comparative survey techniques for the definition of a 3d data collection procedure with low-cost systems. International Archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences, XLVIII-M-2-2023*, 235-242.

Consiglio di Europa (2005). https://www.universeum-network.eu/docs/doc/RecommendationRec(2005)13_EN.pdf (ultimo accesso 12 gennaio 2024).

Connor, O., Abou-Zahra, J., Covarrubias Rodriguez, S., Aruanno, M. (2020). XR Accessibility – Learning from the Past and Addressing Real User Needs for Inclusive Immersive Environments. In K. Miesenberger, R. Manduchi, M. Covarrubias Rodriguez, & P. Peňáz (Eds), *Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2020.* Springer. DOI: 10.1007/978-3-030-58796-3_15

Curioni, G. (1866). *L'arte di fabbricare ossia corso completo di istituzioni teorico-pratiche per gli ingegneri, per gli architetti, pei periti in costruzione e pei periti misuratori. Lavori generali di architettura civile, stradale e idraulica e analisi dei loro prezzi*. Augusto Federico Negro.

Dichiarazione di Halle (2000). https://www.universeum-network.eu/the-declaration-of-halle/ (ultimo accesso 12 gennaio 2024).

Fox, D., & Thornton, I. G. (2022). *The IEEE Global Initiative on Ethics of Extended Reality (XR) Report – Extended Reality (XR) Ethics and Diversity, Inclusion, and Accessibility*. IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9727122> (ultimo accesso 12 gennaio 2024).

Giovannini, E. C. (2023). Digital ecosystems for the virtual fruition of Porta Aurea in Ravenna. In F. Picchio (Ed.), *Digital & Documentation Vol. 5, From Virtual space to Information database* (pp. 128-147). Pavia University Press.

Hu, M., Lin, H., Chen B. et al. (2010). A virtual learning en-vironment of the Chinese University of Hong Kong . *International Journal of Digital Earth, 4*, 1-12.

Kargas A., Karitsioti N., & Loumos G. (2020). Reinventing Museums in 21st Century. Virtual and Augmented Reality. In G. Guazzaroni, & A. S. Pillai, (Eds.), *Education, Art, and Museums Advances in Computational Intelligence and Robotics* (pp. 117-138). IGI Global. DOI:10.4018/978-1-7998- 1796-3.ch007

Kasowski, J., Johnson, B. A., Neydavood, R., Akkaraju, A., & Beyeler, M. (2023). A systematic review of extended reality (XR) for understanding and augmenting vision loss. *Journal of Vision, 23(5):5*. DOI: 10.1167/jov.23.5.5

Luigini, A. (2020). Ricerca interdisciplinare e ICAR17: una proposta per la definizione di un modello condiviso. In A. Arena, M. Arena, R. G. Brandolino, D. Colistra, G. Ginex, D. Mediati, S. Nucifora, & P. Raffa (Eds.), *Connettere: un disegno per annodare e tessere. Atti del 42° Convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione* (pp. 567-584). FrancoAngeli. DOI: 10.3280/oa-548.33

Mangina, E. (2021). *The IEEE Global Initiative on Ethics of Extended Reality (XR) Report – Extended*

Reality (XR) Ethics in Education. IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9650798> (ultimo accesso 12 gennaio 2024).

Ministero della Cultura, Istituto centrale per la digitalizzazione del patrimonio culturale, Digital Library (Eds.) (2022-2023). *Piano nazionale di digitalizzazione del patrimonio culturale 2022-2023 | Versione 1.1.* <https://digitallibrary.cultura.gov.it/wp-content/uploads/2023/01/PND_versione1_1_gen2023.pdf> (ultimo accesso 12 gennaio 2024)

Novello, G., Bocconcino, M. M., (2018). Archivi vivendi: nuove alleanze tra beni conservati, forme di rappresentazione e metodi di diffusione del patrimonio tecnico. In F. Minutoli (Ed.), *ReUSO 2018. L'intreccio dei saperi per rispettare il passato, interpretare il presente, salvaguardare il futuro. VI Convegno Internazionale* (pp. 2603-2614). Gangemi.

Pagella, E. (2009). Le collezioni d'arte del Regio Museo industriale italiano di Torino: prime ricognizioni per un patrimonio perduto. In V. Marchis (Ed.), *Disegnare progettare costruire: 150 anni di arte e scienza nelle collezioni del Politecnico di Torino* (pp. 115-127). Fondazione Cassa di risparmio di Torino.

Papa, L. M., & D'Auria, V. (2022). Reale versus digitale: una teca di plastici per l'e-learning e la valorizzazione. In S. D'Agostino, F. R. d'Ambrosio Alfano, E. Manzo (Eds.), *History of Engineering. Proceedings of the 5th International Conference. Atti del 9° Convegno Nazionale. Volume II. Naples, 2022 May 16th-17th* (pp. 703-716). Cuzzolin.

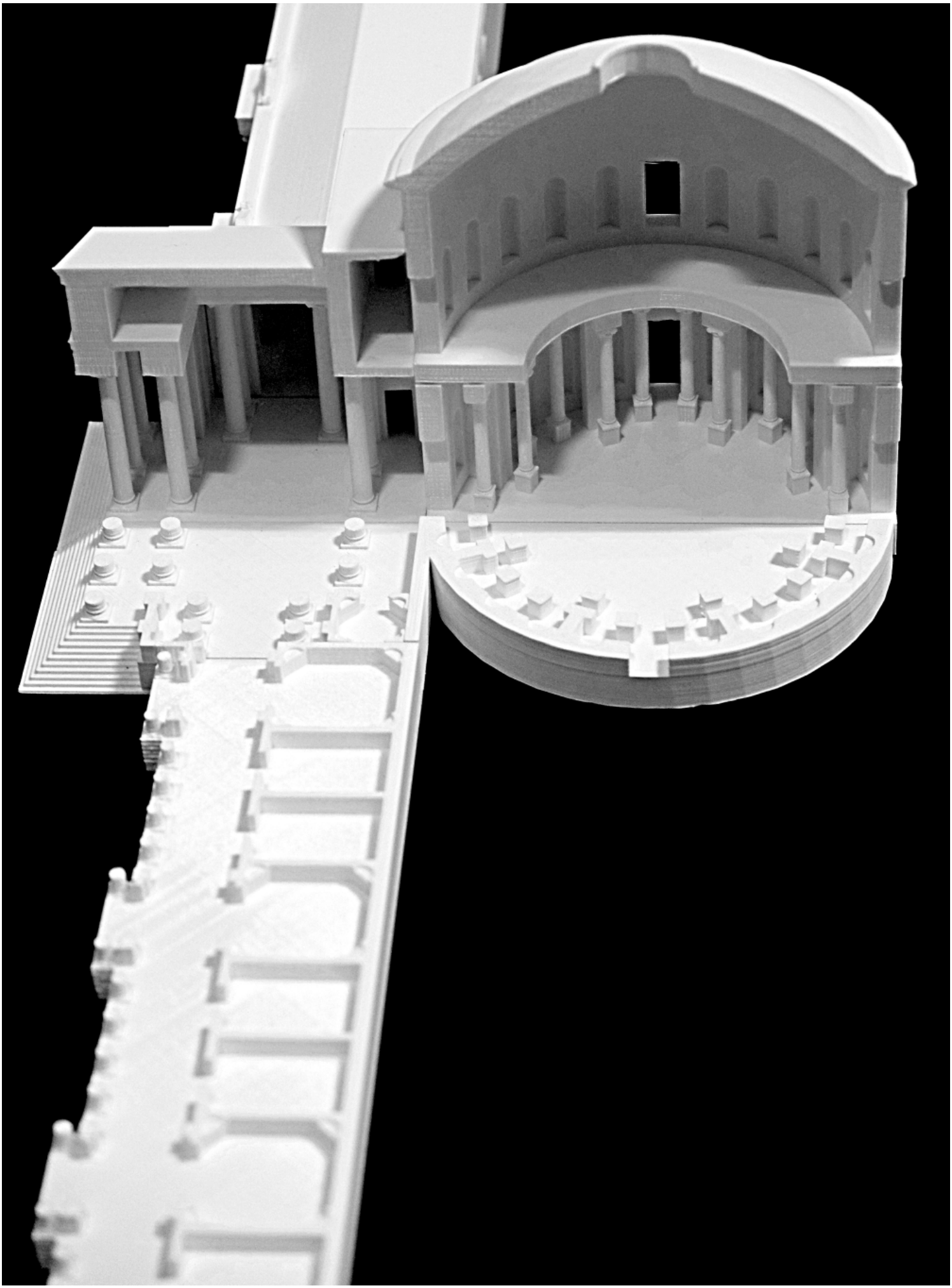
Puma, P., Cecchi, L., Nepi, C., & Nicastro, G. (2022). Virtual heritage e musei scientifici: il progetto "Beccari in 3D" per le Collezioni botaniche del Museo di storia naturale dell'Università di Firenze. In C. Battini, E. Bistagnino (Eds.), *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione* (pp. 2771-2788). FrancoAngeli. DOI: 10.3280/oa-832-c172

Santagati, C. (2019). University museums as digital innovation hub. The experience of Museo della Rappresentazione a Catania. In S. Parrinello (a cura di), *Digital & Documentation. Vol. 1. Databases and Models for the Enhancement of Heritage* (pp. 118-127). Pavia University Press.

Soeiro, A.A., Padfield, C.J., García, A.C., Pausits, A., Murphy, M., & Hamalainen, K. (2012). *Green Paper. Fostering and Measuring Third Mission in Higher Education Institutions.* E3M Project. DOI: 10.13140/RG.2.2.25015.11687

Verdiani, G. (2021). Musei e trasformazione digitale. un'occasione e sfida per la progettazione intelligente. *Prospettive.Ing, 2 (aprile/giugno)*, 41-45. DOI: 10.5281/zenodo.5168033

Yuan, M (1998). *Cognition, information query, and GIS representation of geographic processes* <http://www.sis.pitt.edu/~cogmap/ncgia/yuan.html> (ultimo accesso 30/01/2024).



Tra disegni d'archivio e rilievo digitale dello stato di fatto: il modello del famedio di Leone Savoja al gran camposanto di Messina

Francesca Fatta[1], Marinella Arena[1], Francesco Stilo[1], Lorella Pizzonia[1]

[1]Dipartimento di Architettura e Territorio - dArTe, Università degli Studi 'Mediterranea' di Reggio Calabria, ITALY

ffatta@unirc.it; marinella.arena@unirc.it; francesco.stilo@unirc.it; lorella.pizzonia@unirc.it

Parole chiave: Archivi di architettura; Rilievo digitale; Modellazione 3d; Ricostruzione digitale; virtualizzazione.

Abstract

Il presente contributo, basandosi sull'acquisizione della documentazione d'archivio e sull'esecuzione del rilievo digitale dello stato di fatto, propone una ricostruzione tridimensionale del famedio progettato dall'architetto Leone Savoja (1814-1885) per il gran camposanto della città di Messina. Realizzato nel XIX secolo, il famedio di Leone Savoja è un'importante testimonianza nell'ambito dell'architettura funeraria monumentale ottocentesca, la cui stessa storia ne ha determinato l'attuale condizione di incompiutezza. Inaugurato non ancora completo nel 1872, il famedio di Messina è un'architettura monumentale tardo neoclassica che include elementi dell'eclettismo ottocentesco. Il progetto è stato redatto nell'ambito di un concorso aperto a tutti gli architetti del Regno delle Due Sicilie, bandito nel 1854, e vinto dal Savoja insieme ai suoi collaboratori C. Beccalli, G. Bottari e G. Fiore. L'edificio non era stato ancora completato quando, nel 1908, il terremoto che interessò le due sponde dello stretto, ne danneggiò diverse porzioni, tra cui le coperture e particolarmente la cd. basilica nord, rendendone sconveniente la risistemazione, anche a causa delle nuove norme antisismiche. Alla data del sisma risultavano completati il basamento, dotato di ambienti semi ipogei, l'ala nord della galleria, e l'ambiente ortogonale ad essa, denominato basilica. La documentazione d'archivio assume un valore centrale nel processo di analisi grafica e di ricostruzione digitale di quelle architetture inaccessibili, non realizzate, in parte o totalmente distrutte; in una prima fase di ricerca è stata acquisita la documentazione grafica d'archivio, che rappresenta una fonte essenziale per la ricostruzione dell'edificio nella sua interezza. Presso l'archivio Damiani Almeyda di Palermo sono conservati in copia gli elaborati redatti dal Savoja, trasmessi all'ingegnere e architetto Giuseppe Damiani Almeyda (1834-1911) nell'ambito di una corrispondenza indirizzata ad illustrare allo stesso le soluzioni architettoniche adottate nel monumento messinese. Giuseppe Damiani Almeyda era interessato ad affrontare in ambito accademico il tema della progettazione di un camposanto. A seguito dei bombardamenti aerei del 1943 il gran camposanto subì diversi danneggiamenti, venne pertanto redatto dall'ingegnere Enrico Fleres il progetto di riparazione, ricostruzione e completamento della Galleria Monumentale; tali elaborati sono conservati presso l'Archivio di Stato di Messina. Una seconda fase ha previsto l'esecuzione di rilievi digitali, attraverso l'impiego integrato di laser scanner e aeromobile a pilotaggio remoto (APR), per l'acquisizione e la rappresentazione dello stato di fatto. Il rilievo eseguito con APR ha consentito di documentare l'area pertinente al famedio e la consistenza dei ruderi stessi. Il rilievo eseguito con laser scanner ha consentito la generazione di una nuvola di punti maggiormente densa, utile alla documentazione del prospetto architettonico, con maggiore attenzione ai dettagli. La terza fase della ricerca ha previsto il ridisegno dell'edificio, operazione finalizzata alla

Fig. 1 - Dettaglio del modello tridimensionale ricostruito e stampato in 3d (elaborazione degli autori).

ricostruzione digitale ed alla produzione del modello tridimensionale analogico realizzato attraverso l'impiego di stampante 3D FDM.

This contribution, based on the acquisition of archive documentation and the execution of the digital survey of the state of fact, proposes a three-dimensional reconstruction of the famedio designed by the architect Leone Savoja (1814-1885) for the cemetery of the city of Messina. Built in the 19th century, Leone Savoja's famedio is an important testimony in the field of 19th-century monumental funerary architecture, whose history has determined its current condition of incompleteness. Inaugurated incomplete in 1872, the famedio of Messina is a monumental late neoclassical architecture that includes elements of nineteenth-century eclecticism. The project was drawn up as part of a competition open to all architects of the Kingdom of the Two Sicilies, announced in 1854, a competition that Savoia won together with his collaborators C. Beccalli, G. Bottari and G. Fiore. The building had not yet been completed when, in 1908, the earthquake that affected the two banks of the strait damaged several parts of it, including the roofs and particularly the so-called northern basilica, making its restoration inconvenient, also due to the new anti-seismic regulations. At the time of the earthquake, the base, equipped with semi-underground rooms, the northern part of the gallery, and the orthogonal section to it, called the basilica, were completed. The archive documentation assumes a central value in the process of graphic analysis and digital reconstruction of those inaccessible, unrealized, partially or totally destroyed architectures; in a first research phase the archive graphic documentation was acquired, which represents an essential source for the reconstruction of the building in its entirety. The Damiani Almeyda archive in Palermo preserves a copy of the documents drawn up by Savoja, transmitted to the engineer and architect Giuseppe Damiani Almeyda (1834-1911) as part of a correspondence addressed to illustrate to him the architectural solutions adopted in the Messina monument. Giuseppe Damiani Almeyda was interested in addressing the theme of the design of a cemetery in an academic context. Following the air raids of 1943, the large cemetery suffered several damages, therefore the project for the repair, reconstruction and completion of the Monumental Gallery was drawn up by the engineer Enrico Fleres; these documents are preserved at the State Archives of Messina. A second phase involved the execution of digital surveys, through the integrated use of laser scanners and unmanned aerial vehicle (UAV) for the acquisition and representation of the actual state. The survey carried out with UAV allowed the area pertaining to the famedio and the consistency of the ruins themselves to be documented. The survey carried out with laser scanner allowed the generation of a denser point cloud, useful for the documentation of the architectural prospect, with greater attention to detail. The third phase of the research involved the redrawing of the building, an operation aimed at the digital reconstruction and the production of the analog three-dimensional model made through the use of a 3D FDM printer.

Inquadramento storico-territoriale

La città di Messina è, per morfologia, riconoscibile da tempi antichissimi. La Tabula Peutingeriana, che rappresenta con pochissimi segni tutto l'Impero Romano, la individua con il caratteristico profilo a falce. La morfologia del porto e l'importanza di quest'ultimo nei trasporti e nei commerci di tutto il Mediterraneo è evidente se si analizzano le cartografie che rappresentano Messina. In cartografie successive la città appare definita da alte mura turrite che definiscono un limite netto lungo le sponde del torrente Portalegni a sud e Boccetta a Nord. La città si specchia in sé stessa. Il teatro marittimo occupa tutto il fronte a mare che prospetta in direzione della falce.
La città è stata colpita da numerosi terremoti. Quello del 1783 distrusse il teatro marittimo e i quartieri artigiani alle sue spalle. In seguito la città si riorganizza, viene ricostruita - il teatro marittimo, la Palazzata -, ma l'assetto urbano, nel suo complesso, non cambia: solide mura la stringono in una superficie circoscritta; all'esterno sorgono numerosi monasteri e le campagne sono densamente coltivate. La città cresce in modo

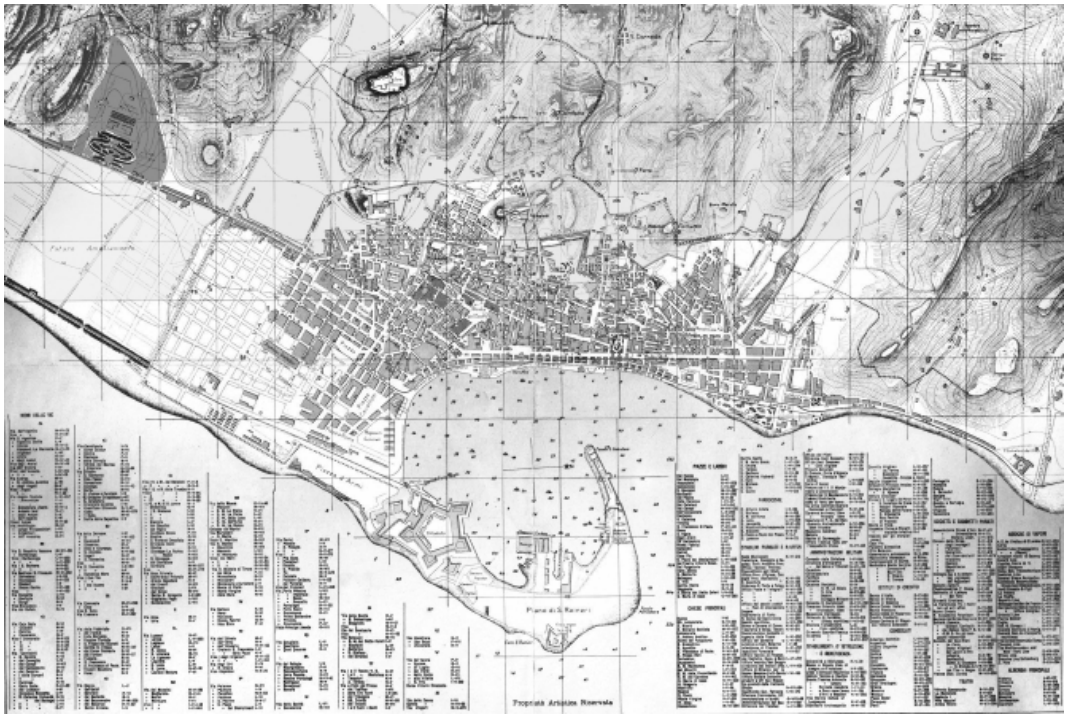


Fig. 2 - Cartografia storica di fine '800 della città di Messina.

spontaneo verso nord, superando l'attuale torrente Boccetta, fino a quando, dopo l'Unità d'Italia la città comincia ad essere il centro di raccolta e di distribuzione delle merci agricole provenienti non solo dalla Sicilia orientale, sulla costa ionica, ma anche di quelle provenienti da Palermo. I tracciati viari che raccordano la città con le due coste siciliane passano a sud dal piano della Mosella, stretto fra il torrente Portalegni e il torrente Zaera. In questo territorio si sviluppano magazzini commerciali di supporto alle attività portuali.

L'azione urbanistica delle due nuove arterie stradali è rafforzata dalla costruzione dei primi tratti della linea ferrata che collegano, nel 1866 Messina a Taormina. Nel 1869 il piano regolatore definisce l'urbanizzazione sistematica del piano della Mosella, disegnando un impianto a scacchiera attraversato dalla via S. Martino. Quest'ultima prosegue fin oltre il Gran Camposanto progettato da Leone Savoia (Fig. 2).

In tutta Europa la fine dell'Ottocento è caratterizzata da un vigoroso aumento della popolazione e da un forte inurbamento. Le condizioni di salubrità delle città peggiorano rapidamente: si verificano ricorrenti epidemie di colera e i governi cominciano ad emanare norme per migliorare la sanità pubblica. La prima disposizione legislativa che regolamenta le sepolture è la cosiddetta Legge di Saint Cloud, emanata da Napoleone nel 1804, provvedimento che raccoglie organicamente tutte le norme precedenti sui cimiteri. La legge francese fu introdotta anche in Italia, che all'epoca era nell'orbita napoleonica. Essa impose la costruzione dei cimiteri all'esterno delle mura urbane e

non più nel sacro suolo delle chiese. La norma, osteggiata da intellettuali del calibro di Ugo Foscolo, resta come sospesa fino all'Unità d'Italia avvenuta nel 1861.
Il nuovo stato si dota di leggi omogenee ed efficienti, deliberando nel 1865 la legge n. 2248 sulla Sanità Pubblica. La legge definisce, *Capitolo IV Sepolture, inumazioni e cimiteri*, le modalità per la inumazione e per la disposizione dei cimiteri nelle aree periferiche dei centri urbani. Inoltre l'Art. 70 recita così: "Ogni comune dovrà avere uno o più cimiteri di una estensione sei volte maggiore dell'area necessaria per seppellire il numero presunto dei morti di ciascun anno. I comuni che alla data del presente regolamento non avessero cimitero pubblico dovranno costruirlo e porlo in uso tutto al più tardi per il 14 gennaio 1867". La norma impone la costruzione di cimiteri fuori le mura e innesca un processo che coinvolge tutta l'Italia postunitaria.
A Messina il bando per il progetto del cimitero è del 1854, ma i primi lavori si ebbero, non a caso, nel 1867. Il vincitore, l'architetto messinese Leone Savoia è contemporaneamente, il progettista del cimitero di Catania. La realizzazione dei cimiteri monumentali in questo periodo storico è dunque significativa per la comprensione dello sviluppo urbano e del linguaggio architettonico che da un lato affonda le sue radici nel classicismo e dall'altro è fra i primissimi esempi di architettura post-unitaria.

Il famedio di Leone Savoja

Leone Savoja (Messina 1814-1885) rappresenta una figura di tutto rispetto nel panorama culturale siciliano del secondo Ottocento grazie soprattutto alla progettazione del Gran Camposanto a Messina [1]. L' impegno nella progettazione di strutture cimiteriali di carattere monumentale risulta la componente più rilevante della sua attività di architetto, un ambito che è stato affrontato con ampi risvolti culturali che hanno comportato scelte di campo e di riferimenti rispetto al dibattito architettonico non solo col territorio di pertinenza, ma anche con altre realtà nazionali.
Il progetto risale al 1854, data degli esiti del bando di concorso indetto dal Comune di Messina, mentre la realizzazione parziale inizia dopo l'Unità d'Italia, nel 1865, con l'inaugurazione nel 1872.
Leone Savoja, nell'affrontare le questioni relative al progetto, approfondisce i termini funzionali delle strutture cimiteriali e si affida a un linguaggio di stampo neoclassico celebrativo, consono ad una architettura monumentale ampiamente diffusa nell'Europa di quel periodo. Le sue frequentazioni tedesche e francesi lo portano ad apprezzare particolarmente le architetture di Schinkel e di Viollet-le-Duc, ma anche quelle di Giovanni Battista Basile e di Carlo Barabino, progettista del cimitero monumentale genovese di Staglieno. Gli aspetti semantici dell'architettura neoclassica risultano i più appropriati per il decoro e la rappresentatività della città di Messina, un linguaggio aulico adatto a rappresentare la memoria di una comunità che intende celebrare nel Famedio le figure più autorevoli della città.
Ad oggi il Cimitero Monumentale di Messina è una delle poche testimonianze storiche

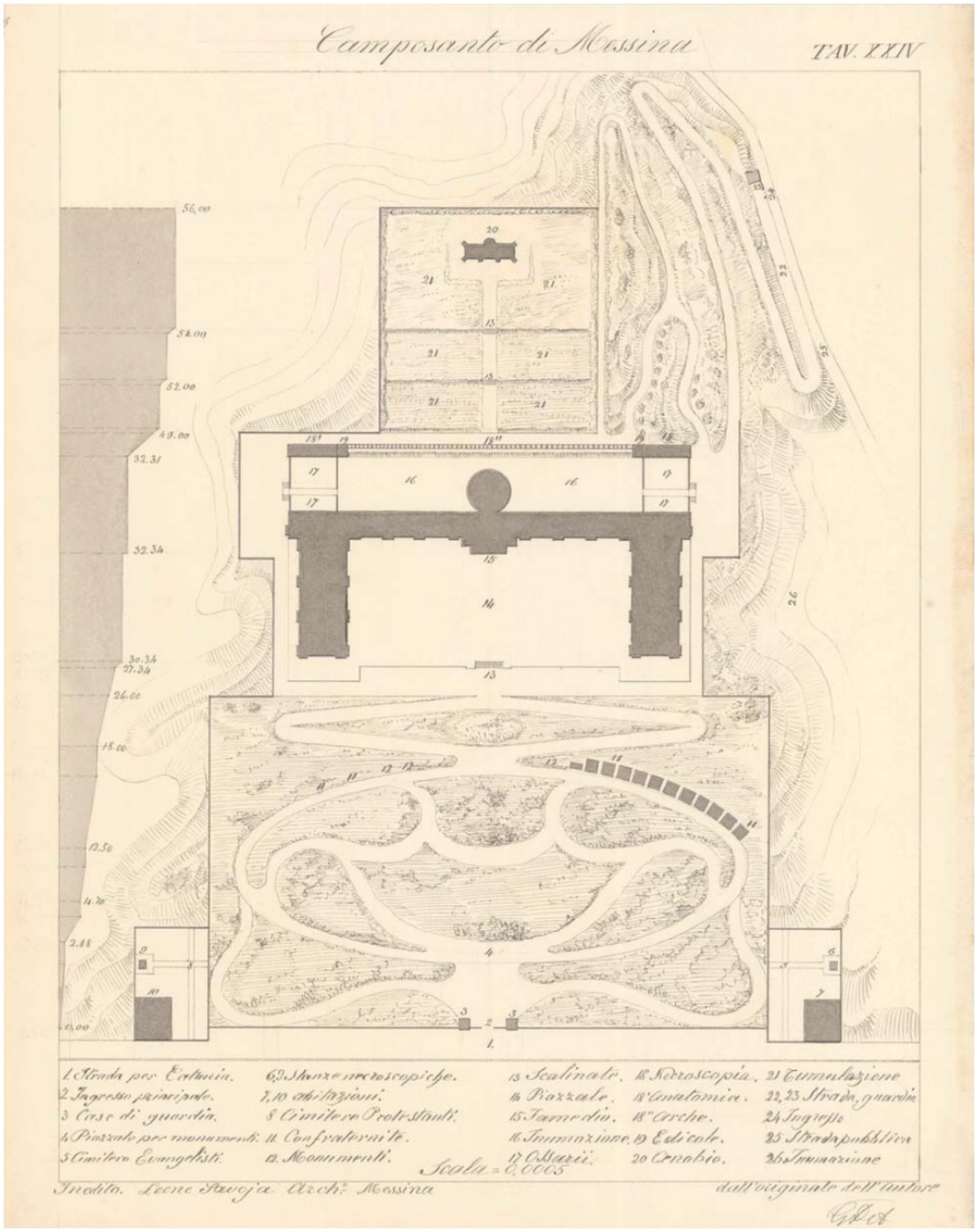


Fig. 3 - Planimetria generale del cimitero, disegno su cartoncino, archivio Giuseppe Damiani Almeida, Palermo.

e architettoniche sopravvissute al terremoto del 28 dicembre 1908. Le ragioni di tipo igienico-sanitarie determinano la scelta dell'area fuori dal centro urbano, e l'impianto è ideato come una sorta di parco urbano (città dei morti per i vivi) secondo la

letteratura romantica del periodo. Il sito risulta una sorta di collina degradante con un paesaggio aperto verso il mare. Data la morfologia della collina, si è scelto un impianto monumentale di tipo mono-assiale che, dall'ingresso principale, conduce all'edificio più caratterizzante del progetto, il famedio, nodo dell'intero complesso cimiteriale, che si apre come un abbraccio con una forma geometrica a "C" sulla collina e segna al centro il Pantheon da cui si diramano a destra e a sinistra due bracci simmetrici scanditi da gallerie e portici ove riposano i più illustri uomini messinesi (Fig. 3).
Il famedio è il punto di analisi di questo studio: si tratta di una struttura destinata alla sepoltura o alla memoria di personaggi illustri, e costituisce la parte monumentale dei grandi cimiteri cittadini. Il termine moderno, coniato nel 1869 dal latino *fama - aedes*, "tempio della fama", diviene una tipologia architettonica adottata, oltre che a Messina, anche nei coevi cimiteri monumentali di Milano, Mantova, Padova, Torino e Ferrara. Il famedio, per la sua stessa natura, non ha una caratteristica forma planimetrica anche se la forma centrica è tuttavia la più comune; una planimetria particolare ha il "famedio degli illustri professori" nel cimitero della Certosa in Bologna; si tratta di un rettangolo allungato ai cui lati minori si giustappongono due esedre. I famedi sorgono comunemente nei posti più evidenti e centrali del cimitero, come nel Monumentale a Milano, in quello di Staglieno a Genova e così anche per quello di Messina si è privilegiata la parte alta dominante il parco.
L'impatto percettivo che ne deriva è quello di una estetica che può definirsi "fisiologica", comprensibile ed emozionale, capace di dare serenità e condivisione di sentimenti [2]. Lo stile neoclassico monumentale del famedio predilige una struttura con un primo asse di simmetria trasversale passante per il pantheon, e due assi di simmetria laterali che riguardano la chiusura a "C" della struttura lunga 190 metri. Tutto ciò genera un ordine semantico che mette in gerarchia i volumi interni e la cadenza pieni e vuoti delle gallerie.
Il monumento di Leone Savoja ha il merito di aver definito un ritorno ai concetti vitruviani, ai principi di proporzione, di simmetria, di euritmia che ha portato ad una analisi grafica che si basa su schemi geometrici applicati a spazi e volumi. Oltre alla struttura modulare, ricostruita sulla base del progetto e del rilievo, si evidenzia una decorazione plastica architettonica e ornamentale che veste la nudità essenziale delle superfici geometriche su cui rapporti e proporzioni di massa, e simmetrie e euritmie nel gioco dei vuoti e dei pieni possono più direttamente valutarsi e studiarsi e tradursi in "schemi regolatori".
L'estetica geometrica di quest'opera è estetica di contenuto con un chiaro richiamo ai trattatisti del Rinascimento che hanno dato a questa ritmicità di pieni e vuoti il nome di "prosodia architettonica" [3] che, fissando i rapporti degli ordini, lascia spazio alla inventiva progettuale dell'architetto. Altro riferimento che appare palese nella riproposizione formale degli elementi neoclassici del famedio, appare quello del razionalismo illuminista di Henri Labrouste, (1801-1875), e delle formulazioni tipologiche di Jean-Nicolas-Louis Durand (1760-1834); l'analisi volumetrica rivela la

Fig. 4 - Foto d'archivio con evidenziati momenti precedenti (in alto) e successivi al terremoto del 1908.

gerarchia dei volumi che hanno come elementi dominanti quello innalzato nella parte centrale corrispondente al pantheon e i due contrappunti determinati dalle due ali laterali simmetriche terminanti con due scalinate.

Documentazione d'archivio e rilievo digitale

Il flusso di lavoro ha preso avvio dalla ricerca d'archivio e dalla ricostruzione informativa circa le vicende che hanno comportato la defunzionalizzazione della struttura. Oltre al terremoto del 1908 (Fig. 4), furono i bombardamenti della seconda guerra mondiale a danneggiare il Gran Camposanto, coinvolgendo in particolare il Cenobio e la galleria monumentale. Le informazioni custodite presso l'archivio di stato di Messina offrono informazioni utili sul ciclo di vita della struttura, tuttavia, in riferimento al lavoro qui esposto, la principale fonte archivistica, dal punto di vista grafico, è custodita presso l'archivio Damiani Almeyda di Palermo. L'archivio palermitano custodisce documenti fondamentali dal punto di vista della rappresentazione, utili alla ricostruzione dell'idea progettuale prefigurata dall'autore. Tali documenti sono indispensabili per entrare nell'ottica di quello che è stato il progetto originale, oggi andato perduto. L'Archivio Damiani custodisce al suo interno una fitta documentazione, costituita non soltanto dalla corrispondenza intercorsa tra Giuseppe Damiani Almeyda e Leone Savoja, ma anche dalle riproduzioni del progetto. Il Savoja inviò al Damiani copia del progetto da lui redatto per il cimitero monumentale di Messina, poiché quest'ultimo era interessato allo studio di tale architettura ai fini accademici. Le tavole si conservano in

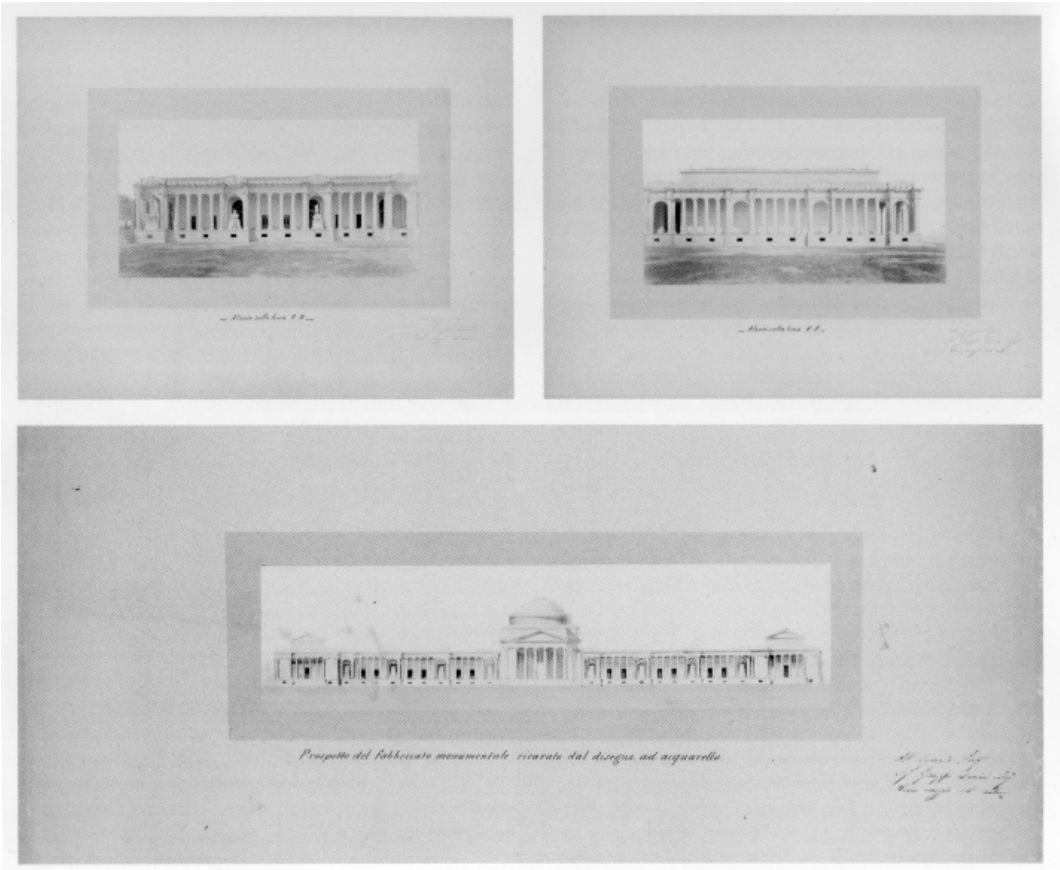


Fig. 5 - Elaborati di progetto, albumine, archivio Giuseppe Damiani Almeida, Palermo.

misura maggiore in copia fotografica (Fig. 5), si tratta di otto stampe all'albumina con dedica del Savoja all'Almeyda, raffiguranti il prospetto principale e le rappresentazioni prospettiche. Sono presenti inoltre due disegni su cartoncino, realizzati dall'Almeyda, dagli originali dell'autore, raffiguranti rispettivamente la planimetria generale e la pianta dell'edificio accompagnata da una prospettiva. Attraverso la ricerca d'archivio, la ricerca bibliografica e la raccolta di fotografie d'epoca è stato possibile ricostruire lo sviluppo dell'architettura in relazione agli eventi storici, ed acquisire tutta quella documentazione utile all'analisi grafica finalizzata alla ricostruzione digitale.

Il rilievo

Il famedio del Gran Camposanto non ha mai raggiunto una forma che può dirsi compiuta. L'ambizioso progetto di Leone Savoia, che prevedeva la copertura di un'area di circa due ettari, era caratterizzato da un edificio con pantheon centrale e due bracci laterali simmetrici. La non aderenza dello stato di fatto al progetto originario, dovuta a quella serie di traversie di cui si è accentato, lo vede oggi incompleto. Le operazioni di rilievo architettonico sono state indirizzate a restituire una documentazione dello stato

Fig. 6 - Nuvola di punti ottenuta da drone (elaborazione L. Pizzonia).

Fig. 7 - Nuvole di punti ottenute da drone (in alto) e da laser scanner (elaborazione L. Pizzonia).

di fatto ed a verificare la corrispondenza metrica tra quanto ricavabile dagli elaborati grafici di progetto e quanto realizzato.
Le operazioni di rilievo, di tipo integrato, sono state volte a restituire sia una visione d'insieme dell'area, che una restituzione di dettaglio. Sono stati condotti un rilievo con

laser scanner ed un rilievo aerofotogrammetrico da drone (Fig. 6-7) Per l'esecuzione del rilievo con laser scanner è stato utilizzato un laser FARO 3D focus x330. I dati acquisiti sono stati processati con il software Scene. Le scansioni sono state collocate per mezzo di target di riferimento, sono state inoltre applicate le immagini e registrate. Per l'esecuzione del rilievo con tecniche di fotogrammetria aerea è stato utilizzato un aeromobile a pilotaggio remoto (APR) DJI Mavic 3 classic, dotato di fotocamera Hasselblad con CMOS da 4/3. Le riprese fotografiche sono state effettuate seguendo uno schema a doppia griglia: una prima per l'acquisizione di immagini fotografiche nadirali ed una seconda, finalizzata ad una migliore definizione dei prospetti, con l'asse ottico inclinato di 45°. I dati acquisiti sono stati processati mediante l'utilizzo del software Agisoft Metashape. Sono state acquisite 226 camere, calcolati 193.414 punti di vincolo e prodotta una nuvola densa composta da 22.807.447 punti. Gli elaborati di rilievo hanno permesso di verificare la corrispondenza tra il progetto del Savoja e quanto effettivamente costruito. Anche per quanto riguarda l'apparato decorativo si è trovato un effettivo riscontro tra i disegni d'archivio e quanto emerso a seguito del rilievo dello stato di fatto. Tra gli elementi decorativi più significativi si segnala la clessidra alata, contenuta entro i timpani aggettanti, simbolo della fugacità del tempo.

Dal modello digitale al modello analogico

Sulla base della documentazione d'archivio, e grazie agli esiti delle operazioni di rilevamento, è stato realizzato un modello digitale tridimensionale dell'intera struttura. I dati sono stati incrociati con l'obiettivo di produrre uno stato di fatto ideale, concepito quale realizzazione in scala delle intenzioni progettuali del Savoja. Ciò è stato possibile anche attraverso l'osservazione e l'analisi della documentazione grafica e fotografica successiva. Il processo di ricostruzione, avviato sulla base della pianta conservata presso l'archivio Damiani Almeida di Palermo, è stato verificato, sotto il duplice punto di vista metrico e morfologico, grazie a quanto materialmente emerso dal rilevamento delle strutture superstiti. Una prima fase ha visto il ridisegno ragionato dell'edificio, eseguito in ambiente CAD. Sono state disegnate le piante, i prospetti, le sezioni (Fig. 8) e studiati i dettagli architettonici in 2D. La fase successiva ha previsto la modellazione tridimensionale della struttura; si è scelto di proporre un modello del famedio relativo a quella interezza mai posseduta, e pertinente al progetto originario predisposto dal Savoja. Tale determinazione ha portato, tra l'altro, a prendere in considerazione, per la ricostruzione del pantheon, il modello circolare con colonnato interno, previsto dall'architetto. Questa soluzione architettonica, pervenutaci in pianta, si lascia intuire solo in parte in prospetto, tanto che attraverso l'osservazione dello stesso si può riscontrare una pressoché esatta aderenza con una soluzione successiva, relativa al progetto di ricostruzione di metà '900 predisposto dall'architetto E. Fleres. Questa seconda versione del pantheon prevedeva la realizzazione di una struttura semplificata, basata su una pianta quadrangolare, ed espressa dalla giustapposizione di una cupola

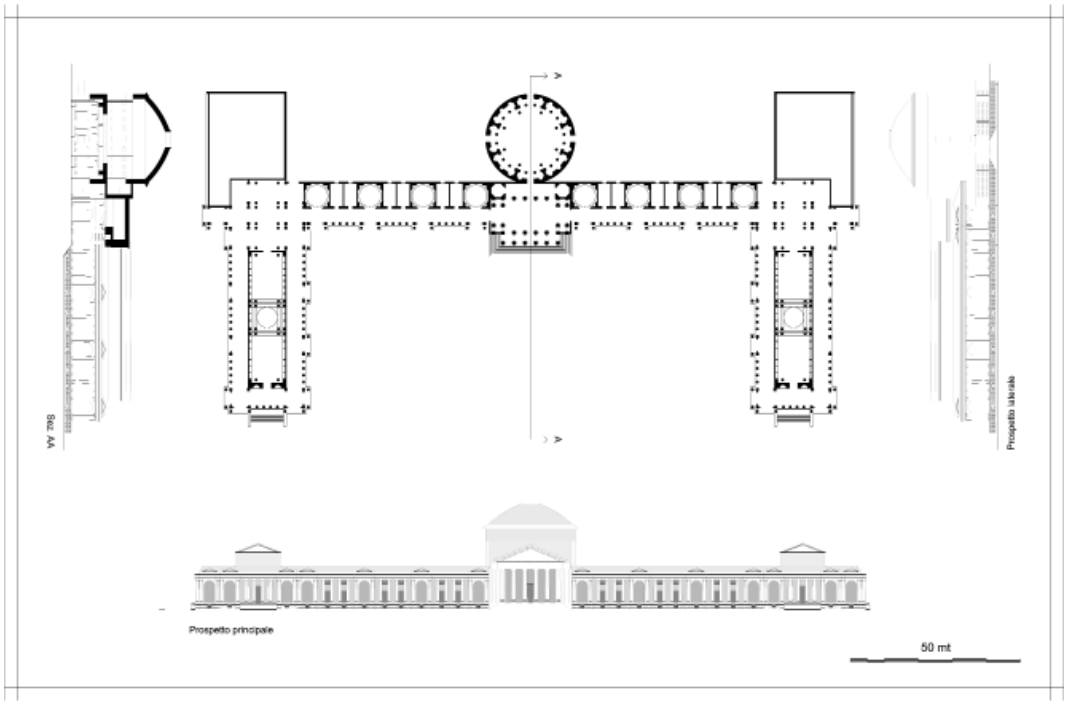


Fig. 8 - Elaborazioni bidimensionali, tavola esemplificativa (elaborazione F. Stilo).

ad uno spazio riconducibile al parallelepipedo. Ad ogni modo, limitatamente a tale porzione di edificio, la scelta compiuta, ha determinato inevitabilmente un certo grado di libertà nella ricostruzione.

Relativamente alle strutture superstiti, le nuvole di punti, secondo i due livelli di dettaglio sopra citati, poste in scala e georeferenziate, hanno consentito la verifica step by step dei disegni, con particolare riferimento ai prospetti e alla pianta. Diversamente, per la modellazione degli ambienti interni, degli intradossi delle coperture, e più in generale rispetto a quanto andato materialmente disperso, si è potuto fare ricorso alla documentazione grafica e fotografica disponibile. Il modello digitale finalizzato alla produzione del modello analogico attraverso l'uso di stampante 3D, è stato prodotto secondo un criterio di semplificazione dell'apparato decorativo e di tutti quei dettagli non visibili ad una scala adatta alla stampa. Il rapporto di riduzione ritenuto più conveniente per la realizzazione del modello analogico è stato fissato alla scala di 1:200. La stampa è stata eseguita per mezzo di stampanti UltiMaker S5, alimentate con PLA bianco di diametro 2,85 mm, ed in grado di gestire volumi di stampa pari a 330 x 240 x 300 mm. Il tempo di stampa complessivo, superiore alle 50 ore, è stato ridotto grazie all'impiego simultaneo di più stampanti. Il modello è stato diviso in 12 sezioni, successivamente assemblate su un supporto ligneo verniciato nero (Fig. 8). Considerando l'asse di simmetria principale che divide il pantheon, la parte di edificio ricadente a sinistra di tale asse è stata stampata dal basamento fino alla copertura,

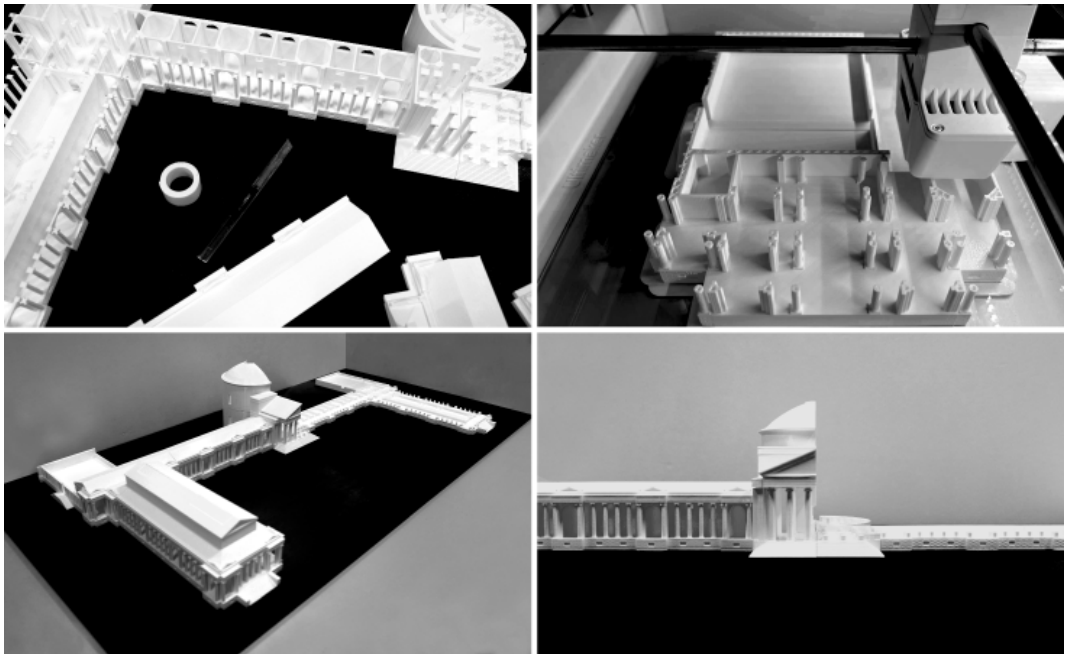


Fig. 10 - Realizzazione del modello (elaborazione degli autori).

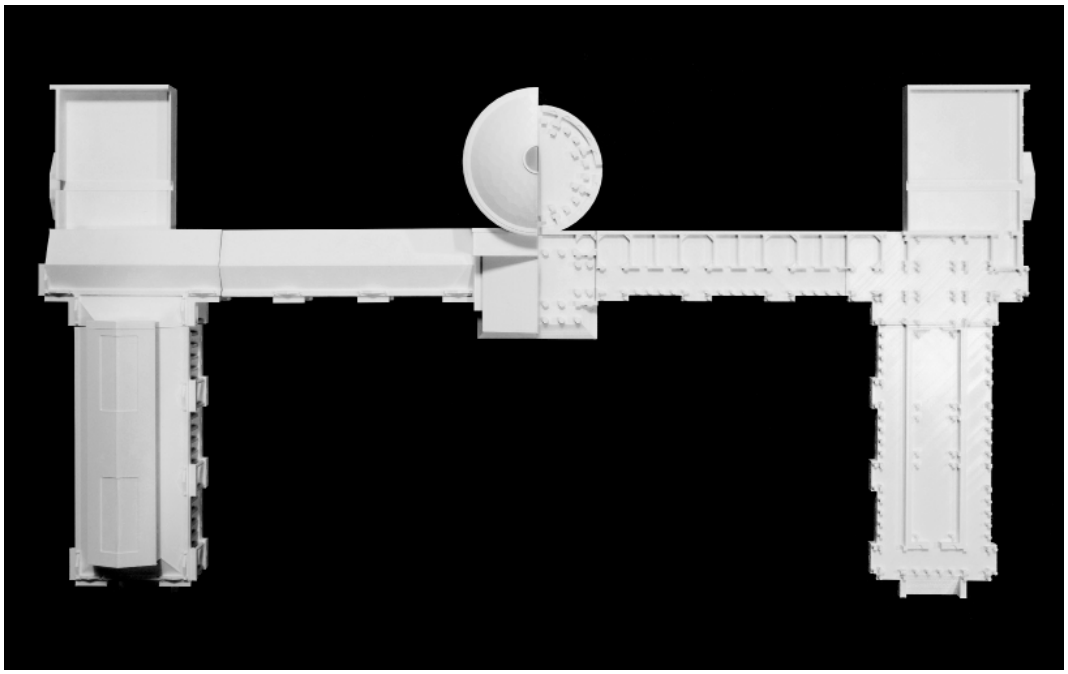


Fig. 11 - Modello tridimensionale del famedio di Leone Savoja (elaborazione degli autori).

diversamente la porzione ricadente a destra dello stesso asse è stata stampata 'in pianta', sezionata cioè orizzontalmente alla misura reale di 120 cm oltre il piano di calpestio rialzato (+ 230 cm) definito dal basamento (Fig. 9).

Conclusioni

Il contributo si inserisce nel contesto proposto dalla call, quello delle architetture *in*-accessibili, presentando tre livelli di inaccessibilità e collocandosi nella sessione modellare. Ad oggi il famedio presenta diversi livelli di inaccessibilità, infatti, rispetto a quanto pianificato complessivamente dal progetto del Savoja, vi sono:

- un'ala non accessibile perché mai realizzata;
- una porzione non più accessibile perché andata distrutta;
- una complessiva inaccessibilità delle strutture superstiti determinata dal fatto che le stesse, ridotte allo stato di rovina, sono considerate pericolanti, e quindi solo parzialmente fruibili.

La costruzione del modello digitale e la sua trasposizione analogica, attraverso l'impiego di stampante 3D, hanno permesso la rappresentazione di un'immagine mai compiutamente realizzatasi, se non negli elaborati progettuali prodotti dal Savoja, in parte andati dispersi. Il famedio del cimitero monumentale di Messina trova così, nello spazio tridimensionale fisico e digitale, una sua materiale esistenza, seppure sotto forma di modello in scala ridotta. La costruzione del modello digitale, così come la sua traduzione analogia, aprono la strada ad una molteplicità di applicazioni che possono essere sviluppate tanto sul piano fisico che sul piano virtuale. Tra le prospettive di ricerca si segnalano la possibilità di un ulteriore affinamento del modello digitale stesso, anche sotto il profilo materico e cromatico, finalizzato ad una sua predisposizione per la fruizione virtuale immersiva attraverso l'impiego di software e hardware per la realtà virtuale VR. Si prevede inoltre la possibilità di differenziare, attraverso opportuni espedienti grafici, le tre parti: superstite, distrutta, mai realizzata. Questa operazione può trovare applicazione sia in digitale, attraverso un differente trattamento cromatico e materico delle diverse sezioni, che in relazione al modello tridimensionale analogico. Infine, una ulteriore occasione di approfondimento è suggerita dalla scelta di rappresentare in pianta e a rilievo una porzione significativa del modello tridimensionale; ciò permette di avviare un ragionamento che esprime le proprie relazioni con il concetto di inclusività, attraverso la fruizione aptica.

Note

[1] Si veda il capitolo Leone Savoja e la progettazione di cimiteri in Sicilia, in Caminiti, A. M., 2013, pp. 83-110.

[2] L'argomento è affrontato anche nel volume di Burke 'Inchiesta sul bello e il sublime', pubblicato nel 1757 e ampliato nel 1759.

[3] Per un approfondimento si veda Caronia R. (1949).

Riconoscimenti

Del presente contributo, di cui gli autori hanno condiviso l'impianto metodologico, Francesca Fatta ha redatto il paragrafo 'Il famedio di Leone Savoja'; Marinella Arena ha redatto 'Inquadramento storico-culturale'; Francesco Stilo ha redatto 'Dal modello digitale al modello analogico' e 'Conclusioni'; Lorella Pizzonia ha redatto 'Documentazione d'archivio e rilievo digitale' e 'Il rilievo'. Il modello tridimensionale è stato elaborato e stampato da Francesco Stilo e Lorella Pizzonia.

Riferimenti bibliografici

Amato A., Conti Nibali A., Maggio F. (1991). *Il famedio di Leone Savoja: dalle necropoli di età preistorica al Gran Camposanto di Messina*. Associazione culturale degli Insiemi.

Arena A. (2018). Il Famedio del Cimitero Monumentale di Messina: possibili chiavi di lettura di un organismo architettonico. In R. Salerno (ed.), *Rappresentazione materiale/immateriale, 40° Convegno Internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione, quindicesimo congresso UID*, Milano, 13-14-15 settembre 2018, (pp. 285-292). Franco Angeli.

Avella F. (2016). Un progetto non realizzato: il Gran Cimitero di Giuseppe Damiani Almeyda. Dai disegni di archivio alla ricostruzione tridimensionale. In Echeverría Valiente E., Castaño Perea E. (eds.), *El arquitecto, de la tradición al siglo XXI. Docencia e investicación en expresión graficá arquitectonica, atti del XVI Congreso Internacional de Expresión Graficá Arquitectonica*, Alcalá de Henares (Madrid), España, 2 y 3 de Junio 2016, (pp. 1053-1060).

Attard, G. (1926). *Messinesi insigni del sec. XIX sepolti al Gran Camposanto (Epigrafi, Schizzi Biografici)*. D'Amico.

Burke, E. (2020). *Inchiesta sul bello e il sublime*. Aestetica ed.

Caminiti, M. A. (2013). *Recinti sacri. I complessi cimiteriali come elemento di costruzione del paesaggio*. Magika.

Caronia, R. (1949). *Introduzione allo studio della composizione architettonica*. Pantea.

Cianciolo Cosentino, G. (2007). Il Gran Camposanto di Messina. In M. Giuffrè, F. Mangone, S. Pace, & O. Selvafolta (Eds.), *L'architettura della memoria in italia. Cimiteri, monumenti e città*. (pp. 1750-1939). Skira.

Damiani Almeyda, G. (2005). *Storia dell'arte moderna italiana per «Hanbuch der Architecktur»*. Anteprima.

Molonia, G., Azzolina, P. (eds.) (2000). *Un libro aperto sulla città: Il gran camposanto di Messina*. Provincia di Messina, assessorato alla cultura.

ESPLORARE

PRESENTAZIONE DELLA SEZIONE

Irene Cazzaro, Fabrizio Natta, Marta Pileri

I contributi raccolti nella sezione ***ESPLORARE*** indagano le diverse modalità con cui le tecnologie digitali possono riportare alla luce un patrimonio architettonico e culturale altrimenti dimenticato o inaccessibile. Questi strumenti non si limitano alla visualizzazione, ma aprono la strada a nuove possibilità di fruizione e valorizzazione di un passato più o meno lontano.

Ogni contributo di questa sezione mette in luce uno specifico aspetto di questa tematica: dal potenziale della modellazione digitale per rendere presenti progetti mai realizzati, fino alla digitalizzazione come strumento per un'analisi inclusiva di architetture e paesaggi, evidenziando inoltre come l'uso di *repository* possa garantire l'accessibilità e la sostenibilità dei modelli 3D nel tempo. Un tema centrale è l'interazione tra mondo fisico e virtuale, resa possibile da piattaforme che superano i limiti della rappresentazione tradizionale offrendo esperienze immersive. Realtà virtuale e realtà aumentata trasformano la percezione degli spazi, rendendo tangibili questi progetti, a diverse scale, altrimenti inaccessibili. Altro elemento significativo è il coinvolgimento del pubblico, che viene stimolato attraverso strumenti come *serious games* o applicazioni di *crowdsourcing* per la conservazione del patrimonio. La documentazione digitale, infine, non si limita alla rappresentazione visiva, ma integra una dimensione narrativa e conoscitiva, approfondendo l'interazione con il patrimonio culturale.
Questa sezione evidenzia come la modellazione digitale, attraverso l'integrazione di strumenti e metodologie avanzate, apra nuove prospettive per lo studio, la fruizione e la valorizzazione del patrimonio inaccessibile, applicando le sue potenzialità comunicative, educative e conoscitive alle sfide legate alla sostenibilità tecnologica e alla necessità di garantire un'interpretazione e una contestualizzazione storica accurate.

Nel suo articolo *Egle Renata Trincanato. Drawings and digital models of a design competition, 1942*, Starlight Vattano si addentra nell'esplorazione del patrimonio architettonico non realizzato attraverso la modellazione digitale. L'autrice utilizza i disegni di concorso di Trincanato per un progetto di scuole all'aperto a Venezia del 1942, mostrando come il modello digitale possa "rendere presente" l'architettura, consentendo una navigazione virtuale dell'organismo architettonico mai costruito e apprezzandone le qualità spaziali e plastiche.

Sonia Mollica, in *Viaggi costieri: tra patrimoni inaccessibili e architetture mai realizzate*, esplora i viaggi costieri tra i fari, percorrendo architetture esistenti, distrutte o mai realizzate. La digitalizzazione, ottenuta tramite la documentazione dell'Album dei Fari e promossa dal Ministero dei Lavori Pubblici, consente una lettura inclusiva e immaginifica delle coste italiane e delle loro preesistenze storiche.

Nella ricerca *WissKI 3D Repository as a tool for the preservation and exploration of 3D models of cultural heritage*, Igor Bajena e Piotr Kuroczyński presentano WissKI 3D Repository, una piattaforma open-source per l'esplorazione del patrimonio culturale attraverso modelli 3D. Basato su un approccio Semantic Web con l'uso di ontologie come CIDOC CRM e OntSciDoc3D, il repository garantisce documentazione accurata e accessibilità a lungo termine, promuovendo interoperabilità e sostenibilità dei dati.

Il contributo *L'uso del Metaverso per la fruizione condivisa e interattiva delle informazioni storiche d'archivio*, di Silvia La Placa e Francesca Galasso, esamina la ricostruzione virtuale dell'Esposizione Internazionale del 1906 a Milano, al fine di valorizzarne la memoria storica: i padiglioni demoliti vengono modellati e analizzati tramite Unity e Mozilla Hub. Il confronto evidenzia limiti e potenzialità delle piattaforme nonché la promozione di nuove modalità percettive.

Con *Rediscovering and re-functionalizing a forgotten heritage through digital representation techniques. Enzo Venturelli's aquarium-retilarium for a Museum of Japanese Comics and Animation in Turin*, Elisabetta C. Giovannini, Valeria Minucciani e Vittorio Bottari esplorano la rifunzionalizzazione digitale dell'acquario-rettilario di Enzo Venturelli a Torino. Grazie a un virtual tour immersivo, l'edificio diventa accessibile e valorizzabile, immaginandone un nuovo utilizzo

come Museo del Fumetto e dell'Animazione Giapponese. La forma a coccodrillo dell'edificio si presta perfettamente a richiamare i temi dei manga giapponesi.

Le potenzialità dell'integrazione tra documenti d'archivio e tecnologie digitali per creare nuove rappresentazioni urbane sono al centro del contributo *Other stories. Virtual reconstruction of different design hypotheses for Piazza d'Arogno in Trento* di Anna Maragno, Ambra Barbini, Elena Bernardini e Chiara Chioni. Attraverso l'uso di rilievi 3D low-cost e materiali storici, le autrici ricostruiscono virtualmente progetti mai realizzati confrontando immagini storiche e attuali. La metodologia, applicata a Piazza d'Arogno a Trento, porta alla generazione di modelli 3D esperibili in realtà virtuale e aumentata, con l'obiettivo di proporre una nuova iconografia urbana, capace di raccontare la città e le sue storie alternative in modo statico o interattivo.

Pedro G. Vindrola, Erika Elefante, Giuseppe Antuono e Pierpaolo D'Agostino approfondiscono l'utilizzo della Realtà Estesa per studiare e divulgare il patrimonio culturale, con l'obiettivo di migliorarne l'accessibilità. Nel contributo, *Realtà estesa all'eredità architettonica perduta. Il sistema di accesso meridionale alla Mostra d'Oltremare*, vengono descritti i sistemi di accesso meridionali della Mostra d'Oltremare di Napoli, in parte distrutti durante la guerra. Attraverso un sistema informativo multidimensionale sono stati ricreati elementi perduti, offrendo un'esperienza immersiva per il turismo culturale.

Esplorazione immersiva dello spazio disegnato di Andrea Pozzo. *La chiesa non realizzata di San Tommaso di Canterbury* è il titolo dello studio di Flavia Camagni, Marco Fasolo ed Elisa Guarino. Gli autori indagano l'uso della Realtà Virtuale (VR) per fruire progetti architettonici non realizzati, come la chiesa di San Tommaso di Canterbury a Roma. Due sistemi VR – Realtà Virtuale Vincolata (CVR) e Realtà Virtuale Interattiva (IVR) – permettono di esplorare digitalmente l'opera di Pozzo, offrendo un'esperienza immersiva e coinvolgente.

Nell'articolo *I cortili rinascimentali all'Aquila: un progetto per l'esplorazione di un patrimonio nascosto* viene esplicitato un patrimonio architettonico nascosto e poco accessibile. Attraverso strumenti digitali come mappe interattive e virtual tour Luca

Vespasiano e Stefano Brusaporci creano un sistema informativo integrato per la conoscenza di tali spazi, valorizzando una ricchezza culturale della città di L'Aquila.

L'utilità delle tecnologie digitali viene rinnovata nel contributo Progetto *Tracce d'Acqua* di Giulia Bocci, Giulia Grottolo, Valentina Marchegiani e Alessandra Marinucci. Sfruttando la Realtà Aumentata i visitatori divengono protagonisti di un gioco investigativo ambientato a Palazzo Barberini, le cui opere d'arte prendono vita. Ancora una volta la fruizione del patrimonio culturale in modo dinamico e accessibile diviene indispensabile per superare i limiti fisici del museo.

Nel contributo *Dal rilievo laser scanner al tour virtuale: un flusso di lavoro per favorire l'accessibilità al patrimonio costruito* Raffaele Argiolas descrive l'utilizzo delle tecnologie laser scanner per il rilievo del patrimonio architettonico, sottolineandone i vantaggi, come la rapidità e la precisione, che facilitano lo studio e la riproduzione digitale di edifici complessi. In particolare, si esplorano le potenzialità di trasformare questi rilievi in tour virtuali, che permettano di visitare edifici storici difficilmente accessibili. Il caso studio è la Chiesa della Speranza a Cagliari, il cui rilievo ha portato alla creazione di un tour virtuale basato su tecnologie web, arricchito da informazioni aggiuntive sull'architettura e sugli arredi.

Il progetto *Marburger Wissensräume – representing 500 years of university history in form of 4D reconstructions of cultural heritage*, che dà il titolo all'articolo di Peter Bell e Katharina Hefele, racconta la storia scientifica e universitaria di Marburgo attraverso i suoi edifici e interni, in vista del 500° anniversario dell'università nel 2027. Coinvolge la catalogazione di ricordi, fotografie e fonti, con il contributo di studenti tramite corsi e tirocini. Usando tecnologie come VR e AR, permette di esplorare virtualmente edifici storici, anche non accessibili, tramite modelli interattivi arricchiti con dati open access. Il progetto, transdisciplinare, mira a coniugare ricerca storica, digital humanities e sviluppo tecnologico per favorire la trasformazione digitale dell'università e offrire esperienze innovative per residenti, studenti e turisti.

Nel loro articolo *Marocco: viaggio virtuale nelle architetture di terra*, Marinella Arena e Paola Raffa propongono un progetto per la valorizzazione delle fragili architetture in terra cruda del sud del

Marocco. Tramite una piattaforma digitale di Crowd-Sourcing e un'app basata sulla fotogrammetria, il progetto coinvolge comunità locali e visitatori nel monitoraggio e nella documentazione degli edifici, consentendo di creare modelli 3D per la conservazione e la fruizione.

Annalisa Brancasi, nel suo studio *Il Quirinale come residenza imperiale francese: i progetti di Raffaele Stern*, descrive un progetto di ricerca focalizzato sui piani mai realizzati di Raffaele Stern per la ristrutturazione del Quirinale a Roma, durante il periodo in cui la città faceva parte dell'Impero Francese (dal 1809). Stern, nominato architetto dei Beni della Corona, progettò due proposte per trasformare la piazza del Quirinale e l'edificio principale, considerando il contesto urbano, orografico e architettonico. La ricerca si è basata su analisi storiche e documentali, creando modelli tridimensionali per ricostruire l'aspetto urbano del tempo e integrare le proposte progettuali. Questi modelli digitali sono stati utilizzati per produrre video render e esperienze immersive a 360°, offrendo una visione esplorabile della Roma che sarebbe potuta esistere secondo i piani di Stern.

Con *Online Games as a Pathway to Elevate World Cultural Heritage Conservation in China*, Ruitao Li e Xiaoxu Liang esplorano il potenziale dei videogiochi online per la conservazione del patrimonio culturale cinese. I serious game, insieme alle tecnologie di Realtà Estesa (XR), rendono la salvaguardia del patrimonio interattiva e coinvolgente, stimolando la partecipazione attiva del pubblico.

Nello studio *Preservare l'architettura tradizionale balinese: strategie digitali per la tutela di patrimoni culturali a rischio*, Massimiliano Lo Turco, Filiberto Chiabrando, Andrea Tomalini, Jacopo Bono ed Enrico Castorello propongono un approccio digitale innovativo. Attraverso librerie di oggetti 3D ottenuti tramite fotogrammetria e modellazione parametrica, è possibile ricostruire virtualmente edifici balinesi o sviluppare nuove proposte rispettando la tradizione. Piattaforme come Sketchfab e Umap rendono i modelli accessibili online, ampliandone la fruizione.

L'articolo *Reconstructive models and AR applications to archive drawings. Aldo Morbelli's forgotten architectures* di Fabrizio Natta, Roberta Spallone e Marco Vitali evidenzia il valore degli archivi di architettura come risorsa fondamentale per la ricerca

scientifica e la conservazione della memoria storica, con un focus sull'importanza della digitalizzazione e dell'uso di tecnologie come la realtà aumentata (AR). Si approfondisce l'analisi e la ricostruzione di progetti mai realizzati o di edifici demoliti, come la cascina Treves-Sacerdote di Aldo Morbelli, attraverso modelli 3D integrati in ambienti AR. Questi strumenti, sviluppati anche con il software Unity, permettono un'esplorazione immersiva e coinvolgente del patrimonio architettonico, offrendo nuove opportunità sia per studiosi che per il pubblico. L'approccio combinato di archivi, modellazione e AR si propone come metodo innovativo per preservare e studiare il passato architettonico.

Il contributo *Unbuilt buildings on the Campus of the National College of the city of La Plata, Buenos Aires, Argentina, in the period between 1904 and 1926. Knowledge and graphic dissemination* di Franco Oscar Morel, Fabiana Andrea Carbonari presenta uno studio grafico su progetti non realizzati per il campus della Scuola Nazionale di La Plata (Argentina) tra il 1904 e il 1926. Utilizzando planimetrie d'archivio, analizza le caratteristiche architettoniche, il contesto, i programmi e i linguaggi progettuali, influenzati dalle scuole francesi come l'École Polytechnique e l'École des Beaux-Arts. I progetti includono edifici per attività scientifiche, sportive e la Casa dello Studente, destinata all'Università di La Plata. Lo studio mira a valorizzare il patrimonio architettonico locale e creare modelli digitali per comprendere meglio questi progetti in relazione al contesto storico e al parco circostante.

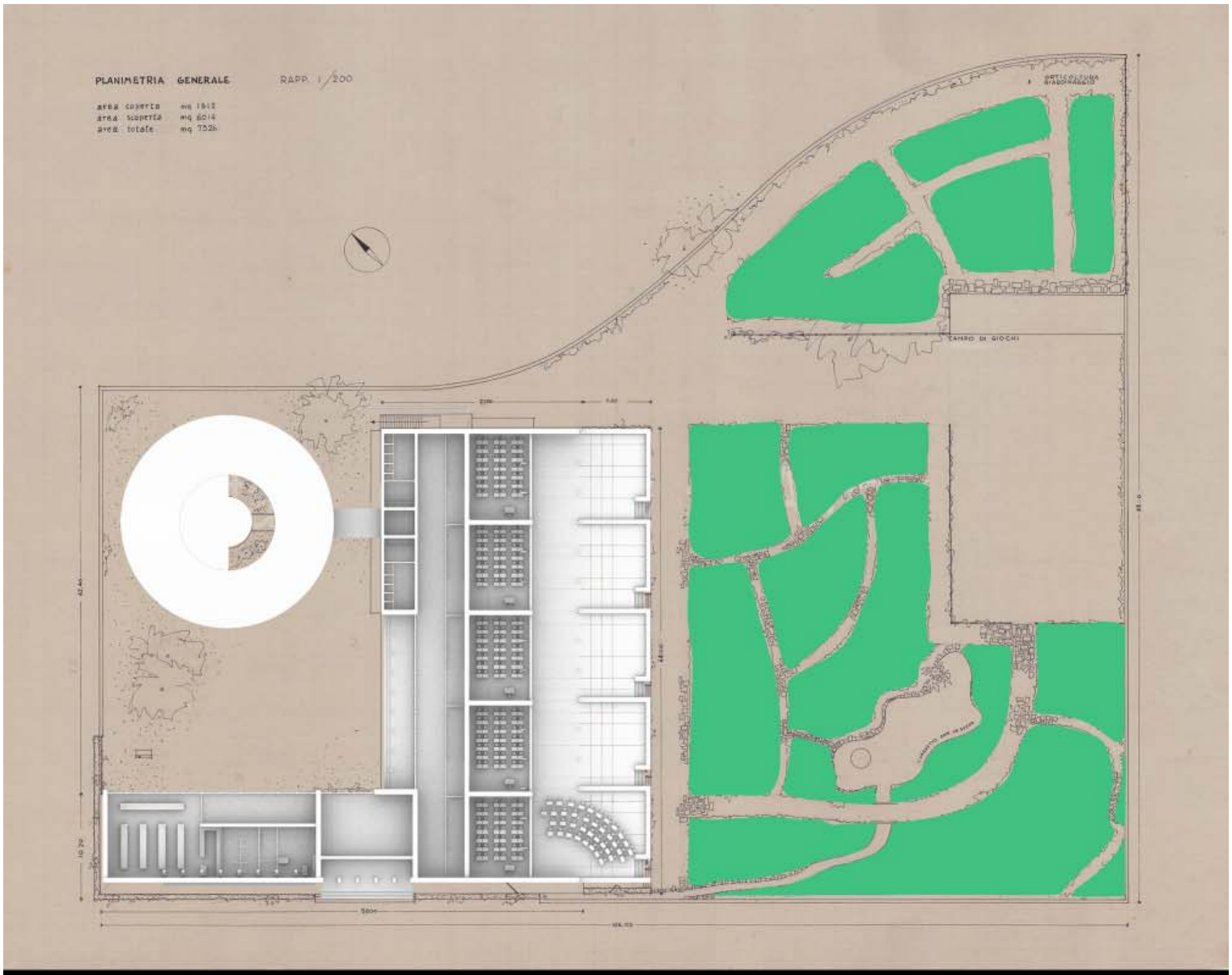
Il progetto de *La ricostruzione virtuale del patrimonio ecclesiastico post-sisma: il caso della chiesa di San Fortunato a Pinaco Arafranca, Amatrice* finanziato dal PNRR, mira alla ricostruzione virtuale della chiesa di San Fortunato ad Amatrice, danneggiata dal sisma del 2016. L'obiettivo di Davide Mezzino e Emma Moriconi è tramandare la conoscenza dell'edificio attraverso un'esplorazione virtuale online e onsite. La ricostruzione, realizzata con modellazione 3D, rappresentare le trasformazioni della chiesa nel tempo.

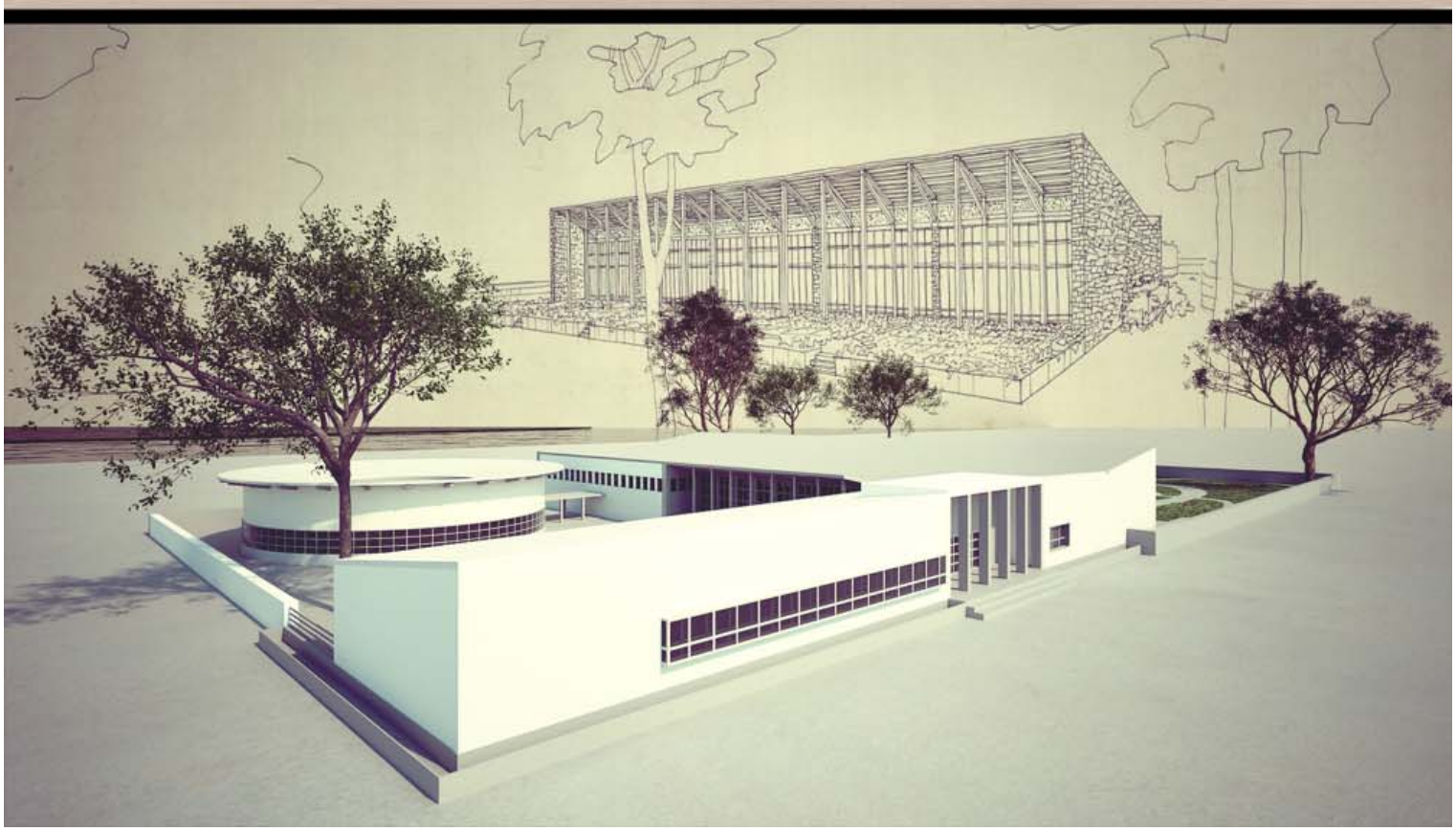
Infine, la modellazione tridimensionale ritrova forma nel progetto TOVIVA, narrato nel contributo *Documentazione digitale per la diffusione del patrimonio. Le torri di difesa del litorale Valenciano*. A cura di Pablo Rodríguez-Navarro, Teresa Gil-Piqueras e Andrea Ruggieri, il programma prevede la creazione di modelli 3D fotorealistici

e un catalogo su Sketchfab dei resti di antichi sistemi difensivi del Mediterraneo, abbandonati e inaccessibili.

In conclusione, la sezione tematica ***ESPLORARE*** invita il lettore alla riflessione sul ruolo trasformativo delle tecnologie digitali nello studio e nella valorizzazione del patrimonio culturale. I contributi dimostrano come tali strumenti superino i limiti fisici della fruizione, aprendo nuovi orizzonti alla conoscenza e all'accessibilità, stimolo di ulteriori ricerche e dibattiti critici.

ESPLORARE


PLANIMETRIA GENERALE
RAPP. 1/200
area coperta mq 1912
area scoperta mq 6014
area totale mq 7926
CAMPO DI GIOCHI



Egle Renata Trincanato. Drawings and digital models of a design competition, 1942

Starlight Vattano[1]

[1]Department of Civil, Environmental and Mechanical Engineering (DICAM), University of Trento, Trento, ITALY

starlight.vattano@unitn.it

Keywords: Graphic interpretation; Re-drawing; Unbuilt architecture; Gender studies; Virtual experience / *Interpretazione grafica; Ridisegno; Architettura non costruita; Studi di genere; Esperienza virtuale.*

Abstract

Retracing the spatialities of an architectural project in the unbuilt architecture archival drawings implies an interpretive act linking the presence of the image with the absence of the executed work. In this absence, in which a distance (temporal, physical, graphic) between the drawing and the materialization of the image itself is recognizable, the drawing leads to think about the distance between the model and its possible manifestations in a game of appearance/disappearance of the object and its image.
In the archival document, those spatial qualities related to light, wall articulation, altimetric development, expansions and compressions of the architectural body in the project drawing are contained. These compositional values are directly returned in the sketches, in the annotations on the drawings in double projection, in the three-dimensionality of the axonometric and perspective representations, and are arranged in an order that enables the replication of recognizable geometric figures for the definition of a new narrative.
The article aims at the graphic restitution of the competition designs that Egle Renata Trincanato drew up for the construction of outdoor schools to be built in Venice, 1942. Starting from the existing documentation, the elaboration of the digital model intends to explore the graphic issues between the archival drawing and the new digital image, tracing the cross-references and thematic connections between the operations and possible renderings.
The digital model establishes an intermediate phase of restitution of the graphic operation, it fosters a navigation of the unrealized architectural organism, returning a heterogeneous temporality of the archival image; a synthesis pronounced by the relationship between light and architectural volume with respect to which to learn the plasticity and development in space and time of the drawing.
In this condition of looking, a graphic autonomy is made explicit that allows the narrative of the digital to be traced back to the points of observation recorded in the project drawing; the model is understood here as an image, as eidolon, mimetic artifice: the idol that presentifies by emphasizing the gulf between the world of things and that of their respective representations. It takes on symbolic value because it makes present a being in a form that it each time transcends.

Ripercorrere le spazialità di un progetto di architettura nei disegni d'archivio di una realtà mai costruita

Fig. 1 – Perspective view, from a digital model, of the school designed by E. R. Trincanato, including an original perspective sketch, © Archivio Progetti Iuav (Graphic elaboration by S. Vattano).

implica un atto interpretativo che lega la presenza dell'immagine con l'assenza dell'opera realizzata. In questa assenza, in cui è riconoscibile una distanza (temporale, fisica, grafica) tra il disegnare e il concretizzarsi dell'immagine stessa, il disegno conduce a pensare alla distanza tra il modello e le sue manifestazioni possibili in un gioco di apparizione/sparizione dell'oggetto e della sua immagine.
Nel documento d'archivio, nel disegno di progetto sono già contenute quelle qualità spaziali legate alla luce, all'articolazione muraria, allo sviluppo altimetrico, alle dilatazioni e alle compressioni del corpo architettonico. Questi valori compositivi sono direttamente restituiti negli schizzi, nelle annotazioni sui disegni in doppia proiezione, nella tridimensionalità delle rappresentazioni assonometriche e prospettiche e si dispongono secondo un ordine che permette di replicare figure geometriche riconoscibili per la definizione di una nuova narrazione.
L'articolo mira alla restituzione grafica dei progetti di concorso che Egle Renata Trincanato elaborò per la realizzazione di scuole all'aperto da costruirsi a Venezia, del 1942. A partire dalla documentazione esistente, l'elaborazione del modello digitale intende esplorare le questioni grafiche che intercorrono tra il disegno d'archivio e la nuova immagine digitale, rintracciando i rimandi e le connessioni tematiche tra le operazioni e le restituzioni possibili.
Il modello digitale istituisce una fase intermedia di restituzione dell'operazione grafica, esso favorisce una navigazione dell'organismo architettonico non realizzato, restituendo un'eterogenea temporalità dell'immagine d'archivio; una sintesi pronunciata dal rapporto tra luce e volume architettonico rispetto alla quale apprendere la plasticità e lo sviluppo nello spazio e nel tempo del disegno.
In questa condizione del guardare, viene esplicitata un'autonomia grafica che lascia ricondurre la narrazione del digitale ai punti di osservazione registrati nel disegno di progetto; il modello è inteso qui come immagine, come eidolon, artificio mimetico: l'idolo che presentifica sottolineando l'abisso che intercorre tra il mondo delle cose e quello delle rispettive rappresentazioni. Esso assume valore simbolico perché rende presente un essere in una forma che ogni volta oltrepassa.

1. Egle Renata Trincanato. Theory and practice

Egle Renata Trincanato was born on 3 June 1910 in Rome. During her childhood she lived between Mira, Trieste and Fiume, finally settling in Venice in 1926.
She was the first woman, from the Venetian university, to graduate in architecture with Guido Cirilli, in 1938, but already the year before, with Palermo's architect Giuseppe Samonà – one of her professors at the Regio Istituto Superiore di Architettura – she established a collaborative relationship in both the university and professional spheres [1].
Following her early studies on urban morphology and the Venetian residential building fabric, she published her best-known work, *Venezia Minore*, in 1948, a volume in which she addressed issues related to Venetian town planning and construction, together with an in-depth investigation of the city's construction and architectural elements. She enriched this work of reconnaissance and historical-critical cataloguing, from the urban to the detailed scale, with sketches and annotations on the Castello and Dorsoduro districts [2], proposing a historical synthesis of Venice, with the aim of grasping the socio-historical tradition of its urban structure, "assimilating [...] the suggestions of the expressive and organic facts of the physical world" [3] (Tentori, 1997, p. 187) [4].
In E. R. Trincanato's work, drawing represents the place of project study, verification, cataloguing and description. Through drawing, the architect investigates the forms of the built environment, the elements and building types that characterise the city.

As the work realised for *Venezia minore* testifies, if drawing is the restitution of architectural spatiality, the survey returns the measure of the city. The graphic reconstructions provide an opportunity to hypothesise the buildings in their original form, without necessarily having to adhere to the state of affairs: "this minor Venice remains an almost unknown dimension of the city, while still constituting its most authentic and vital structure, in the sense that it represents (or should represent) the Venice of most of its citizens" (Salvadori, 1978, p. 7).
Her involvement in academic activity, intertwined with her studies on the Venetian city, saw her engaged in courses on 'Elements of architecture and survey of monuments', starting in 1939 [5], in parallel with studies of Venetian residential building morphology and fabric (Scimemi & Tonicello, 2008). Her analytical reading of Venetian architecture reveals a high poetic sense of understanding the plasticity and functions of the project: "These are very poor eighteenth-century houses in the decentralised locality of San Nicolò dei Mendicoli [...] The dividing wall supports the ridge of the roof, according to the well-known recurring type in late minor architecture; but the staircases, while serving several flats, a sign of less individualism [...] are arranged perpendicularly to this wall diaphragm, indeed they cross it, still showing reminders of archaic organisms that might suggest an older complex existing there, rebuilt in the late period" (Trincanato, 2008, p. 249) [6].
Her passionate commitment to the themes of the project saw her take an active part in the cultural ferment taking place. In 1954, E. R. Trincanato took part in the seventh edition of the *Congrès Internationaux de Architecture Moderne* (CIAM), dealing with the study of new types of residential buildings, with a particular interest in the emerging issues of the contemporary city. At the Fondazione Querini Stampalia, she served as president and board member for twenty-eight years (Scimemi & Tonicello, 2008).
Her professional activity oscillates between private and public buildings [7]. In collaboration with Samonà, she designed the Ina-casa building in Treviso (1949-53), the new Inail offices in Venice (1951-1956) and participated in the experimental design of the Ina-casa San Giuliano district in Mestre. Her design activity also involved the territorial scale, as testified by the 'Novissime' project in the competition for the new Tronchetto basin in 1964 (Tentori, 1997, pp. 9-10).
Further fields of research lead the architect to deal with themes related to restoration [8] and exhibition design. In 1954, she was commissioned, together with a group of scholars on the Venetian subject, to organise a popular exhibition dedicated to the history of Venice. E. R. Trincanato deals with the theme of transformations by making an interpretation on two planes: a 'vertical' one, with the use of white mullions on which she deals with the issues of housing, the lowering of the ground, the expansion on the mainland, the restoration of monuments and in a broader sense the preservation of the city. The 'horizontal' plane is represented by a physical model that takes up the shape of the lagoon city and the islands. Multiple visions of the city to describe the urban, architectural and monumental qualities of the Venetian cultural heritage:

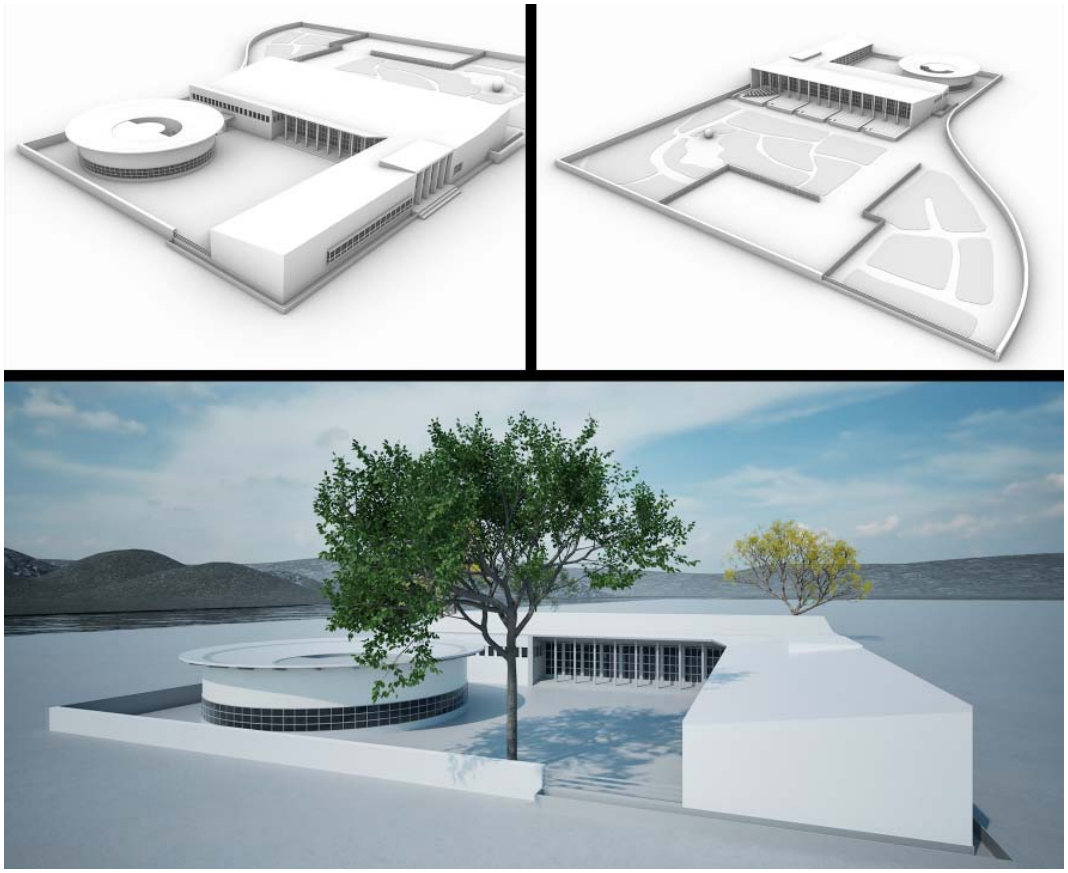


Fig. 2 – Perspective views, from a digital model, of the school designed by E. R. Trincanato. Top left, the school in relation to the external space; at the bottom, the refectory in the foreground (cylindrical body) with a hypothesis of the surrounding landscape reconstruction (Graphic elaboration by S. Vattano).

a system of values that would initiate the discourse on the preservation of Venice and Italy's historic centres.
Between the 1980s and the 1990s, E. R. Trincanato received numerous awards: the Torta Prize for restoration (1982), the gold medal for cultural merit from the Ministry of Public Education (1987), and the honour for scientific and cultural merit from the President of the Republic (1997).

2. The 1942 competition. An open-air school

The 1942 competition for outdoor schools, announced by the Ministry of National Education, represented for E. R. Trincanato, a testing ground for socio-educational issues and experimentation with the relationship between the articulation of volumes and the large-scale landscape dimension [9].
The work of interpretation and graphic transcription [10] is based on the drawings of the boards produced by E. R. Trincanato consisting of the following: 1 board with

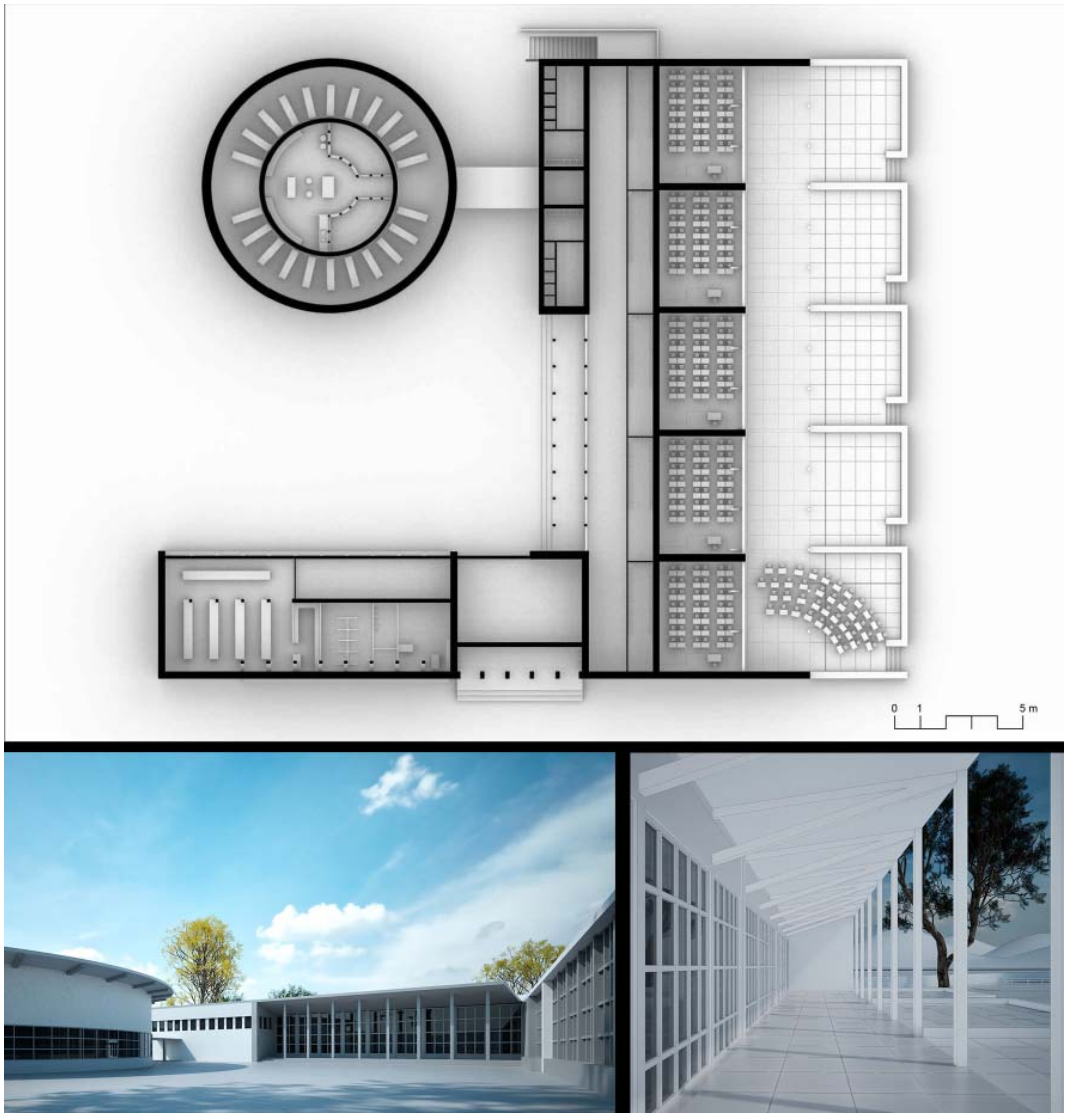


Fig. 3 – Above, reconstruction of the floor plan. Below, perspective views, from a digital model, of the internal garden and the rear portico (Graphic elaboration by S. Vattano).

a general plan (1:200), showing covered, uncovered and total area and indication of the general external dimensions; 1 board with the ground plan (1:100), furnished and dimensioned in correspondence with the circular basement, with indication of the functions of the main spaces; 1 board with a basement plan and a section (1:100), furnished and dimensioned; 1 board with three elevations (1:100); 1 board with one elevation and two sections, dimensioned and furnished (1:100); 1 board with dimensioned construction details at different scales (1:20, 1:2); 1 board with a bird's eye perspective of the school with the context; 1 board with three perspective sketches

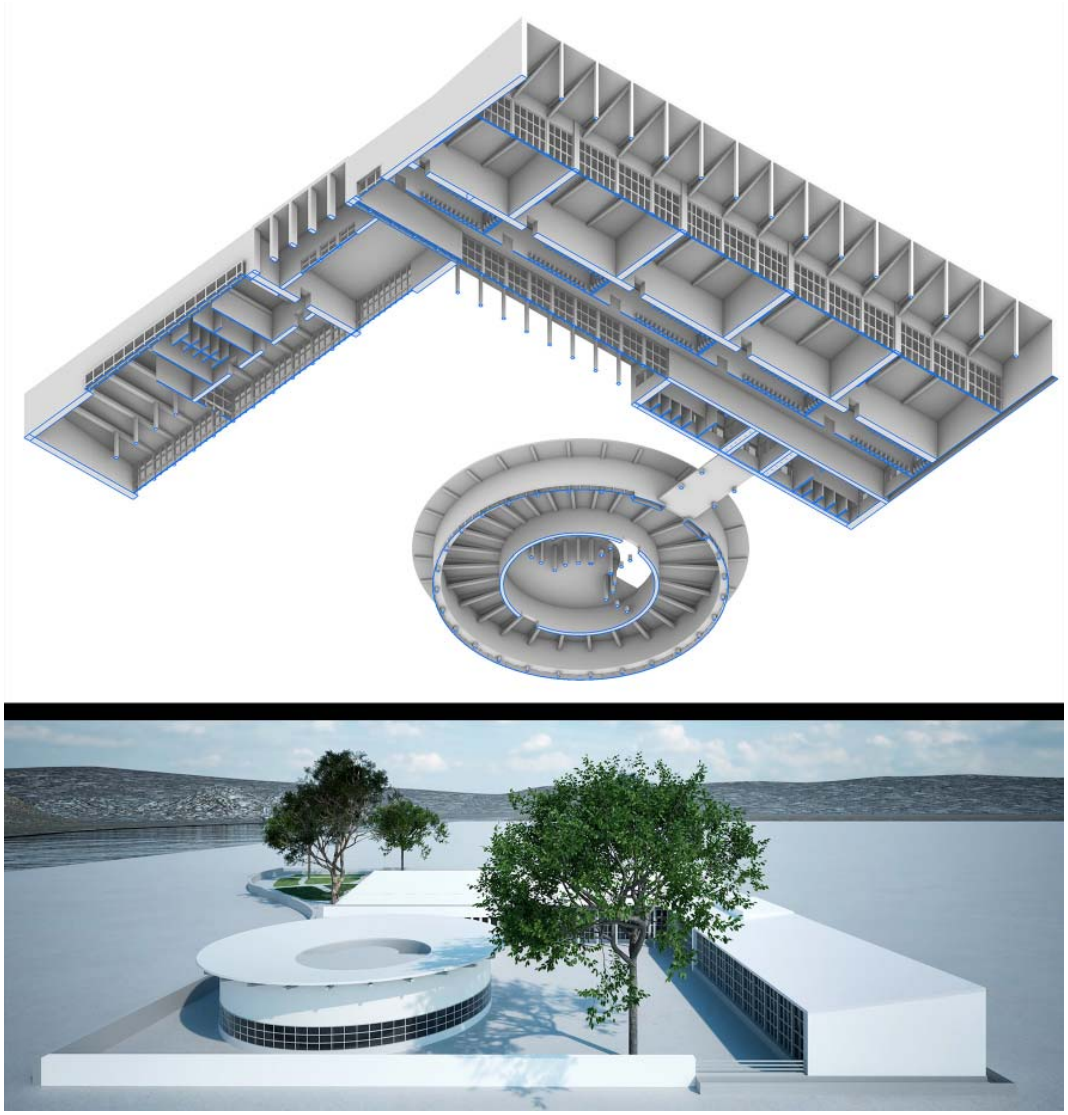


Fig. 4 – Above, axonometric section from below of the school. Below, perspective view of the external recreational space (Graphic elaboration by S. Vattano).

at the entrance, courtyard and classrooms.
The school, with a covered area of 1,512 square metres, an uncovered area of 6,014 square metres for a total of 7,526 square metres, is bordered by a boundary wall based on a rectangle (52.60 x 106 m). To the north, E. R. Trincanato carves out a curve to provide space for gardening and horticultural activities. The playground, on the extension of the body with the classrooms, is characterised by a series of paved paths that converge in a pond in which a sphere is placed, probably a globe, as can be seen from one of the perspective representations, perhaps to emphasise the educational character of the architectural system.

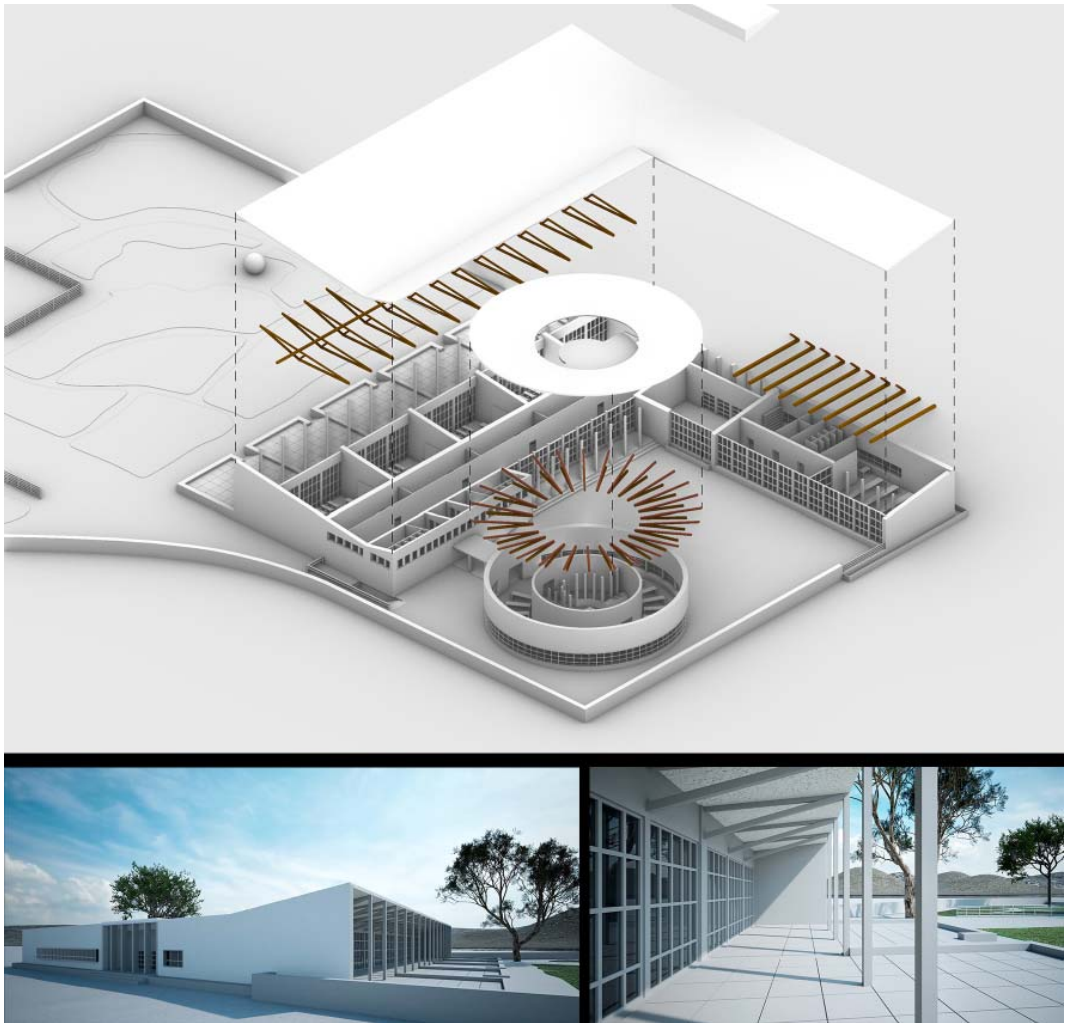


Fig. 5 – Above, exploded axonometric view of the school. Below, perspective views of the two garden entrances (Graphic elaboration by S. Vattano).

To understand the plastic spirit at work in thinking about the design for the open-air school, we need only think of the configurative process of forms in the space for which E. R. Trincanato recognises "reasons for life, for expression, for consistency [in] the petrified continuity of the structures: understood as the concentration of a framework, whose spatial limits are always specified by the parameters of a geometry that finds, if not very rarely, suggestions in the natural environment" (Tentori, 1997, p. 187) [11]. Two bodies in the landscape space that the architect makes dialogue with the opening, out of scale, of the – undetermined – project area, recognising in their formal dialogue a "play of very complex, cultural and ecological factors".
The system designed by E. R. Trincanato is developed on a single ground floor which provides space for offices, services and classrooms and consists of an L-shaped body, which divides the garden into two parts, and a circular body, located in the inner

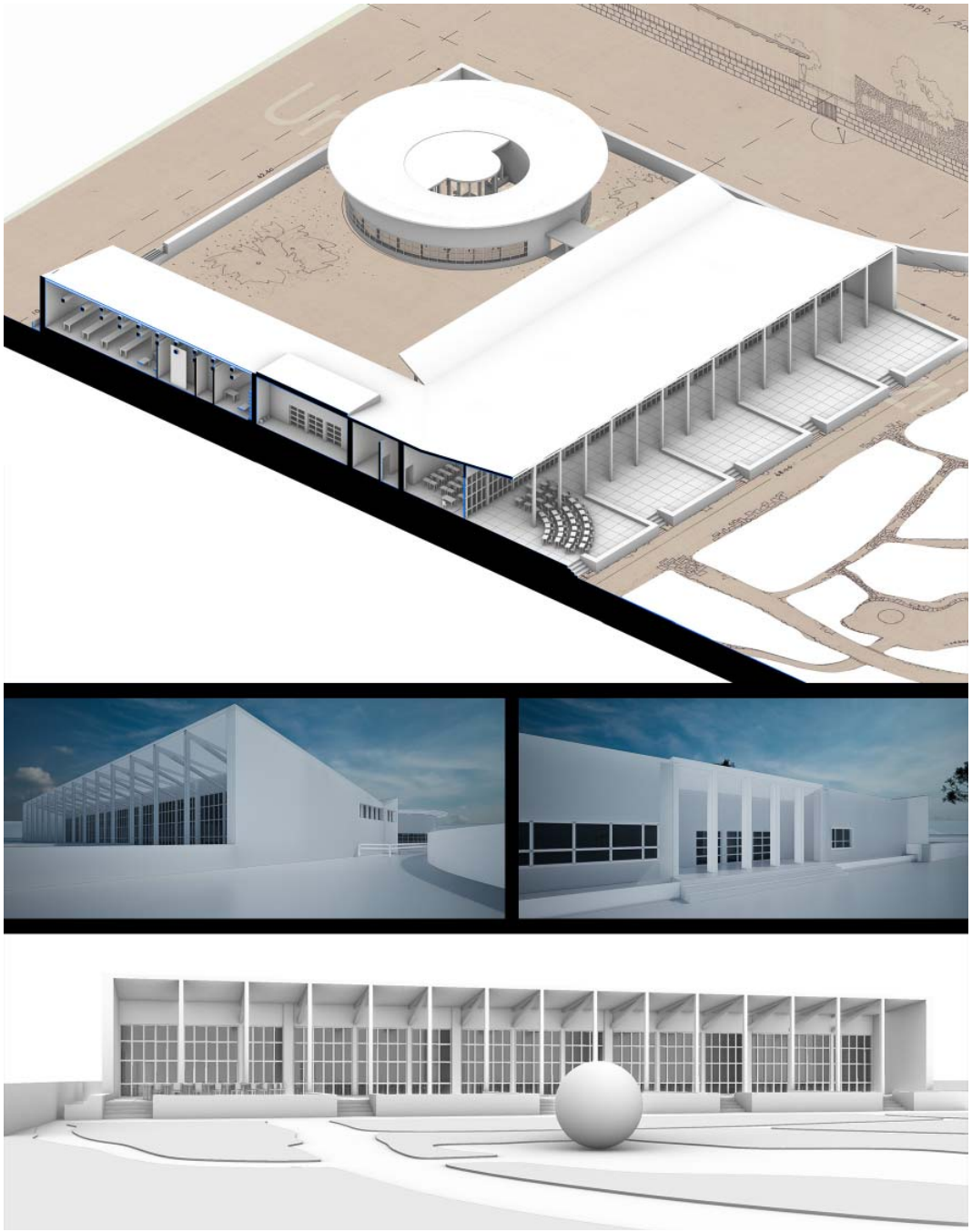


Fig. 6 – Above, axonometric section of the classrooms and educational laboratories, including the original floor plan (© Archivio Progetti Iuav); in the centre and below, perspective views of the courtyard and entrances (Graphic elaboration by S. Vattano).

courtyard. Both architectural bodies are conceived with part of the surface area uncovered: the L-shaped body on the long side, to provide space for outdoor teaching; the cylindrical body, with a small inner courtyard, in correspondence with the refectory. The two volumes are connected by a covered passageway that directly links the L-shaped body's classroom distribution system with the refectory spaces. The organisation of the functions and the layout of the spaces refer to a constant inside-outside contact: the classrooms are located on the long side of the L-shaped body, each with an entire glass surface, as is the space for practical exercises, located on the short side of the L, with the glass surface looking onto the inner courtyard, towards the cylindrical body. In the basement (in direct correspondence with the larger rectangle of the L-shaped body), which is accessed by a ramp on the short side, there is a storage room for desks and beds, the coal cellar and the heating plant.

The cylindrical body, due to its geometric characteristics, allows the seating and tables of the refectory to be arranged in a radial layout, along the concentric circumference with respect to the wall delimitation. In the centre, E. R. Trincanato places the kitchen, bordered by a further concentric semicircle, punctuated by a portico system. It connects interior and exterior and aligns with the covered passage.

The two architectural bodies are also distinguished materially: stone and glass to delimit the short sides of the L; white plaster to emphasise the continuity of the cylindrical body. The two long sides of the L look out towards the two exteriors through the total transparency of the surfaces; the short sides are delimited by exposed brickwork, making the relationship with the space immediately surrounding them more massive and distinct, interrupted only by ribbon windows in correspondence with the classrooms.

The rhythm marked by the exterior arcades is completed by the uniformity of the roof pitches, sloping inwards. In the interior spaces, this rhythmic pattern is reproduced by the system of trusses supporting the roof, as occurs in the roofs of Venetian constructions, with the trusses leaning against the walls of the area, a roofing which E. R. Trincanato identifies as typical of standard houses in line (Tentori, 1997).

The digital reconstructions introduce new narratives on the interior's three-dimensionality, on the spatial compressions and expansions, on the sloping surfaces, as well as on the connections between volumes. The axonometric cutaways with horizontal cuts make it possible to appreciate the relationships between the classrooms and the long distribution corridor to which, on the long side of the L-shaped body the services are attached. The sectioned portions give an account of the planimetric geometry in its relationship with the repetition of the windows and doors and the verticality of the portico.

The observation of the two-dimensional matrix is followed by an understanding of the elevation relationships, of the axonometric cutaways with the vertical cuts, which describe the volumetric relationships between the two sides of the L and between them and the circularity of the refectory.

In the rendered bird's-eye perspectives and in the detailed views, both of interiors and

exteriors, the white of the digital model makes the material relationship between the glass and opaque surfaces plastically evident, delegating the volumetric discourse to the connective dimension of formal articulation.

3. On the drawing/on the model

"The conquests of a new civilisation, those of a technique that can and still can, in a society in the process of renewal or, rather, of total change in all its dimensions, would postulate the total transformation of the existing landscape and environment, to recreate it according to new functions. What sense do conservative attitudes have – in the face of this logical deduction – [...] denying us any contribution that engages our doing [...] The meaning is obvious: 'conservative' means 'cowardly', contrary to the new impulse, to creation" (Tentori, 1997, p. 79) [12]. A testimony to the renewal process set in motion by E. R. Trincanato's theoretical speculations and critical reflections on the contemporaneity of the project and the recovery of tradition.
Her work embodies the virtuality of the hypothesis. The field of investigation opens up to the architectural debate in that dimension that the architect traces in the drawing, tracing the possibility of form: annotations, signs, fields and depths participate in the understanding and restitution of the project.
That of the 1942 open-air school is, among other issues, also an opportunity to explore and develop the usefulness of a research, already conducted by E. R. Trincanato, on Venetian residences and building types, this time on the social dimension of the educational type, on the function of spaces that expand in the landscape: "an investigation, that is, that goes beyond the study of building complexes, to address the society that produced them, and its way of using them" (Tentori, 1997, p. 152) [13]. The visual possibilities of the spaces reconstructed with unpublished images, the three-dimensional explorability offered by the digital model and the methods of representation, which define the framework, converge in the tracing of design opportunities and graphic readings to experience, once again, the place of drawing, while recognising the testimony that the original hand gives back to the investigating one.

4. Concluding reflections

On the track of the questions posed within *Explora*, the study aimed to shed light on a cultural heritage, both graphic and architectural, that finds one of its possible expressions in digital drawn interpretation, giving voice to those architectures little known, because they remained on paper or in the archives' drawers, but made accessible and explorable in a new form. The experience of virtual reality, in the graphic restitution of unbuilt architecture, contributes to the integration of heterogeneous knowledge, to be perceived in the virtual/real transition, characterizing, once again, the graphic experience by means of the potential images of "how it would have been".

Notes

[1] In collaboration with Giuseppe Samonà, she worked on the plans and competition projects for the new Sacca del Tronchetto in Venice (1964), for the new university complexes in Cagliari and Calabria (1972-1973), for the Directional Centre in Florence, and for the triumphal arch of the *Tête Défense* in Paris (1977-1982).

[2] For further details see Sistema Archivistico Nazionale (SAN) – Archivi degli architetti, *Venezia, Venezia minore, Egle Renata Trincanato, 1948.* <https://architetti.san.beniculturali.it/web/architetti/progetti/scheda-progetti?p_p_id=56_INSTANCE_hIz4&articleId=14437&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&groupId=10304&viewMode=normal> (accessed 23 November 2023).

[3] All translations, from Italian into English, were made by the author.

[4] *"Assimilando […] le suggestioni dei fatti espressivi ed organici del mondo fisico"* (Tentori, 1997, p. 187).

[5] In 1967, she became full professor of 'Elements of architecture and survey of monuments'.

[6] *"Sono poverissime case settecentesche nella decentrata località di San Nicolò dei Mendicoli […] Il muro di spina divisorio sostiene il colmo del tetto, secondo il noto tipo ricorrente nella tarda architettura minore; ma le scale, pur servendo più appartamenti, indizio di minor individualismo […] si dispongono perpendicolarmente a questo diaframma murario, anzi l'attraversano, mostrando ancora ricordi d'organismi arcaici che potrebbero far pensare a un complesso più antico ivi esistente, rifatto in tardo periodo"* (Trincanato, 2008, p. 249).

[7] The experimental district of San Giuliano, one of the most emblematic examples of new post-war Italian urban and settlement models, saw its beginnings in 1946, from a didactic experience conducted by Giuseppe Samonà and Luigi Piccinato. The references to building typologies were explicitly taken from Egle Renata Trincanato's *Venezia minore*: two-storey houses, arranged in rows, also divided to house commercial services. Between 1952 and 1957, Ina-casa commissioned her to build houses in Sant'Agata sul Santerno, in the Ravenna area, and Incis houses on the Lido di Venezia.

[8] The subject of restoration represented a field of great interest for Egle Renata Trincanato, so much so that in 1975 she founded the Institute of Survey and Restoration. Together with Saverio Muratori, she worked on that branch of architecture, later defined as *urban restoration*, which would prepare the disciplinary field of *architectural restoration*, establishing a school with innovative connotations in Venice. It will be an approach inspired by positivism from which will derive the operational strategies that, starting in the 1960s, will influence intervention projects in historic centres.

[9] The theme of the competition project, the subject of this essay, was developed in the context of the publication: Maggio, F. (2017). Egle Renata Trincanato Unbuilt. In H. Seražin, C. Franchini & E. Garda (Eds.), *Proceedings of the 2nd MoMoWo International ConferenceWorkshop*. Založba ZRC.

[10] For further insights into the functions of spaces, volumetric composition, restitution in double projections and harmonic relationships found in the geometric matrix of the project, we refer to the study developed as part of the following dissertation: De Girolamo, D. (2015). *Egle Renata Trincanato Unbuilt*. Relatore Prof. Maggio F., Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Architettura, Scuola Politecnica, A. A. 2014-2015.

[11] *"Ragioni di vita, di espressione, di consistenza [nella] continuità pietrificata delle strutture: intese come concentrazione di un'ossatura, i cui limiti spaziali vengono sempre precisati dai parametri di una geometria che trova, se non rarissime, suggestioni nell'ambiente naturale"* (Tentori, 1997, p. 187).

[12] *"Le conquiste di una civiltà nuova, quelle di una tecnica che tutto può e ancora potrà, in una società in via di rinnovamento o, meglio, di cambiamento totale di tutte le sue dimensioni, postulerebbero la totale trasformazione del paesaggio e dell'ambiente esistente, per ricrearlo secondo nuove funzioni. Che senso hanno – di fronte a questa logica deduzione – gli atteggiamenti conservativi […] negando a noi qualunque apporto che impegni il nostro fare […] Il significato è ovvio: 'conservatore' vuol dire 'codino', contrario all'impulso nuovo,*

alla creazione" (Tentori, 1997, p. 79).

[13] *"Una indagine, cioè, che va oltre lo studio dei complessi edilizi, per rivolgersi alla società che li ha prodotti, e al suo modo di usarli"* (Tentori, 1997, p. 152).

Acknowledgments

We thank the Archivio Progetti Iuav for the kind permission of the documentary sources provided during the research and included in the digital models of the following images: 1, 6.

References

Anceschi, G. (1992). *L'oggetto della raffigurazione*. Rizzoli. Milano.

Astengo, G. (1951). Nuovi quartieri in Italia. *Urbanistica* (7).

Berger, J. (2017). *Sul guardare.* Il Saggiatore. Milano.

Cervellini F., Partenope R. (1996). *Franco Purini. Una lezione sul disegno.* Gangemi Editore. Roma.

De Girolamo, D. (2015). *Egle Renata Trincanato Unbuilt.* Tesi di laurea, Relatore Prof. Maggio F., Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Architettura, Scuola Politecnica, A. A. 2014-2015.

De Rubertis, R. (2010). *Il disegno dell'architettura*. Carocci Editore. Roma.

Ferrighi, A. (cur.) (2018). *Venezia di carta*. LetteraVentidue. Siracusa.

Maggio, F. (2017). Egle Renata Trincanato Unbuilt. In H. Seražin, C. Franchini & E. Garda (Eds.), *Proceedings of the 2nd MoMoWo International ConferenceWorkshop*. Založba ZRC.

Salvadori, R. (1978). *Guida alla Venezia minore di Egle Renata Trincanato. UNA Venezia sconosciuta attraverso i sestieri di Castello e Dorsoduro illustrati da 160 disegni di edifici dal XII al XVIII secolo*. Edizioni del canal, Venezia.

Samonà, G. (1951). Nuova unità residenziale a Marghera-Mestre. *Urbanistica* (7).

Samonà, G. (1958). Problemi urbanistici sul Quartiere di S. Giuliano. *Casabella* (218).

Scimemi, M. & Tonicello, A. (Eds.) (2008). *Egle Renata Trincanato 1910-1998*. Marsilio, Venezia.

Sistema Archivistico Nazionale (SAN) – Archivi degli architetti, *Egle Renata Trincanato*, <https://www.architetti.san.beniculturali.it/web/architetti/protagonisti/scheda-protagonista?p_p_id=56_INSTANCE_V64e&groupId=10304&articleId=12537&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&viewMode=normal&articleIdPadre=12537> (consultato il 9 ottobre 2023).

Tentori, F. (Ed.) (1997). *Egle Renata Trincanato. Su Venezia e la laguna veneta e altri scritti di architettura 1948-1993*. Officina edizioni, Roma.

Toso Fei, A. (2022). Egle Trincanato, pioniera allo Iuav: una vita alla Querini. *Il Gazzettino.it.* <https://www.ilgazzettino.it/nordest/venezia/egle_trincanato_pioniera_allo_iuav_vita_alla_querini-6883841.html?refresh_ce> (ultimo accesso 15 dicembre 2023).

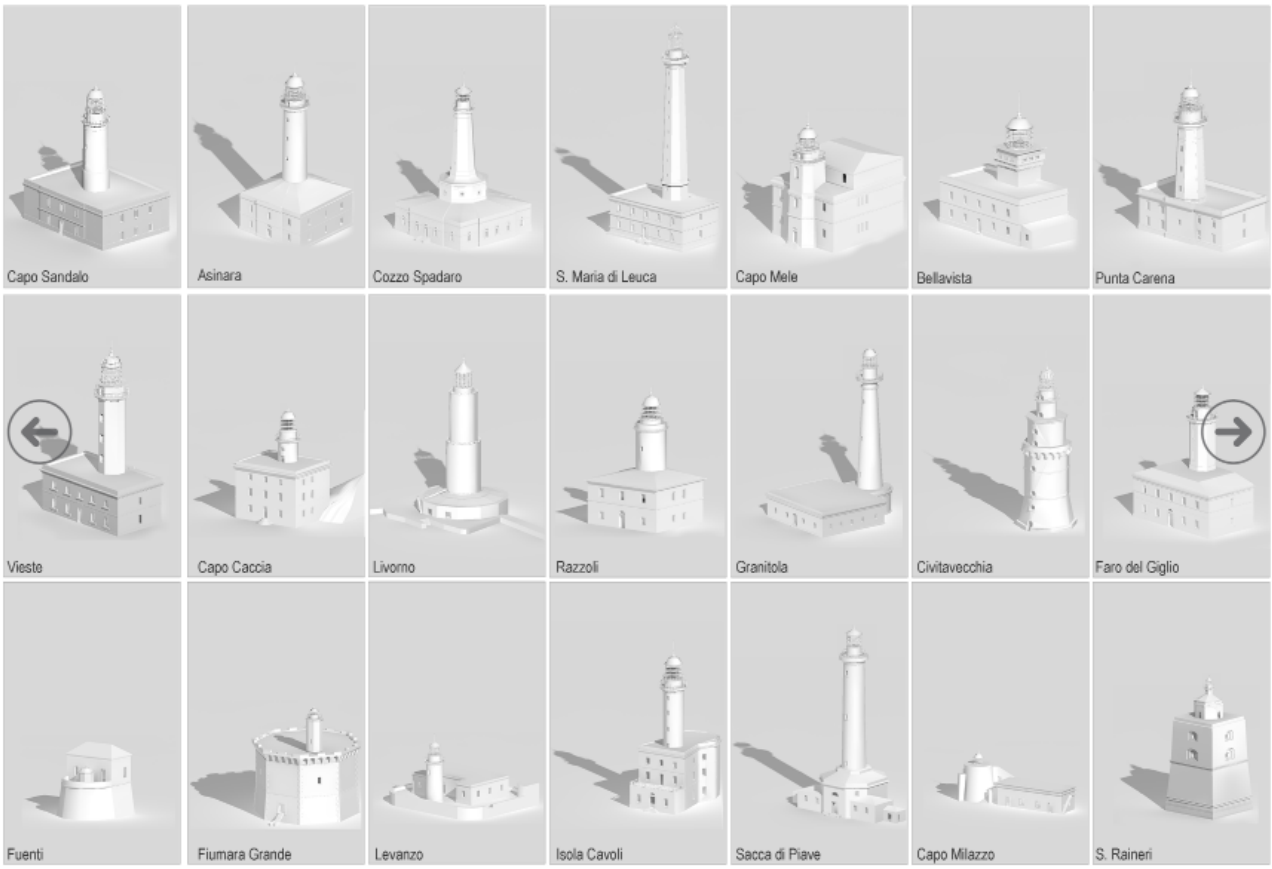
Trincanato, E., R. (2008). *Venezia minore*. Cierre edizioni, Verona.

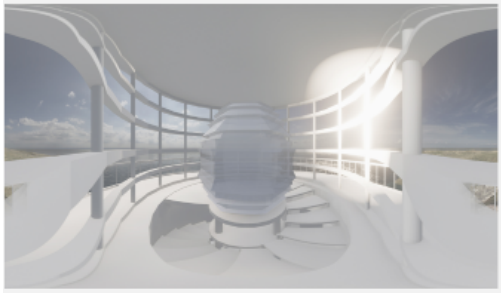
Ugo, V. (1990). *Laugier e la dimensione teorica dell'architettura*. Edizioni Dedalo. Bari.

Ugo V. (2008). *Architettura e temporalità*. Edizioni Unicopli. Milano.

Vernant, J. P. (2010). *L'immagine e il suo doppio. Dall'era dell'idolo all'alba dell'arte*. Mimesis. Milano-Udine.

L'ALBUM DEI FARI ILLUSTRATO DELLE NOTIZIE INTORNO AI LORO CARATTERI E POSIZIONE NON CHE DA QUELLE INTORNO ALLE SPESE DI COSTRUZIONE E IMPIANTO E DI ANNUO MANTENIMENTO ED ILLUMINAZIONE





Viaggi costieri: tra patrimoni inaccessibili e architetture mai realizzate

Sonia Mollica[1]

[1]Università Mediterranea di Reggio Calabria

sonia.mollica@unirc.it

Parole chiave: Album dei fari; Viaggi costieri; Realtà aumentata; Realtà virtuale; Patrimonio inaccessibile / *Album dei fari*; *Coastal travel; Augmented reality; Virtual reality; Inaccessible heritage.*

Abstract

Il presente contributo si sviluppa lungo viaggi costieri ancora esistenti o mai realizzati, alla scoperta di architetture per lo più inaccessibili e misteriose. Punti cospicui del viaggio sono i fari presenti nell'*Album dei Fari illustrato dalle notizie intorno ai loro caratteri e posizione non che da quelle intorno alle spese di costruzione e impianto e di annuo mantenimento ed illuminazione*, consistenze architettoniche rappresentate e non del tutto realizzate, sostituite o, ancora, distrutte. L'*Album dei fari*, ancora oggi disponibile presso le Biblioteche Nazionali e in alcuni Archivi di Stato, è simbolo della nascita di una nuova era di architetture strutturalmente moderne e tecnologicamente avanzate per la segnalazione costiera, attraverso il quale proporre una lettura inedita e altrimenti inaccessibile degli artefatti terracquei.
Si tratta dunque di un percorso composto da rappresentazioni coerenti, consistenti mutazioni e architetture unicamente disegnate: dal faro dello Spignon, in tutto dissimile rispetto i disegni originali, all'ancora esistente, e fedele al progetto contenuto nell'A*lbum dei fari*, faro di Capo Colonna. Un processo di digitalizzazione di uno dei più importanti progetti in ambito costiero, posto in essere da parte del Ministero dei Lavori Pubblici, attraverso il quale proporre un viaggio immaginato e immaginifico delle coste italiane, divulgando secondo modalità più inclusive il documento caposaldo delle costruzioni costiere.

The text develops along coastal journeys that still exist or have never been made, to discover mostly inaccessible and mysterious architecture. Conspicuous points of the journey are the lighthouses present in the *Album dei Fari illustrato dalle notizie intorno ai loro caratteri e posizione non che da quelle intorno alle spese di costruzione e impianto e di annuo mantenimento ed illuminazione*, architectural consistencies represented and not completely realized, replaced or, again, destroyed. The *Album dei fari*, still available today at the National Libraries and in some State Archives, is a symbol of the birth of a new era of structurally modern and technologically advanced architecture for coastal signaling, through which to propose an unprecedented and otherwise inaccessible reading of terraqueous artefacts.
It is therefore a journey composed of coherent representations, consistent mutations and uniquely designed architecture: from the Spignon lighthouse, completely dissimilar to the original drawings, to the still existing, and faithful to the project contained in the *Album dei fari*, Capo Colonna lighthouse. A digitalisation process of one of the most important projects in the coastal area, implemented by the Ministero dei Lavori Pubblici, through which to propose an imagined and imaginative journey of the Italian coasts, disseminating the cornerstone document of coastal constructions in a more inclusive manner.

Fig. 1. Sito internet per la catalogazione dei progetti contenuti nell'*Album dei fari*. Visualizzazione dei modelli (elaborazione grafica dell'autrice).

Reti e organismi costieri

Le architetture costiere attirano e catturano da sempre l'immaginario collettivo, capaci di proiettare lo sguardo verso epoche lontane e spazi inaccessibili. Dai primi fuochi che si ergono sulle alture, i fari divengono il punto cospicuo per la segnalazione costiera, elementi identitari dei luoghi e del paesaggio terraqueo. Il loro sviluppo si fa spazio in una trama intricata di innovazioni e di sistemi tecnologici, vedendo dapprima l'intensivo incremento nei loro utilizzi e rinnovamenti, brutalmente arrestati da sistemi di navigazione e di segnalazione automatici, certamente più performanti e meno suscettibili di fronte a fattori ambientali ed errori umani (Boscolo & Rutigliano 2014). L'utilizzo di sistemi d'illuminazione automatica segna, infatti, l'abbandono di queste architetture da parte dei faristi, lasciando immutato l'alto valore simbolico, identitario e funzionale. I fari, infatti, rappresentano ancora oggi i principali strumenti alla navigazione, ancore di salvezza nel caso di malfunzionamenti strumentali, oltre a costituire un ingente esempio facente parte il patrimonio militare costiero (Massariolo & Zanelli 2008). È in questo contesto che s'inserisce lo studio di architetture funzionali e modelli identitari, attraverso il quale dipanare delle metodologie di fruizione per il patrimonio inaccessibile, non più esistente o mai esistito. Già fornita di una rete di fari ad opera del Regno delle Due Sicilie, è nel 1860, con l'Unità d'Italia, che lo Stato italiano coordina in maniera puntuale la creazione di un sistema d'illuminazione lungo gli ottomila chilometri di coste italiane: si passa dai cinquanta fari e segnalamenti marittimi presenti nel 1861 ai cinquecentododici esistenti nel 1916 (Regno d'Italia/ Ministero dei Lavori Pubblici, 1873). La strategia per l'ammodernamento costiero e strutturale trova dunque concretezza nell'*Album dei Fari illustrato dalle notizie intorno ai loro caratteri e posizione non che da quelle intorno alle spese di costruzione e impianto e di annuo mantenimento ed illuminazione* (fig. 2), ancora oggi disponibile presso le Biblioteche Nazionali e in alcuni Archivi di Stato, attraverso il quale proporre una lettura inedita e altrimenti inaccessibile degli artefatti terracquei (Fatta 2002).
La documentazione facente parte l'Album dei fari – contenente il progetto, la rappresentazione e la trascrizione dei dati attinenti all'organismo costruttivo, la manutenzione, l'organizzazione nonché i costi di gestione – rappresenta la base attraverso la quale divulgare in maniera più inclusiva una tipologia di documenti di archivio, altrimenti muti. Il censimento delle architetture costiere esistenti, non più esistenti o mai realizzate rappresenta il primo passo per la costruzione di un processo di digitalizzazione indirizzato alla fruizione, attraverso il quale comprendere i mutamenti dei luoghi, rendendo accessibili delle architetture altrimenti strette nel tempo (Mollica 2022).

Album dei fari: tra patrimoni inaccessibili e architetture mai realizzate

A dispetto dell'ancora odierna reperibilità della documentazione, lo stesso non può essere asserito per i progetti costruiti sulla base delle illustrazioni analogiche presenti

Fig. 2. Copertina dell'*Album dei fari* e scheda tecnica del faro dello Spignon a Venezia (Regno d'Italia/ Ministero dei Lavori Pubblici, 1873).

nell'Album dei fari: rappresentazioni particolarmente ricche di tutti i dettagli corrispondenti all'edificio da costruire, unitamente alla specificazione di rapporti metrici, scale di riduzione, caratteristiche funzionali e tecnologiche. Degli ottanta fari illustrati – classificati e suddivisi in sei 'ordini', in funzione della portata raggiunta dall'emissione luminosa – sono venticinque i fari che vedono la luce secondo il progetto originario. Si conferma così la magnificenza del progetto indirizzata alla creazione di una rete costiera, contraddistinto da geometrie estremamente attuali e da rapporti geometrico-strutturali ancora efficienti (Amoruso 2005).

In merito ai fari ancora oggi esistenti, per i quali la struttura geometrica e architettonica può essere fatta risalire nella sua totalità alla documentazione dell'*Album dei fari*, ricordiamo i fari di: Ancona (AN); Brindisi (LE); Capo Bellavista (CA); Capo Caccia (SS); Capo Colonna (CZ); Capo Granitola (TP); Capo Milazzo (ME); Capo S. Croce (SR); Capo Sant'Elia (CA); Capo S. Maria di Leuca (LE); Cozzo Spadaro (SR); Capo Palinuro (SA); Capo Passaro (SR); Capo Spartivento (CA); Isola della Formica (TP); Isola Cavoli (CA); Isola delle Correnti (SR); Isola d'Ischia (NA); Livorno (LI); Manfredonia (FG); di Marettimo (TP); Porto Corsini (RA); di Rimini (FC); San Cataldo (BA); San Rainieri (ME) e Vieste (FG).

La corrispondenza architettonica s'intreccia inoltre con quei progetti realizzati e successivamente andati distrutti, capaci di rendere parzialmente muta una testimonianza dal così alto valore, riconducibili ai disegni per i fari: di Capo Peloro (ME), di Civitavecchia (RM), di Palermo (PA), di Genova (GE) e dello Spignon (VE). Numerosi sono, infine, i fari che trovano una parziale connessione con le consistenze contemporanee, è il caso dei seguenti fari: Capo Gallo (PA), della Colombaia (TP), di San Vito lo Capo (TP), di San Vito (LE) e di tanti altri (fig. 3).

La digitalizzazione dei progetti costieri diviene dunque un processo indirizzato, in primo luogo, alla conoscenza e alla divulgazione di architetture ancora oggi inaccessibili e, in secondo luogo, il tramite attraverso il quale potenziare l'interesse e la valorizzazione di architetture dalla consistenza ormai decadente. In questo senso, ad affiancare la corrispondenza dei caratteri formali presenti tra l'*Album dei fari* e le architetture costiere esistenti, vi è l'indissolubile senso di mistero e fascino emanato dagli edifici costieri, in conseguenza alla naturale inaccessibilità e impervietà dei luoghi.

Il faro diviene un universo a sé stante, in cui la linea dell'orizzonte si sovrappone alla linea immaginaria che separa lo spazio conosciuto da quello misterioso e impenetrabile (Nucifora 2010), accrescendone il valore culturale e divulgativo. Il processo di comprensione e modellazione digitale del materiale archivistico diviene dunque il mezzo attraverso il quale proporre fruizioni in XR (*eXtended Reality*), capaci donare una nuova consistenza a elementi architettonici realizzati, mai realizzati o realizzati e successivamente modificati, in ogni caso inaccessibili.

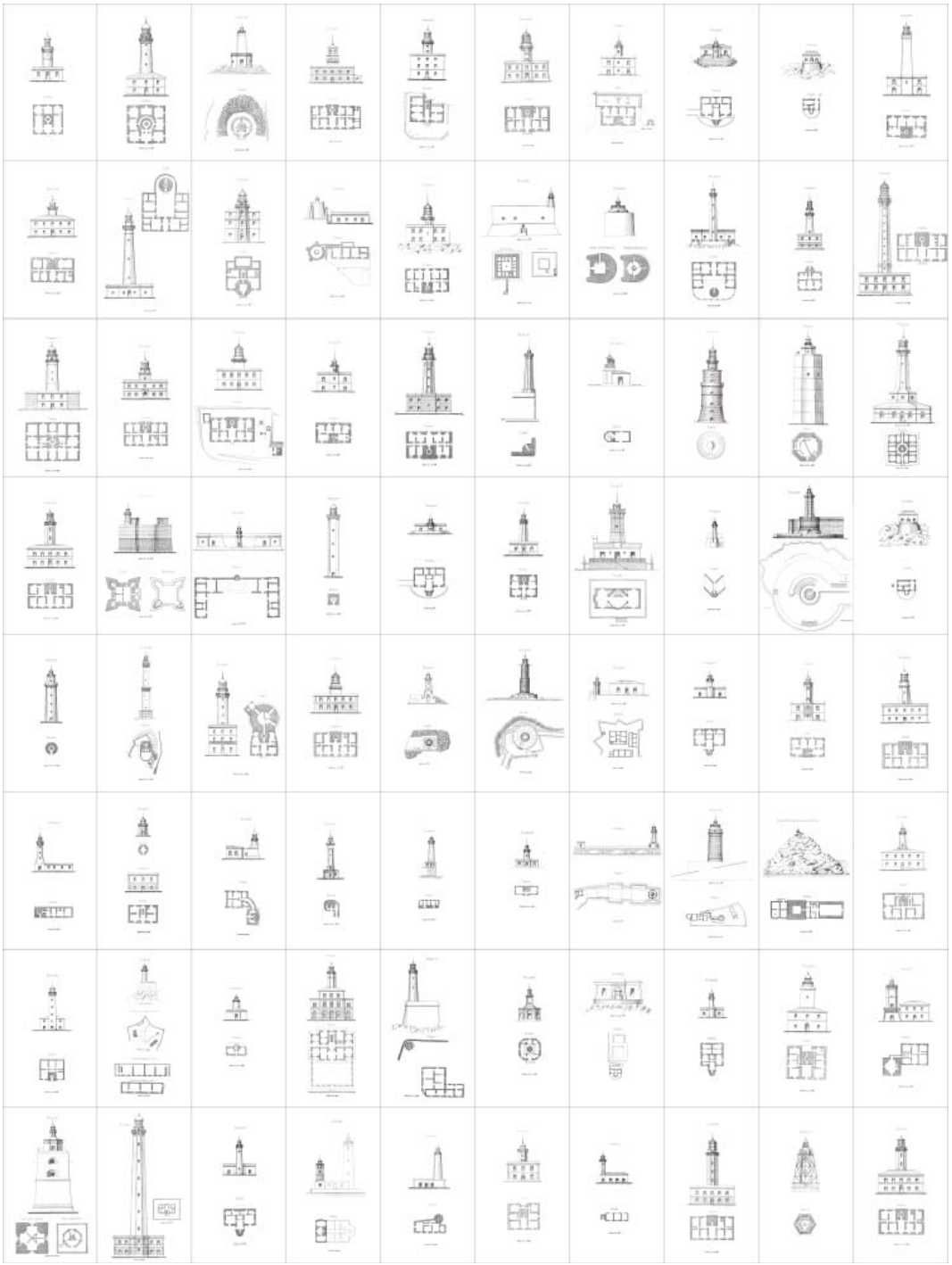


Fig. 3. Gli ottanta fari contenuti nell'*Album dei fari* (Regno d'Italia/Ministero dei Lavori Pubblici, 1873; rielaborazione dell'autore).

L'*eXtended Reality* (XR) per l'inaccessibile

Come appena asserito, la trasformazione di elementi archivistici muti in modelli fruibili diviene l'azione fondamentale attraverso la quale proporre processi fondati sulla conoscenza dei luoghi e sulla loro accessibilità. Tale processo si esplicita dapprima mediante una propedeutica rilettura dei caratteri architettonici costieri, fondata sul ridisegno bidimensionale delle geometrie costituenti gli ottanta fari presenti nella documentazione ufficiale.

La comprensione e il ridisegno – sulla base dei documenti archivistici, nonché del materiale fotografico per le architetture costiere ancora esistenti o parzialmente modificate – divengono le azioni fondamentali legate allo sviluppo di modelli tridimensionali attraverso i quali rendere la visualizzazione dell'archivio costiero e dello spazio inaccessibile più inclusivo e comprensibile al pubblico non esperto.

I modelli tridimensionali generati secondo traccia fedele della documentazione ufficiale attinente l'*Album dei fari*, possono essere dunque fruiti tridimensionalmente e immersivamente da tutte le tipologie di pubblico, mediante l'utilizzo delle metodologie legate all'*Extended Reality*, termine onnicomprensivo capace di racchiudere e combinare le esperienze di realtà aumentata, di realtà virtuale e di realtà mista. Attraverso l'uso della XR è possibile inserirsi in un mondo virtuale o interagire in un mondo aumentato virtualmente, percependo i contenuti e i dettagli in maniera differente. Nell'ambito della realtà estesa, si è proceduto allo sviluppo di due metodologie legate alla fruizione, capaci di garantire un rapporto ottimale tra costi, gestione e intrattenimento per l'utente. Il progetto si è dunque ipotizzato nell'ambito di contesti museali attinenti alla storia del mare, o in associazione a eventi dedicati alla conoscenza degli archivi storici.

Ci si è dunque indirizzati verso l'utilizzo della realtà aumentata e della realtà virtuale, non perseguendo la strada della stampa tridimensionale dei modelli in quanto tale processo avrebbe implicato un numero eccessivamente esoso di stampe e dunque di costi, oltre a limitare la conoscenza dei manufatti stessi. Il processo indirizzato alla fruizione mediante realtà aumentata ha visto come supporto di base e conoscitivo la creazione di un pannello multimediale tattile (fig. 4), da potenziare mediante l'utilizzo dell'applicativo su smartphone e del visore indossabile.

Per quanto concerne la strutturazione del pannello tattile, si è proceduto alla creazione delle pagine web di base, consistenti nella visualizzazione delle differenti schede attinenti all'*Album dei fari*, nonché di alcuni dati conoscitivi, storici e strutturali. In associazione al tavolo multimediale, si è dunque proceduto alla creazione dell'app di realtà aumentata, attraverso l'utilizzo di *Unity* e *Vuforia*. Inquadrando il tavolo interattivo, impostato su una specifica pagina attinente una delle schede presenti nell'*Album dei fari* – rendendo le immagini esse stesse dei *marker* per l'attivazione dei modelli – è infatti possibile fruire, direttamente nello spazio reale, dei modelli tridimensionali a tutto tondo, potenziando la visita in associazione ai principi dell'*edutainment* (fig. 5).

Parallelamente a quanto appena esposto, ci si è indirizzati verso l'utilizzo della realtà virtuale, attraverso la quale scoprire spazi altrimenti inaccessibili. In questo senso, se

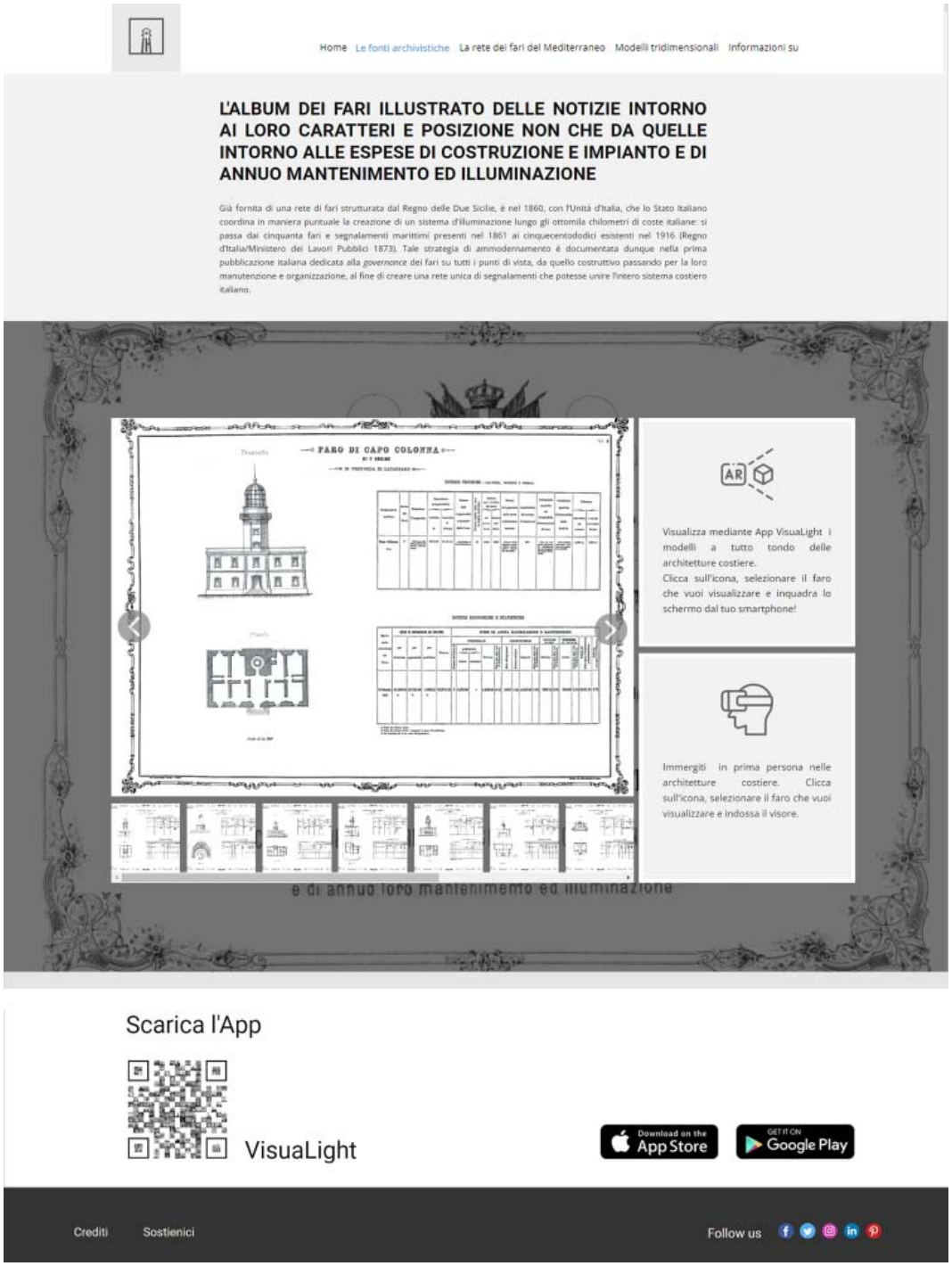


Fig. 4. Sito internet per la catalogazione dei progetti contenuti nell'*Album dei fari*. Visualizzazione delle fonti di archivio (elaborazione grafica dell'autrice).

il fine ultimo della realtà aumentata è quello di accrescere la curiosità da parte del visitatore e di divulgare uno dei documenti storici più importanti nell'ambito delle

Fig. 5. L'AR per la visualizzazione dei modelli tridimensionali generati sulla base delle rappresentazioni contenute nell'*Album dei fari*. Il faro di Punta Carena a Capri (elaborazione grafica dell'autrice).

architetture costiere, con la realtà virtuale si vuole trascinare l'utente all'interno di un luogo altrimenti sconosciuto, raramente accessibile al pubblico (fig. 6). I modelli tridimensionali possono essere dunque esplorati in loco mediante l'utilizzo di un visore, nel quale scoprire spazi, progetti storici, architetture costiere e punti di vista altrimenti irraggiungibili.
L'accessibilità del faro, infatti, risulta essere spesso vincolata ad aperture straordinarie, incrementando il fascino e il mistero emanato da queste architetture, altrimenti non percorribili nella loro consistenza odierna o passata. Entrambi i processi – da un lato, la realtà aumentata per la visualizzazione a tutto tondo, dall'altro, la realtà virtuale per la visualizzazione immersiva dei modelli architettonico costieri – intendono divulgare in maniera inclusiva tutti quei progetti previsti e descritti nell'*Album dei fari*, generando modelli più o meno associabili allo stato dell'arte di queste architetture.

Conclusioni. Fruizioni aumentate e prospettive future

La modellazione digitale esposta si definisce come un'operazione dall'alto potenziale informativo, incentrata sull'interattività e sull'accessibilità dei dati storici, altrimenti non fruibili o non del tutto comprensibili da un pubblico non esperto. Come sostenuto

Fig. 6. La VR per l'immersione nel modello tridimensionale generato sulla base delle rappresentazioni contenute nell'*Album dei fari*. Il faro di Punta Carena a Capri (elaborazione grafica dell'autrice).

da Lévy (1992, p. 5): "L'attività cognitiva non può essere compresa senza tener conto della sua plasticità, del suo divenire interattivo […]". È proprio nel rispetto di quanto sostenuto da Lévy che, mediante la produzione tridimensionale dei modelli generati sulla base delle rappresentazioni contenute nell'*Album dei fari*, è possibile sviluppare una conoscenza conseguente ad avvenimenti concreti e immersivi, facilitando i processi di analisi, potenziando l'apprendimento e la condivisione delle idee e dello spazio sociale (Mori, Niewint-Gori 2019), verso la conseguente divulgazione di materiale archivistico altrimenti muto.

La diffusione dei dati attraverso supporti digitali rappresenta il processo utile alla diffusione di un vasto patrimonio architettonico – sia esso immutato, non più esistente o parzialmente dissimile dalle fonti archivistiche – verso la creazione di un archivio dinamico dell'inaccessibile (Montella 2009), eventualmente implementabile con le diverse modifiche che hanno caratterizzato e caratterizzano tutt'oggi le diverse architetture costiere.

Riferimenti bibliografici

Amoruso, G., 2005. Forma, geometria e architettura nell'illustrazione dei fari. In C. Bartolomei (a cura di). *L'architettura dei fari italiani. Vol. 1: Mar Adriatico e Mar Ionio*. Alinea editrice.

Boscolo, G., & Rutigliano, R. (2014). *Breve storia dei fari: da Omero a Internet*. Ugo Mursia editore.

Fatta, F. (2002). *Luci del Mediterraneo. I fari di Calabria e Sicilia*. Rubbettino.

Lévy, P. (1992). *Le tecnologie dell'intelligenza*. Synergon.

Massariolo, L., & Zanelli, G. (2008). *I fari e i segnalamenti marittimi italiani. La costa adriatica*. Viella editore.

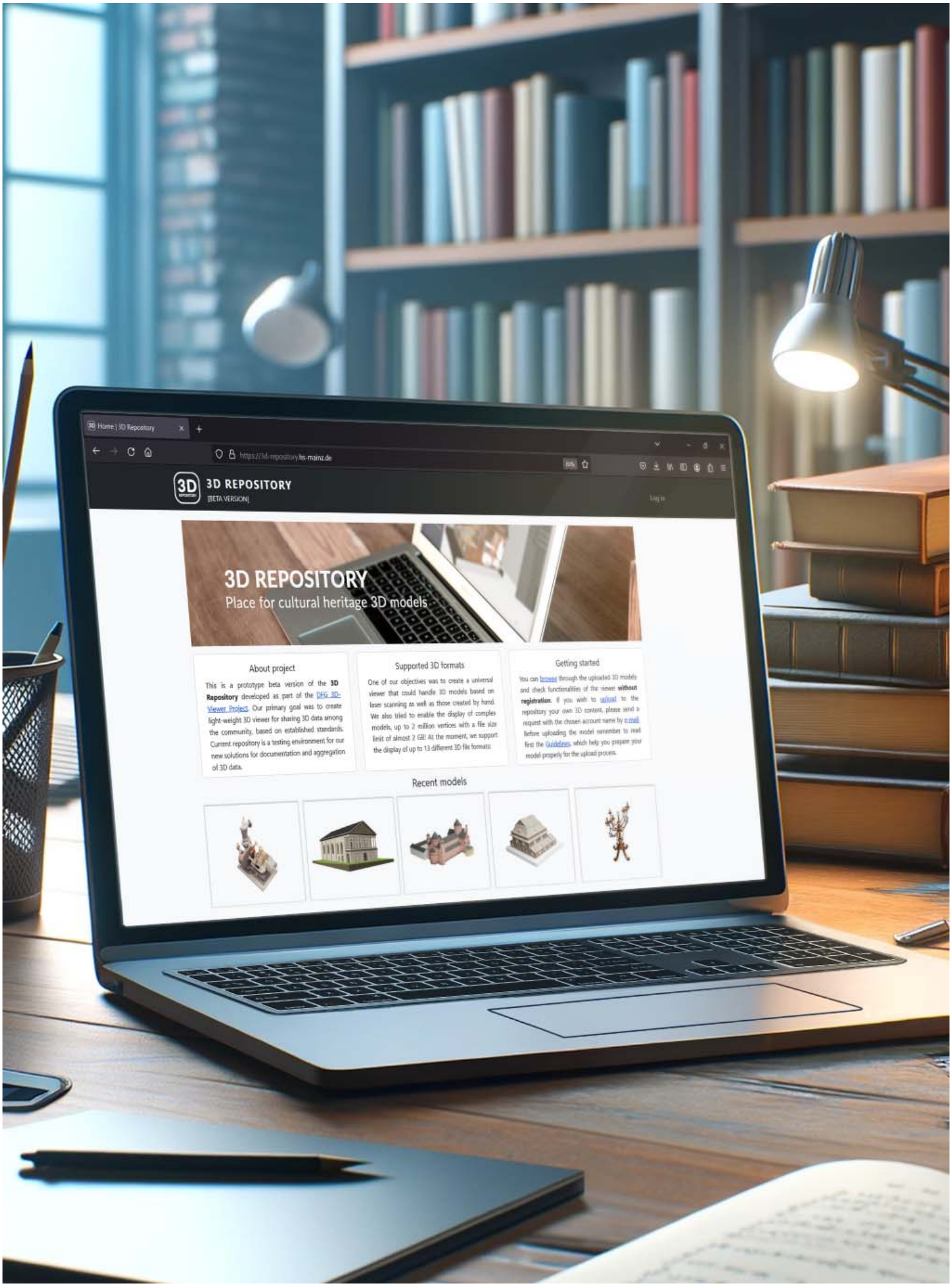
Mollica, S. (2022). L'album dei fari italiani: tra conoscenza e digitalizzazione. *Diségno, (10),* 85–94. DOI: 10.26375/disegno.10.2022.10

Montella, M. (2009). *Valore e valorizzazione del patrimonio culturale storico*. Electa.

Mori, S., Niewint Gori, J. (2019). Osservare e valutare le competenze trasversali per valorizzare il successo formativo nella scuola. Studi Sulla Formazione/Open Journal of Education, 25(1), 93–102.

Nucifora, S. (2010). Sul limitare. In C. Bartolomei & G. Amoruso (a cura di). *L'architettura dei fari italiani. Vol. 4: Sicilia*. Alinea.

Regno d'Italia/Ministero dei Lavori Pubblici (1873). *Album dei Fari illustrato dalle notizie intorno ai loro caratteri e posizione non che da quelle intorno alle spese di costruzione e impianto e di annuo mantenimento ed illuminazione*. Ministero dei Lavori Pubblici.


Home | 3D Repository
https://3d-repository.hs-mainz.de
3D REPOSITORY
(BETA VERSION)
Log in
3D REPOSITORY
Place for cultural heritage 3D models
About project
This is a prototype beta version of the 3D Repository developed as part of the DFG 3D-Viewer Project. Our primary goal was to create light-weight 3D viewer for sharing 3D data among the community, based on established standards. Current repository is a testing environment for our new solutions for documentation and aggregation of 3D data.
Supported 3D formats
One of our objectives was to create a universal viewer that could handle 3D models based on laser scanning as well as those created by hand. We also tried to enable the display of complex models, up to 2 million vertices with a file size limit of almost 2 GB! At the moment, we support the display of up to 13 different 3D file formats.
Getting started
You can browse through the uploaded 3D models and check functionalities of the viewer without registration. If you wish to upload to the repository your own 3D content, please send a request with the chosen account name by e-mail. Before uploading the model remember to read first the Guidelines, which help you prepare your model properly for the upload process.
Recent models

WissKI 3D Repository as a tool for the preservation and exploration of 3D models of cultural heritage

Igor Bajena[1, 2], Piotr Kuroczyński[1]

[1]Hochschule Mainz - University of Applied Sciences, Institute of Architecture, Mainz, GERMANY
[2]University of Bologna, Department of Architecture, Bologna, ITALY

igorpiotr.bajena@unibo.it; piotr.kuroczysnki@hs-mainz.de

Keywords: WissKI 3D Repository; Digital 3D reconstruction; 3D models; Web-based 3D viewer; Data model.

Abstract

Exploring 3D models requires accessible digital 3D assets suitable for 3D viewing tools. Despite increasing interest in 3D models within the cultural heritage sector, standards for publishing 3D models remain unreconciled. It compels cultural institutions to adhere to general guidelines inadequate for 3D model exploration on the web. This trend is culminating in a scenario where cultural and scientific institutions increasingly depend on commercial, private repositories, which lack assurances regarding the long-term sustainability of the stored data. Sketchfab, a platform with over 100,000 heritage models by 2019, is a current leader in exploring cultural heritage models online. However, there is growing controversy around the platform in academia, especially following its acquisition by Epic Games in June 2021. In light of the aforementioned considerations, it becomes critically important to establish an alternative environment for the publication of 3D models of cultural heritage, which endeavours to fulfil contemporary requirements for publishing and extracting data on the web.
The WissKI-based 3D Repository was developed to address these challenges, featuring an integrated 3D viewer and aligning with the FAIR Principles and Semantic Web approach. the WissKI 3D Repository, hosted by the Hochschule Mainz, aims for sustainable accessibility and archiving cultural heritage 3D models. This article presents the technological strategies employed in constructing a repository as a component of the first phase of the project 'DFG 3D-Viewer: Infrastructure for Digital 3D Reconstruction'. It employs Drupal and WissKI for data management, facilitating semantic relationships and storage as a triplestore to establish an open platform for efficient 3D data publishing. The study critically examines existing solutions for metadata-based documentation of 3D models and explores documentation frameworks in various 3D repositories. This analysis facilitated a new metadata proposal encompassing mandatory and optional fields. The processed schema was transferred into a data model employing the CIDOC CRM-referenced application ontology of OntSciDoc3D. Furthermore, the significance of controlled vocabularies in the system is highlighted, exemplifying their application. The article also introduces the internally developed 3D viewer, outlining its functionalities and operational mechanisms. The paper culminates with an overview of practical tests conducted in two domains: the archiving of 3D models by cultural heritage 3D practitioners and the dissemination of 3D models through web publication in higher education, specifically in courses on digital reconstruction. Participants of each test group shared their experiences through a concluding survey. The feedback from respondents offers an evaluation of the repository in terms of practical applications and user experience (UX) design. It allows the identification of current system limitations and indicates future developmental directions.

Fig. 1 - AI Mainz/Igor Bajena, *View of the WissKI 3D Repository in the computer browser*, 2024, 17 x 23 cm.

Introduction

Exploring 3D models in cultural heritage (CH) realms presents a dynamic intersection of technology and history. It offers unprecedented access to and understanding of our collective past. As an immersive experience transcending traditional barriers of time and space, it allows a global audience to interact with and learn from heritage sites and artefacts. This approach enables restoring access to lost or unreachable heritage and the virtual execution of architectural and urban projects that have never been realised. The virtual space is also conducive to exploration in a broader sense, not only through discovery, observation and learning but also through the automatic extraction of knowledge, the contextualisation of transmitted information or the possibility of model-based simulation (Time Machine, 2020). However, reaching the full potential of exploration requires additional effort in preparing 3D models for publication. This may include structuring, enriching with information, adapting to the technical requirements of web browsers, providing appropriate documentation, and finally, finding a suitable platform for publication. Issues like data reliability, standardised data exchange formats, comprehensive metadata, and copyright information can hinder the archiving and widespread dissemination of these 3D heritage assets. Consequently, while there is a significant presence of commercial repositories for downloading and sharing these models, the actual preservation and accessibility of these models online can be problematic and short-lived.

Hypothetical digital 3D reconstruction represents a comparatively recent methodology in academia. Owing to its novelty, universally accepted standards for their publication have yet to be established. Nonetheless, the challenges inherent in utilising virtual reality to present CH have been acknowledged. This recognition culminated in the formulation of the London Charter (LC) for the computer-based visualisation of CH (2009) and the Seville Principles on virtual archaeology (2011). Both documents primarily concentrate on documentation and visualising authenticity and uncertainty in 3D models. However, they underscore the significance of ensuring data availability, maintaining transparency in research processes, and the imperative of archiving the results obtained. These objectives can be achieved by adhering to the principles outlined in FAIR Guiding Principles for Scientific Data Management and Stewardship (Wilkinson et al., 2016). FAIR stands for findability, accessibility, interoperability, and reuse of published scientific data. The principles emphasise the machine-readability of data, the use of persistent identifiers, providing rich metadata descriptions and the maintenance of data in formats that are both accessible and interoperable. Their implementation, however, depends not on the data creators but on the platform on which the deposit is made. It is, therefore, essential to understand how the data preservation principles work in synergy with the FAIR Principles.

Contemporary digital preservation necessitates the adoption of advanced information-sharing technologies. Web 3.0, emerging as the third generation of the World Wide Web's evolution, is marked by a transition towards intelligent, interconnected, and

open web technologies. Central to Web 3.0 is the Semantic Web, which aims to enable machines to understand and interpret the semantic content of data, thus facilitating a more intuitive and efficient user experience. This is achieved through technologies such as RDF (Resource Description Framework) and OWL (Web Ontology Language), introduced in the late 1990s and early 2000s, providing meaningful data context. Concurrently, the Linked Open Data (LOD) concept enhances the Semantic Web by interconnecting open data to promote understanding and discovery (Berners-Lee, 2006). The synergy of these technologies, characterised by ubiquitous connectivity, advanced analytics, and a decentralised approach, forms the cornerstone of contemporary digital preservation strategies. This integration ensures the safeguarding of data and its functional and valuable utilisation over time, laying a robust foundation for the future of information preservation and access.

Utilising these technologies has become fundamental in archiving the digital heritage and scientific data of numerous institutions at both national and European levels. Notable examples include the German Digital Library (DDB) (Schmiede, 1999), the Dutch repository Data Archiving and Networked Services (DANS) (Dijk, 2014), and Europeana (Purday, 2012). Predominantly, these databases are dedicated to collating data from smaller museums, archives, and libraries, thereby assembling a comprehensive catalogue of digitised collections. This emphasises a tendency to overlook the significance of digital reconstruction projects about lost, damaged, or unrealised heritage. Due to the inherent challenges in establishing historical uncertainty – which often cannot be conclusively verified – such projects are frequently excluded from archiving programs (Hardesty et al., 2020). Nevertheless, the LC and SP underscore the unique value inherent in the interpretative efforts of the digital reconstruction community. These efforts can stimulate creative dialogues, leading to further stages of verification and a refined understanding of the past.

However, institutions embarking on such projects often lack the resources to maintain their data archiving repositories, primarily due to the long-term costs associated with data server management and maintenance. Conversely, open data archiving repositories typically do not possess the infrastructure necessary to facilitate efficient online viewing of 3D models. In response to this dichotomy, efforts are underway to develop a new service that facilitates the deposit and management of 3D models while adhering to the FAIR Principles: the WissKI 3D Repository [1]. This initiative represents a significant stride towards bridging the gap in digital heritage preservation and accessibility.

Virtual Research Environment (VRE)

The WissKI-based 3D Repository was created as part of the German research project *DFG-Viewer 3D - Infrastructure for digital 3D reconstructions*. This project endeavours to establish an infrastructure facilitating the straightforward publication of 3D models within the expansive realm of digital reconstructions [2] in the context of CH. Its primary

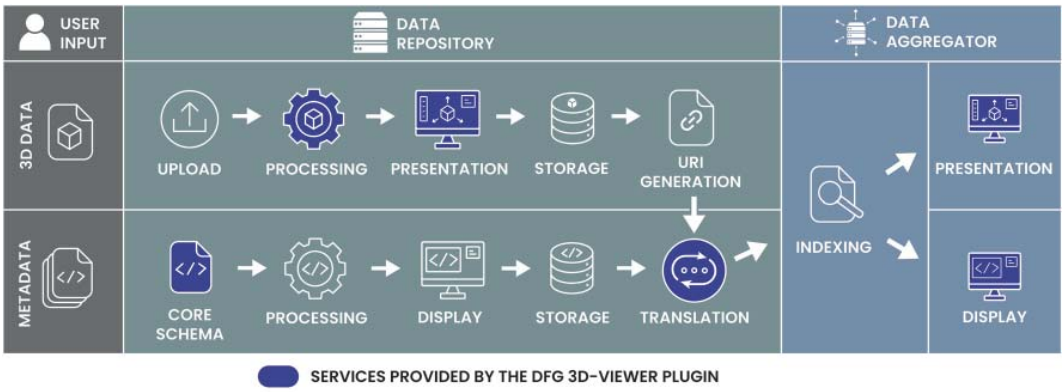


Fig. 2 - AI Mainz/Igor Bajena, *DFG 3D-Viewer architecture*, 2023, 15 x 5,6 cm. The grey colour refers to the requirements for the user, the green to the functions that the repository must provide, and the dark blue defines the service's functionalities. The light blue colour specifies the requirements for the data aggregator.

objective is to ensure the long-term preservation and access to the published data. The project consists of three distinct phases, with the initial phase concluding in mid-2023. This inaugural phase was dedicated to delineating and developing the essential components of the infrastructure (fig. 2). Key elements included the integration of a viewer solution for displaying 3D models on the web, the implementation of a basic documentation scheme for 3D models based on metadata, and the development of a container for transferring datasets to data aggregators (Bajena et al., 2022). The efficacy of these developed solutions necessitated practical testing, for which the WissKI 3D Repository was employed.

The platform is a repository for 3D cultural heritage content. It is anchored in the Content Management System (CMS), namely Drupal 9. Its architecture enables the integration of a variety of modules to augment both operability and functionality. This includes the module of WissKI (*Wissenschaftliche Kommunikationsinfrastruktur*, https://wiss-ki.eu/), a scientific communication infrastructure. As a free and open Virtual Research Environment (VRE), WissKI excels in managing scholarly data and applying Semantic Web technology. This process entails the addition of a semantic layer to data, represented as triplestores, thereby synergising conventional data storage with sophisticated semantic networking capabilities (Fichtner et al., 2023).

Triplestores organise information in bundles comprising a subject, predicate, and object, utilising the RDF. It is a standardised data model format developed by the World Wide Web Consortium (W3C), tailored for publishing and exchanging meaningful data on the web. Its distinctive feature lies in its ability to amalgamate varying underlying schemas and integrate data from disparate sources (Ontotext, 2020). The schema in this context refers to the OWL language used to record data, providing a comprehensive overview of the vocabulary and their interrelationships. It is designed to represent intricate and comprehensive knowledge about entities, groups

of entities, and their interrelations within specific research domains by specifying a standard conceptual vocabulary.
Utilising RDF for data storage facilitates using the SPARQL. It is a protocol and RDF Query Language, adept at querying various data types. This capacity efficiently extracts information embedded within non-uniform data dispersed across various formats and sources. SPARQL's functionality resembles that of the Structured Query Language (SQL). However, unlike relational databases, where queries are confined to a single database, SPARQL enables the execution of queries across multiple endpoints. This is achieved through an HTTP-based transport protocol. The proficiency of WissKI in harnessing these tools significantly enhances the system's conformity with the FAIR Principles and the LOD technology, thereby contributing to the advancement of data accessibility and interoperability in digital preservation.

Ontology

The use of the WissKI module necessitates the implementation of a specialised ontology to make data machine-readable. The CIDOC Conceptual Reference Model (CRM) was selected for this purpose as a base (Bruseker et al., 2017). It is a living standard facilitating cultural heritage documentation by providing a shared and expandable semantic framework for information integration. Initially developed in the late 1990s (Doerr & Crofts, 1999), the model continues to evolve to meet the community's requirements. This ongoing adaptation led to a significant ISO standard update based on CIDOC CRM version 7.1.1 [3] (ISO 21127:2023). It was used for data model development in the WissKI 3D Repository. The updated ontology encompasses a definition of 86 classes, categorising entities sharing common characteristics and 136 properties, delineating relationships between classes or specific attributes of a class.
Although the CIDOC CRM provides a comprehensive model, it does not encompass all aspects pertinent to 3D models and digital reconstruction. Consequently, it was necessary to augment the data model with a specialised application ontology tailored for documenting digital reconstructions, known as OntSciDoc3D (Kuroczyński & Große, 2020). This ontology was conceived to function application ontology based on the CIDOC CRM framework. As a result, the CIDOC CRM classes utilised in OntSciDoc3D were replicated, either retaining their original scope or undergoing slight modifications (e.g., E21 Person = osd 21a Person). The data model underpinning OntSciDoc3D incorporates eight principal class concepts, encompassing persons, institutions, objects, historical events, scientific activities, digital reconstructions (represented by 3D models), sources, and types. This ontology laid the foundation for the VRE developed for documenting the project of Digital Reconstruction of the New Synagogue in Breslau (Kuroczyński et al., 2021).

Metadata schema

The identical ontologies set was employed in developing the WissKI Repository. However data model necessitated significant alterations. Firstly, CIDOC CRM operates as an event-oriented ontology. Instances regarding activities and events centralised all data around. Conversely, the new approach of the WissKI 3D Repository centralises the published 3D model, consequently altering the modelling of inter-class links. Secondly, OntSciDoc3D objectives are diverse from the requirements of a 3D repository. This ontology focuses on detailed documentation of the reconstruction process, including historical and social context. In contrast, the WissKI 3D Repository focuses on optimised and low-threshold documentation and publication of the 3D model. Consequently, developing a new documentation scheme that positions the 3D model at the core was essential.

The scheme was developed by analysing metadata about deposits in existing 3D model repositories (Bajena & Kuroczyński, 2023). This analysis indicated that the schemas vary considerably, depending on the repository's specific publication purposes. Six distinct purposes were identified:

1. **V**isualization: Focused on making the 3D model available in a publicly accessible web-viewer.
2. **O**bject documentation: Aimed at creating records documenting cultural heritage objects.
3. **R**esearch documentation: Intended to detail research conducted on cultural objects, including the methodologies and tools used and the dissemination of the findings.
4. **D**ownloading files: Providing downloadable 3D files for reuse under specified legal licenses.
5. **A**ggregation of data: Facilitating data transfer to aggregation services for archiving.
6. **S**torytelling: Narrating a story about an object, often associated with virtual tours.

These objectives are collectively referred to using the acronym VORDAS. The WissKI 3D Repository aligns with the objectives of visualisation, object documentation, research documentation, and file download (VORD). However, visualisation and object documentation goals are primary, following DFG 3D-Viewer project assumptions. Clarifying these objectives enabled the selection of 3D repositories for a detailed content analysis of their metadata schemas (Bajena et al., 2022). The selected repositories included:

- Europeana (institutional): https://www.europeana.eu/en;
- Open Heritage 3D (institutional): https://openheritage3d.org/;
- Kompakkt (institutional): https://kompakkt.de/;
- Smithsonian 3D (institutional): https://3d.si.edu/;
- Sketchfab (commercial): https://sketchfab.com/;
- 3D Warehouse (commercial): https://3dwarehouse.sketchup.com/;
- BlendSwap (commercial): https://www.blendswap.com/;
- TurboSquid (commercial): https://www.turbosquid.com/;

Tab. 1 - AI Mainz/Igor Bajena, *Draft of the documentation scheme for digital models of cultural heritage prepared*, 2022, Schema was prepared on the basis of data collected from public repositories of 3D models from institutional (Europeana, Open Heritage 3D, Kompakkt, Smithsonian 3D and commercial offer (Sketchfab, 3D Warehouse, BlendSwap, TurboSquid).

Bundle	Mandatory fields	Optional fields
3D Model	- Reconstructed Period, - Copyrights - 3D File Format; - Visualisation Upload;	- Description; - Software; - Technique(s); - Creator(s) - Creation Time Span; - Native File Upload; - Data Exchange File Format Upload;
Object	- Name; - Identifier; - Type; - Location;	- Historical Relation(s) - Wikipedia
Research Activity	-----	- Documentation Upload - Online Documentation
Research Project	-----	- Name; - Acronym; - Website; - Purpose(s); - Outcome(s); - Time Span; - Description; - Participant(s);
Referencing	-----	- Structural Part; - Version; - Derivative;
Publication	- Publisher - Date	-----

The metadata within these repositories has been categorised into four distinct areas: object depicted on the model, 3D data set, publication process and research. The 3D data set category is split into two sub-categories: metadata specific to the 3D model and the entire dataset accompanying the 3D file. Also research category has two sub-categories: information about the project and the undertaken research activities. The data collected facilitated the development of a novel proposal for a documentation schema. Modifications have been made to the field categorisation. The category related to the data set was omitted due to the emphasis on a single file. Also, the referencing category was introduced to aid in forming relationships and hierarchies among 3D models (tab. 1). The new schema distinguishes mandatory fields, serving as a fundamental set of metadata for the description of the 3D model of CH (fig. 3).

Data model

Formulating the documentation schema facilitates the design of the front end, namely, the system layer that interacts with the user in the CMS Drupal. This process necessitates defining the number of fields, their structure, interdependencies, and their labels and

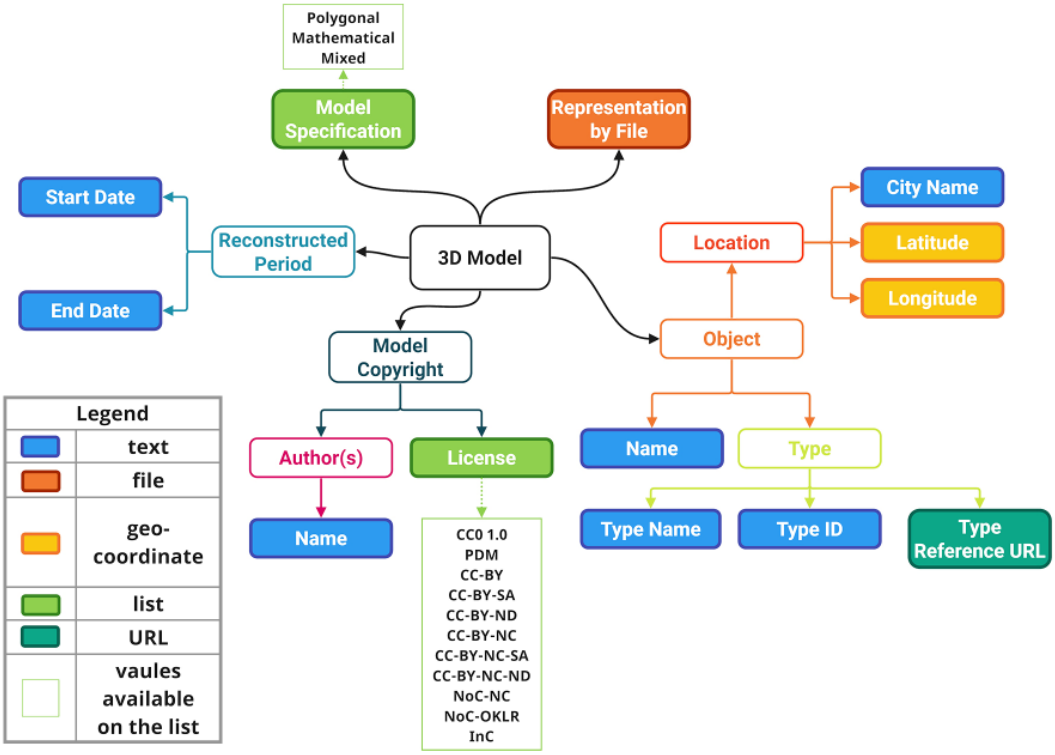


Fig. 3 - AI Mainz/Igor Bajena, *Basic documentation schema for WissKI 3D Repository*, 2022, 15 x 10,7 cm, Diagram illustrating the core documentation scheme for WissKI 3D Repository (minimum user input for publication of the 3D model) with the specification of the type of documented data.

descriptions, which are instrumental in aiding user comprehension of the content within each field. However, this alone does not provide the machine-readable data. For this specific purpose, the WissKI module incorporates a tool called Pathbuilder. Its graphical interface lets users model data based on ontologies integrated into the system. The structures created in Pathbuilder are stored in the triplestore, generating a structure in the RDF file based on the data input by the user. Incorporating the data schema with semantic meaning is imperative by employing an ontology in the backend, the system's layer communicating with the server. The CIDOC CRM is a paper standard. Its use required a translation to the OWL file, which was done in the project Erlangen CRM (Goerz et al., 2008). The translation offered is subject to ongoing updates and is publicly accessible on the project's website [4]. Similarly, CIDOC CRM-referenced OntSciDoc3D was initially conceptualised as a paper ontology. It was later translated into the OWL format utilising the Protege software, after which it was made available online [5].

Data modelling in Pathbuilder employs a hierarchical structure based on groups (called 'bundles' in Drupal) and paths (known as 'fields' in Drupal). Groups facilitate the creation of clusters for subordinate fields referring to the same class. Paths enable the creation of fields whose formatting can be adjusted via the Drupal interface. At the

Tab. 2 - AI Mainz/Igor Bajena, *Application of a sub-bundle reference mechanism using a 'flat hierarchy'*, 2023, In the examples of the 'Model Copyrights' bundle declares the author field twice: once as an entity reference (white row) for the form and once as a flat hierarchy group (grey row) for the view.

Hierarchy	Name	Path	Field Type
	3D Model	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction]	------
	Model Copyright	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction -> ecrm:P104_is_subject_to -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_30a_Copy_Right]	------
	Model License	https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction -> ecrm:P104_is_subject_to -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_30a_Copy_Right	List (text)
	Author(s)	https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction -> ecrm:P104_is_subject_to -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_30a_Copy_Right -> ecrm:P75i_is_possessed_by -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_21a_Person	Entity reference
	Author(s)	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction -> ecrm:P104_is_subject_to -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_30a_Copy_Right -> ecrm:P75i_is_possessed_by -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_21a_Person]	------
	Author Name	https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction -> ecrm:P104_is_subject_to -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_30a_Copy_Right -> ecrm:P75i_is_possessed_by -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_21a_Person -> ecrm:P1_is_identified_by -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_82a_Person_Name	Text (plain)
	Author ORCID ID	https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction -> ercm:P104_is_subject_to -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_30a_Copy_Right -> ecrm:P75i_is_possessed_by -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_21a_Person -> ecrm:P1_is_identified_by -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_42c_Actor_ID	URI
	Author Affiliation	https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction -> ecrm:P104_is_subject_to -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_30a_Copy_Right -> ecrm:P75i_is_possessed_by -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_21a_Person -> ecrm:P11i_participated_in -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_7b_Membership-> ecrm:P11_had_participant -> ecrm:E74_Group -> ecrm:P1_is_identified_by -> ecrm:E35_Title	Text (plain)

same time, paths define relations between the bundle and the field through subject-predicate-object configuration using ontologies. It is essential to outline the number of main groups (main bundles) which generate independent entry forms in advance. Seven main bundles have been created for the WissKI 3D Repository, listed below. The assigned class from the ontology is indicated in brackets, with 'osd' as the prefix for OntSciDoc3D and 'E' for Erlangen CRM:

- 3D Model (osd_73a_3D_Reconstruction);
- Person (osd_21a_Person);
- Institution (osd_74a_Corporate_Body);
- Object (osd_22a_Object);
- Object Type (osd_55d_Object_Type);

- City (osd_53a_Place);
- Project (E7_Activity).

Each main bundle constitute an independent group with its data input form. When a field inside a form refers to a whole group, then a particular field type, 'entity reference', is used. It can connect fields with existing groups for loading or writing comprehensive group information. Unfortunately, there are currently no suitable tools for WissKI that would enable the correct export of data for fields using entity references. The 'views data export' [6] module, which was applied, creates exports based on 'views' [7]. View is one of the core modules in Drupal, which fetches data from the backend and formats it suitably for front-end presentation. Consequently, the data exports produced are based not on the structure of the semantic model but on the view in the frontend.
Incorrect data export prevents transfer to data aggregators. On the other hand, removing the entity reference entirely would result in unfeasible referencing data within the system. Therefore, an unconventional data modelling method was developed, using a dual mechanism for field interrelation (tab. 2). Users are provided with an entity reference function within the data form view, whereas data presentation in the frontend view is

Tab. 3 - AI Mainz/Igor Bajena, *Full hierarchy of groups in 'flat data modelling' for the WissKI 3D Repository*, 2023.

Hierarchy	Name	Path
○	3D Model	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction]
├○	Reconstructed Period	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction-> ecrm:P141i_was_assigned_by -> ecrm:E13_Attribute_Assignment -> ecrm:P141_assigned -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_52a_Timespan]
├○	Model Copyright	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction -> ecrm:P104_is_subject_to -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_30a_Copy_Right]
│├○	Author(s)	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction -> ecrm:P104_is_subject_to -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_30a_Copy_Right -> ecrm:P75i_is_possessed_by -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_21a_Person]
│└○	Holder (Organization)	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction -> ecrm:P104_is_subject_to -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_30a_Copy_Right -> ecrm:P75i_is_possessed_by -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_74a_Corporate_Body]
├○	Model Creation	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction-> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/P12.1i_was_created_by-> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_7a_Research_Activity]
│├○	Creation Participant(s)	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction-> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/P12.1i_was_created_by-> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_7a_Research_Activity -> ecrm:P141i_was_assigned_by -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_13d_Role_Assignment]
│└○	Creation Person	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction-> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/P12.1i_was_created_by-> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_7a_Research_Activity-> ecrm:P141i_was_assigned_by -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_13d_Role_Assignment -> ecrm: P141_assigned -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_21a_Person]
│└○	Creation Time Span	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/P12.1i_was_created_by -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_7a_Research_Activity -> ecrm:P4_has_time-span -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_52a_Timespan]

	Object	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction-> ecrm:P130_shows_features_of -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_22a_Object]
	Object Location	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction-> ecrm:P130_shows_features_of -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_22a_Object -> ecrm:P53_has_former_or_current_location -> ecrm:E53_Place]
	Object City	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction-> ecrm:P130_shows_features_of -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_22a_Object -> ecrm:P53_has_former_or_current_location -> ecrm:E53_Place -> ecrm: P89_falls_within -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/ontology/osd_53a_Place]
	Historical Relations	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction-> ecrm:P130_shows_features_of -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_22a_Object -> ecrm:P10_falls_within -> ecrm:E93_Presence]
	Related Actor(s)	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction-> ecrm:P130_shows_features_of -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_22a_Object -> ecrm:P10_falls_within -> ecrm:E93_Presence -> ecrm:P141i_was_assigned_by -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_13d_Role_Assignment]
	Historical Events	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction -> ecrm:P130_shows_features_of -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_22a_Object -> ecrm:P10_falls_within -> ecrm:E93_Presence -> ecrm:P9_consists_of -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_5a_Historical_Event]
	Event Time Span	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction -> ecrm:P130_shows_features_of -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_22a_Object -> ecrm:P10_falls_within -> ecrm:E93_Presence -> ecrm:P9_consists_of -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_5a_Historical_Event -> ecrm:P4_has_time-span -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_52a_Timespan]
	Project	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction -> ecrm:P19i_was_made_for -> ecrm:E7_Activity]
	Project Time Span	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction -> ecrm:P19i_was_made_for -> ecrm:E7_Activity -> ecrm:P4_has_time-span -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_52a_Timespan]
	Project Participant(s) (Organization)	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction -> ecrm:P19i_was_made_for -> ecrm:E7_Activity -> ecrm:P141i_was_assigned_by -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_13d_Role_Assignment]
	Project Organization	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction -> ecrm:P19i_was_made_for -> ecrm:E7_Activity -> ecrm:P141i_was_assigned_by -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_13d_Role_Assignment -> ecrm:P141_assigned -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/ osd_74a_Corporate_Body]
	Documentation	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction -> ecrm:P70i_is_documented_in -> ecrm:E31_Document]
	Publication	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction -> ecrm:P140i_was_attributed_by -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_13f_Documentation_Assignment -> ecrm:P141_assigned -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_7c_Documentation]
	Publisher	Group [https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_73a_3D_Reconstruction -> ecrm:P140i_was_attributed_by -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_13f_Documentation_Assignment -> ecrm:P141_assigned -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/osd_7c_Documentation -> ecrm:P14_carried_out_by -> https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/ontology/osd_21a_Person]

achieved through paths predicated on a 'flat hierarchy'. It is based on modelling each field as a precise path with no references. Additionally, it became essential to constrain the input forms to a single one pertinent to the 3D model. Thus, the primary hierarchy of the system is anchored on one main bundle (osd_73_a_3D_Reconstruction), with all other groups conceptualised as sub-bundles (tab. 3).

Controlled vocabularies and authority files

Appropriate vocabulary control also influences the data quality. It reduces the inherent ambiguity of the used terms and entities. In the Semantic Web, all individual entities need to be identified by unique User Resource Identifiers (URIs). A URI essentially serves as a web link that directs to the domain and location of the desired resource. The FAIR Principles advocate for using permanent identifiers to describe the data accurately. Controlled vocabularies afford this stability.

The WissKI 3D Repository applies a comprehensive array of controlled vocabulary types (fig. 4). Authority files serve to identify individuals. Open Researcher and Contributor ID (ORCID) is utilised for person identification. The Virtual International Authority File (VIAF) is employed for organisations, while geographic names are referenced using Geonames. CH objects are identified through Wikidata ID. *Die Gemeinsame Normdatei* (GND), also known as the Integrated Authority File, managed by the German National Library, is applied as an additional identifier to all the aforementioned data categories, excluding institutional roles. Currently, authority files are not directly connected to the repository. All URIs must be found and inserted manually by the user. Future enhancements of the platform are set to include the automation of this process and the capability to search for vocabulary directly from a field within the repository.

To categorise the types and attributes of individuals, controlled vocabulary lists were established. The roles of institutions in projects were articulated using selected terms from the Library of Congress Authority Files. Participant roles in the digital reconstruction process were formulated based on the Taxonomy of Digital Research Activities in the Humanities (TaDiRAH) and the MARC Code List for Relators Scheme. The Getty Art & Architecture Thesaurus (Getty AAT) was instrumental in developing classification lists for types and categories of CH objects and potential CH research project objectives. The compilation of available licenses for 3D file usage was derived from the frameworks established by RightsStatements.org and Creative Commons. The final list of 3D modelling techniques was determined based on the author's expertise, deliberations within the European CoVHer project [8], and prevalent terms in the community. However, this list uniquely does not originate from externally recognised controlled vocabularies.

3D viewer

The data published in the 3D Repository largely adheres to the FAIR Principles. Nonetheless, it is insufficient to ensure diverse audiences' exploration of virtual models. Consequently, exploring 3D models necessitates viewers - specialised scripts enabling model display within a window embedded in the browser page. The market offers many 3D-viewer solutions (Champion & Rahaman, 2020). The selection for the WissKI 3D Repository required a web-based solution, supportive of a broad spectrum of 3D file formats and compatible with models created manually or acquired

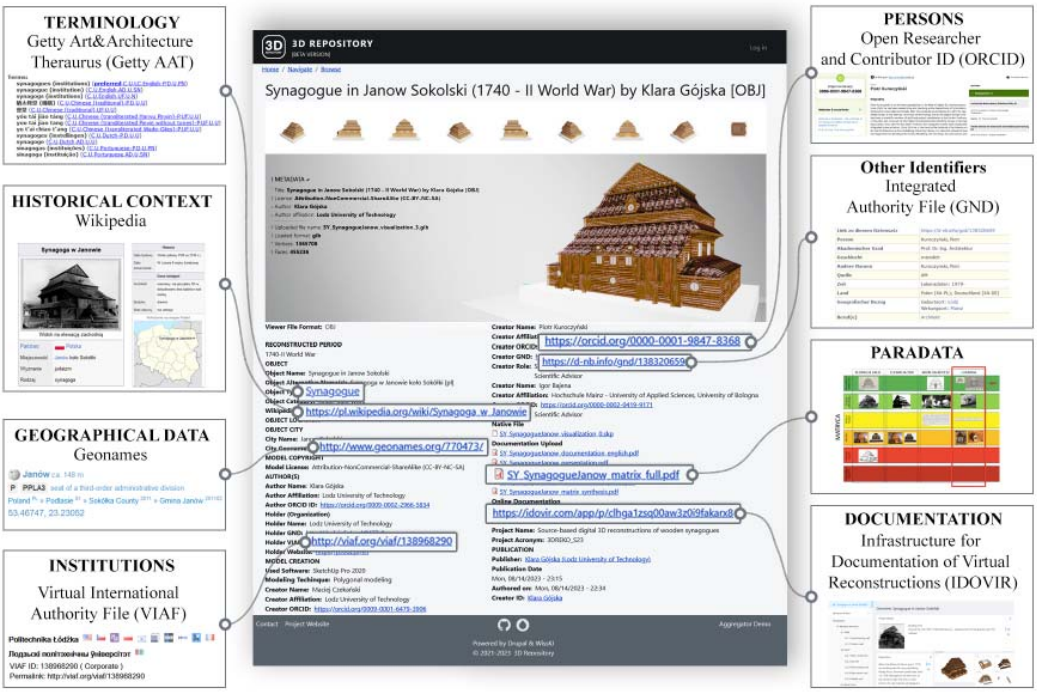


Fig. 4 - AI Mainz/Igor Bajena, *Cross-referencing of context data in the example of digital reconstruction of the synagogue in Janów Sokolski by Klara Gójska and Maciej Czekański*, 2023, 15 x 10 cm, The data is enriched through the utilization of URIs, controlled vocabulary, authority files, and paradata.

through laser scanning and photogrammetry. Additional requisites included possible operations within the 3D environment, file compression capability, and comprehensive documentation (Bajena et al., 2022). After thorough analysis, the cross-browser JavaScript library Three.JS was chosen to develop the DFG 3D-Viewer. The application's fundamental workflow encompasses three stages: compression, conversion, and scene setup. The initial compression stage employs the DRACO algorithm (Google, 2014) to ascertain file size reduction for web browser compatibility. The second stage involves compression and format optimisation. The DFG 3D-Viewer used in the repository supports over 13 different 3D file formats, including .obj, .fbx, .dae, .stl, .glb, and .ifc. However, not all formats display optimally in the viewer. The prevailing standard for three-dimensional scenes and models is glTF (ISO/IEC 12113:2022). Thus, enhancing browser performance requires conversion to GLB: glTF binary format. The final stage involves scene setup, where the optimised model is positioned, and its boundary box is calculated. These calculations facilitate automatic adjustments of lighting and camera for initial settings.

The fundamental functionality of the viewer is predicated on model manipulation in the scene, encompassing adjustments to position, size, rotation, materials, light modification, and camera settings. Furthermore, the viewer enables the creation of clipping planes, which produce a transparent plane along the x, y, or z-axis, effectively

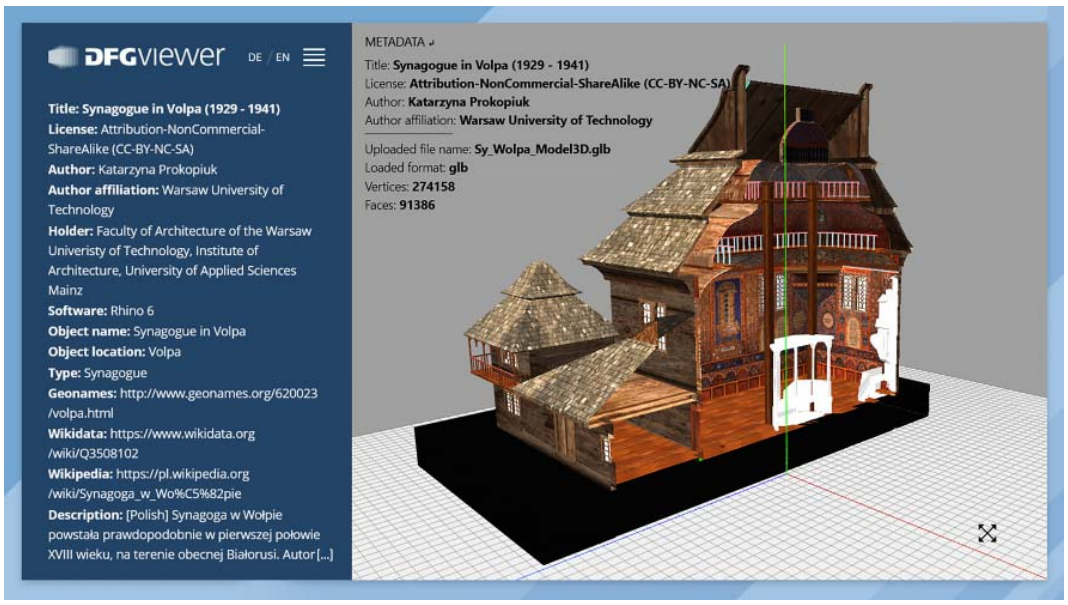


Fig. 5 - AI Mainz, *Visualization of the 3D model of the Volpa synagogue reconstruction made by Katarzyna Prokopiuk in the DFG 3D-Viewer aggregation instance*, 2022, 15 x 8,4 cm.

slicing through the model. This capability facilitates the generation of cross-sections along all axes simultaneously. It permits a comprehensive exploration of the interior of the 3D model, a feature of particular value in exploring architectural models.
The DFG 3D-Viewer was developed as a Drupal module [9]. The module incorporates enhanced functionalities that facilitate communication with the system. One such function automatically generates nine visualisations utilising the Blender rendering engine, with the initial visualisation as an entry preview. A critical component is the conversion of the aforementioned metadata export from the view into a standardised data transmission container (fig. 5), conforming to the Metadata Encoding and Transmission Specification (METS) and Metadata Object Description Scheme (MODS) formats. This container can facilitate data transfer to aggregating institutions like the DDB. This workflow has been evaluated on a demonstration instance, aggregating 3D models from data repositories such as Europeana, Sketchfab, 3D Repository, and UrbanHistory4D (Münster, 2023).

Evaluation of the system

The beta version of the WissKI 3D Repository, initiated in June 2022, has been subjected to evaluation by two primary target groups since its launch. The initial group, composed of students in the cultural heritage domain, was tasked with showcasing the importance of documenting and publishing 3D models of digital reconstructions [10]. The second group, comprising digital 3D cultural heritage professionals, predominantly focused on archiving digital assets [11]. Participants were requested to report their

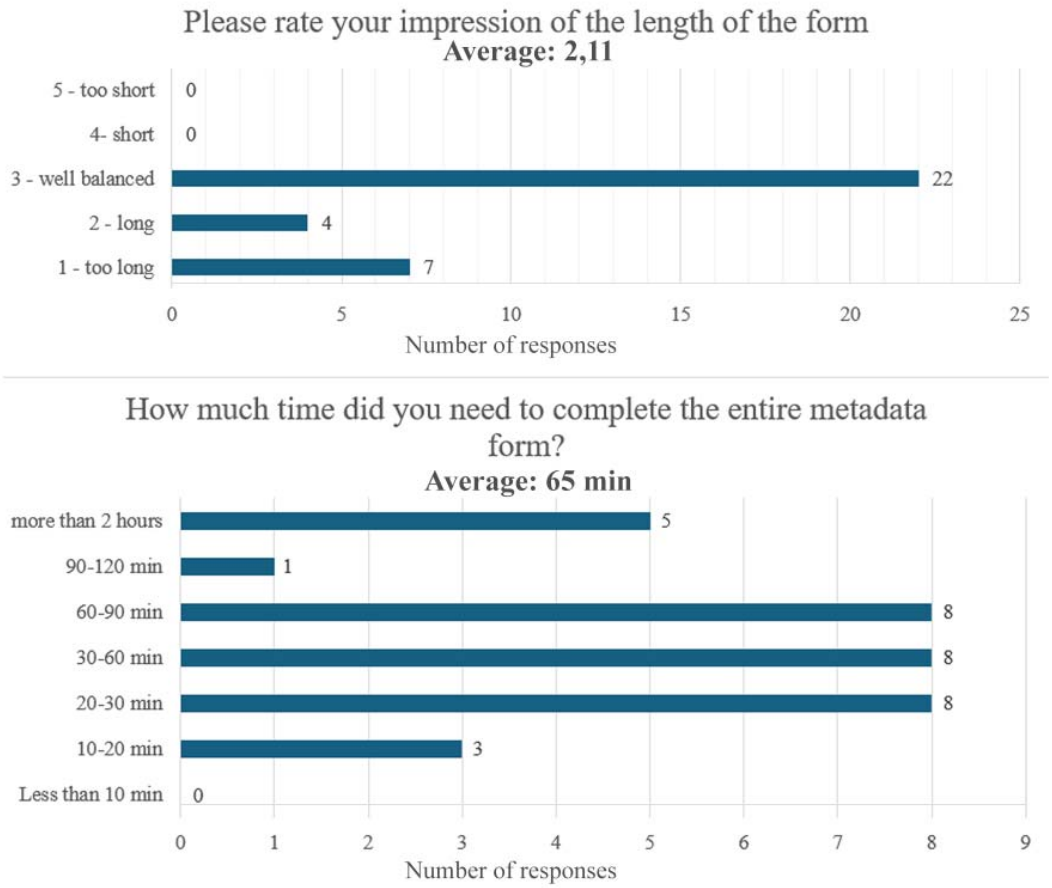


Fig. 6 - AI Mainz/Igor Bajena, *The assessment of the data form in terms of its length and the time required for completion*, 2024, 15 x 12,9 cm ,The length was evaluated on a scale ranging from 1 to 5, where 1 denoted 'too short', 5 signified 'too long', and 3 represented a 'well-balanced' length.

experiences across four categories: metadata form, 3D viewer, provided guidelines, and overall experience. A 5-point rating scale was employed to assess specific issues, with 1 being the most negative and 5 being the most positive. The form length question was an exception, where a median value of 3 was considered ideal, and extreme values indicated either excessive length or brevity. Regarding the form length (fig. 6), responses generally indicated a well-balanced perception. However, the average score of around 2.0 suggested a need for minor shortening (optimal value: 3.0).

The form's difficulty level (fig. 7) averaged at approximately 2.66, denoting a mild challenge for respondents, with professionals finding it most challenging. The average score for field comprehensibility (fig. 7) hovered around 3.45, implying minor difficulties in field content understanding. Concerning form completion time (fig. 6), the results were unexpected. Designed for swift documentation, respondents needed about an hour on average, with notable difficulty in preparing 3D models for accurate viewer display (fig. 8). On average, 3.44 attempts were needed for satisfactory visualisation,

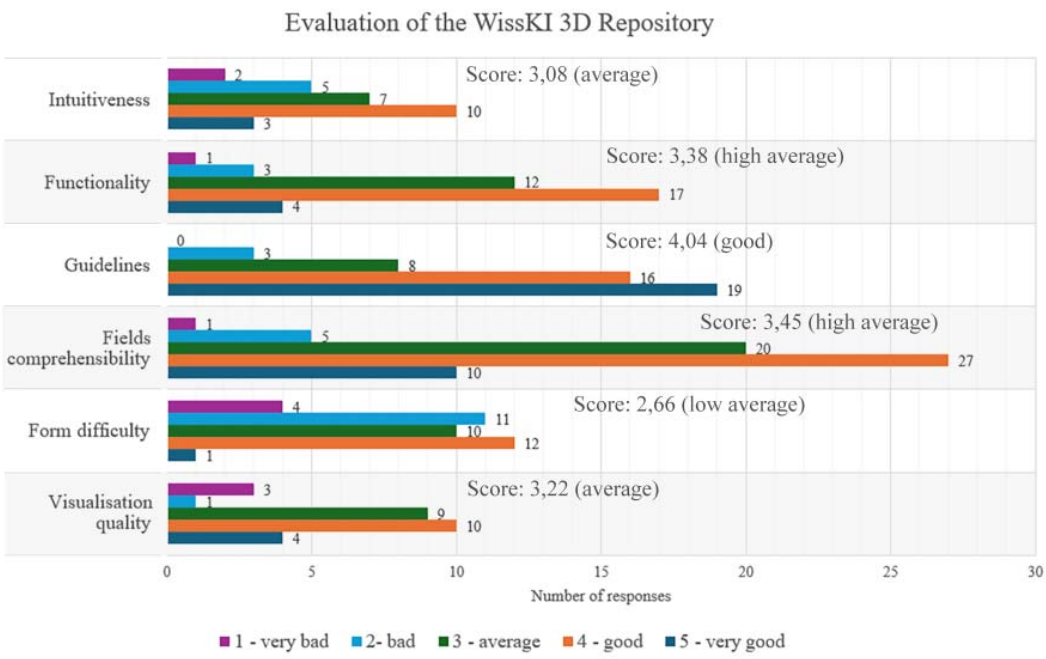


Fig. 7 - AI Mainz/Igor Bajena, *The evaluation of the WissKI 3D Repository by respondents*, 2024, 15 x 9,4 cm. Ratings were given on a scale from 1 to 5, with 1 the most negative and 5 the most positive. Six categories underwent evaluation: intuitiveness, functionality, guidelines, comprehensibility, difficulty, and visualization.

leading to the creation of additional guidelines to assist in proper model preparation and upload, rated at 4.04 (fig. 7) for comprehensibility (mostly understandable).
The overall impression of the repository's utility averaged at 3.38 (Moderately Usable), with users indicating a preference for using the platform for model archiving (53%), model browsing (11%), and seeking information on restorations (3%). 7% stated they would not reuse the repository, with another 7% abstaining from opinion (fig. 8).

Conclusion

The WissKI 3D Repository has gathered over 150 users who have published over 200 models. The platform demonstrates uniqueness in the market regarding the wide range of 3D formats supported and the ability to document in compliance with FAIR Principles. The growing number of users and published models in the repository indicates interest among the community. Tests have shown the usefulness of using the repository for higher education and professionals' preservation of 3D digital heritage. However, drawbacks were pointed out regarding the difficulty of preparing 3D models for publication and the long documentation form. The operability of the system and the design of the interface still need to be improved in order to provide a fully user-friendly environment. The presented system also shows potential as an alternative to Sketchfab for publishing and exploring 3D models, surpassing its ability to document context

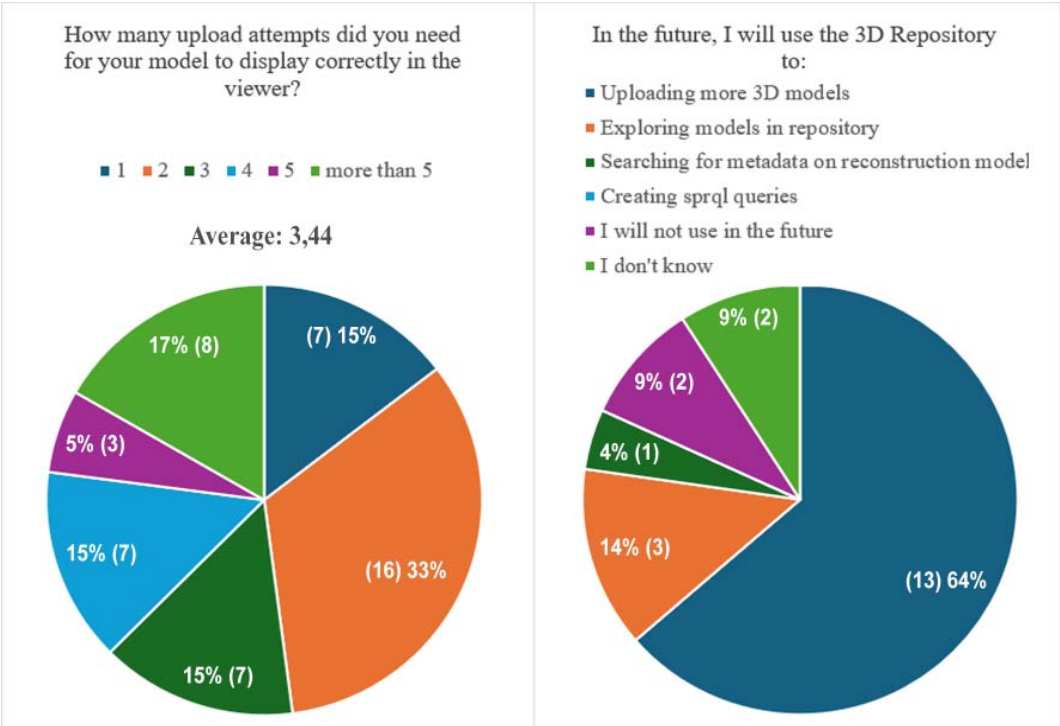


Fig. 8 - AI Mainz/Igor Bajena, *The assessment of 3D data publication and future of the WissKI 3D Repository*, 2024, 15 x 10,4 cm, The left graph illustrates the number of attempts required to successfully publish 3D model, while the right graph depicts respondents' probability of utilizing the system in the future.

and paradata based on ontological solutions of the Semantic Web. The activities around the DFG 3D-Viewer project also made it possible to start a shared discussion on the documentation of 3D models of CH. The presented scheme for the documentation of 3D models was aligned with proposals from other consortia [12] during two editions of workshops on metadata for 3D cultural heritage in Mainz (2022) and Munich (2023) to agree on a common standard for the preservation of digital datasets of architecture, archaeology and art history (Bajena & Kuroczyński, 2023).

Further steps lead to the approved second phase of the DFG 3D-Viewer project, initiating collaborations with multiple libraries to integrate the developed solutions in their repositories. This integration will facilitate ongoing enhancements and updates to the DFG 3D-Viewer. Additionally, plans are to develop a ready-to-use component of the WissKI 3D Repository as part of the WissKI Cloud service [13]. This service aims to offer a pre-configured system for download, enabling users to establish their own WissKI repository for 3D models effortlessly.

Also, all the experiences gathered from the repository are being analysed to derive insights. These findings will significantly contribute to developing a novel platform for documenting hypothetical 3D digital reconstructions of lost and never-built architectural heritage in higher education at the European Union level [14], within the scope of the CoVHer project.

Notes

[1] The 3D Repository is available at: https://3d-repository.hs-mainz.de/, last accessed 23 January 2023.

[2] Digital reconstructions encompass varying definitions, contingent upon the specific community and discourse involved. In certain contexts, the term is applied to denote hypothetical, source-based 3D reconstructions of heritage sites or structures that have either been lost or were never realised. Alternatively, it pertains to the digital reconstruction of extant objects through digitisation. The DFG 3D-Viewer project is designed to address both these interpretations, providing a comprehensive approach to digital reconstructions.

[3] Documentation of CIDOC CRM version 7.1.1. is available at: https://www.cidoc-crm.org/Version/version-7.1.1, last accessed 19 January 2024.

[4] The Erlangen CRM Project (ecrm) website contains an actual version of CIDOC CRM translation into OWL and a link to a project repository in GitHub. It is available at: https://www.erlangen-crm.org/, last accessed 20 January 2024.

[5] The file containing the actual version of OntSciDoc3D is available at: https://www.ontscidoc3d.hs-mainz.de/ontology/, last accessed 19 January 2024.

[6] Views Data Export module overview is available at: https://www.drupal.org/project/views_data_export, last accessed 20 January 2024.

[7] Views module overview is available at: https://www.drupal.org/docs/8/core/modules/views, last accessed 20 January 2024.

[8] CoVHer stands for Computer-based Visualization of Architectural Cultural Heritage. The project aims to define a transparent methodology for creating and documenting the computer-based visualisation of the cultural heritage model. More information can be found at: https://covher.eu/, last accessed 23 January 2024.

[9] Documentation of the module and viewer is on the GitHub repository of the DFG 3D-Viewer project: https://github.com/thedworak/dfg_3dviewer, last accessed 23 January 2023.

[10] Evaluations of the repository were undertaken with three student groups at separate time steps. The initial survey, conducted in June 2022, involved engineering students from the Faculty of Architecture at the Warsaw University of Technology (WUT), focusing on reconstructing wooden synagogues. A subsequent survey, a year later, encompassed a joint class on the same subject, combining students from the engineering department of the WUT with master's students from the Lodz University of Technology (TUL). The final survey occurred during an international digital reconstruction workshop under the CoVHer project in September 2023. This workshop drew participation from students specialising in cultural heritage fields (architecture, archaeology, digital humanities) from five European countries: Italy (University of Bologna), Germany (Hochschule Mainz - University of Applied Sciences), Poland (WUT and TUL), Spain (Universitat Autònoma de Barcelona), and Portugal (University of Porto).

[11] The professional survey was conducted collaboratively within the framework of the DFG 3D-Viewer project. Participation involved four institutions, each representing a diverse discipline of CH: Deutsche Museum (history of technology), BTU Cottbus (architecture), LMU Munich (art history), and University of Cologne (archaeology). This survey was divided into three sequential phases, each focusing on different aspects of utilising the WissKI 3D Repository.

[12] The inaugural workshop in December 2022 was attended by representatives from various projects and repositories, including the WissKI 3D Repository, IDOVIR (https://idovir.com/), Semantic Kompakkt (https://semantic-kompakkt.de/home), FIDBau Digital (https://www.fid-bau.de/en/), baureka.online (https://baureka.online/de), and heidICON (https://heidicon.ub.uni-heidelberg.de/). A subsequent workshop in Munich in March 2023 expanded the scope of discussion, augmenting the

analysis with data schemas from the Europeana Data Model (EDM), Smithsonian, Carrare, and Share 3D. A comprehensive overview of these collaborative efforts can be found on the shared miro board: https://miro.com/app/board/uXjVPDUEGMY=/?share_link_id=248568565336.

[13] WissKI Cloud is a service facilitating the utilisation of a pre-configured instance of WissKI, obviating the need for individual server setup. Future enhancements will enable users to customise configuration parameters tailored to specific intended uses of the system, such as a 3D model repository, image repository, scientific project documentation, and more. The service is accessible at: https://wisski.cloud/, last accessed 31 January 2024.

[14] The first release of the CoVHer project's repository for testing is scheduled for June 2024. This phase involves the development of a new ontology, adaptation of the documentation schema, data modelling, implementation of adapters for authority files, and enhancements to the user experience (UX). Updates on the progress can be monitored at https://repository.covher.eu/, last accessed 31 January 2024.

Acknowledgments

The authors extend their gratitude to the entire DF3D-Viewer project team from Friedrich Schiller University Jena, Hochschule Mainz-University of Applied Sciences and Saxon State and University Library Dresden. The authors also thank people supporting data modelling and system development, particularly Mark Fichtner, Peggy Grosse, and Robert Nasarek. Appreciation is also extended to all participants of the metadata workshops held in Mainz (December 2022) and Munich (March 2023), especially those who contributed actively, including the teams from the IDOVIR project, baureka.online, Semantic Komapkkt, FIDBau Digital, and representatives from Heidelberg University Library, the IIIF Working Group, and the Europeana and CARRARE initiatives. Further, the authors express their thanks to the partners in the DFG 3D-Viewer project, notably representatives from the Deutsche Museum, BTU Cottbus, LMU Munich, and the University of Cologne, for their active engagement in the testing and survey processes. Additionally, gratitude is directed towards the universities that facilitated system tests with students, including the Faculty of Architecture at the Warsaw University of Technology and the Faculty of Architecture at the Lodz University of Technology. The European CoVHer project team is also acknowledged for collaborating in organising the joint workshops on digital reconstruction in Mainz with the possibility of further tests of the WissKI 3D Repository (September 2023). The authors would also like to thank the students who participated in the digital reconstruction seminars and workshops for their willingness to give feedback on the system and allow their work to be used in further research activities.

Attributions

The production of this paper was made possible by co-financing from three independent sources:

- DFG 3D-Viewer Project funded by Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - Förderkennzeichen: MU 4040/5-1, Projektnummer 439948010;
- PhD Scholarship in Architecture and Design Cultures of 37th Cycle funded by University of Bologna;
- CoVHer Project funded by European Commission, Erasmus+, KA2 – Capacity building in the Field of Higher Education, project No 2021-1-IT02-KA220-HED-000031190.

References

Bajena, I., Dworak, D., Kuroczyński, P., Smolarski, R., & Münster, S. (2022). DFG 3D-Viewer – Development of an infrastructure for digital 3D reconstructions. In *The Book of Abstracts of DH2022* (pp. 117-120). ADHO. https://dh2022.dhii.asia/dh2022bookofabsts.pdf

Bajena, I., & Kuroczyński, P. (2023). Metadata for 3D Digital Heritage Models. In the Search of a Common Ground. In S. Münster, A. Pattee, C. Kröber, & F. Niebling (Eds.), *Research and Education in Urban History in the Age of Digital Libraries* (pp. 45-64). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-38871-2_4

Berners-Lee, T. (2006). Linked Data. *Design Issues*. https://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html

Bruseker, G., Carboni, N., & Guillem, A. (2017). Cultural Heritage Data Management: The Role of Formal Ontology and CIDOC CRM. In M. L. Vincent, V. M. López-Menchero Bendicho, M. Ioannides, & T. E. Levy (Eds.), *Heritage and Archaeology in the Digital Age: Acquisition, Curation, and Dissemination of Spatial Cultural Heritage Data* (pp. 93-131). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-65370-9_6

Champion, E., & Rahaman, H. (2020). Survey of 3D digital heritage repositories and platforms. *Virtual Archaeology Review, 11*(23), 1-15. https://doi.org/10.4995/var.2020.13226

Dijk, E. M. S., & Doorn, P. K. (2014). Providing access to research data, publications and current research information at Data Archiving and Networked Services - DANS. In *7th Conference on Grey Literature and Repositories: proceedings*. National Library of Technology. https://pure.knaw.nl/ws/portalfiles/portal/792930/idr_809_4.pdf

Doerr, M., & Crofts, N. (1999). Electronic Esperanto: The Role of the Object Oriented CIDOC Reference Model. *International Cultural Heritage Informatics Meeting*.

Fichtner, M., Nasarek, R., & Wiesing, T. (2023). WissKI: A Virtual Research Environment Based on Drupal. *Proceedings of the Conference on Research Data Infrastructure, 1*. https://doi.org/10.52825/cordi.v1i.353

Goerz, G., Schiemann, B., & Oischinger, M. (2008). *AN IMPLEMENTATION OF THE CIDOC CONCEPTUAL REFERENCE MODEL (4.2.4) IN OWL-DL*. https://www.erlangen-crm.org/docs/crm_owl_cidoc2008.pdf

Google. (2014). *Draco 3D Graphics Compression*. https://google.github.io/draco/

Hardesty, J., Johnson, J., Wittenberg, J., Hall, N., Cook, M., Lischer-Katz, Z., Xie, Z., & McDonald, R. (2020). *3D Data Repository Features, Best Practices, and Implications for Preservation Models: Findings from a National Forum*. College & Research Libraries, 789. https://doi.org/10.5860/crl.81.5.789

Kuroczyński, P., Bajena, I., Große, P., Jara, K., & Wnęk, K. (2021). Digital Reconstruction of the New Synagogue in Breslau: New Approaches to Object-Oriented Research. In F. Niebling, S. Münster, & H. Messemer (Eds.), *Research and Education in Urban History in the Age of Digital Libraries* (pp. 25-45). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-93186-5_2

Kuroczyński, P., & Große, P. (2020). OntSciDoc3D – Ontology for Scientific Documentation of source-based 3D reconstruction of architecture. *The 25th Conference on Cultural Heritage and New Technologies*, Vienna, Austria. https://chnt.at/wp-content/uploads/OntSciDoc3D--Ontology-for-Scientific-Documentation-of-source-based-3D-reconstruction-of-architecture.pdf

Münster, S. (2023). Advancements in 3D Heritage Data Aggregation and Enrichment in Europe: Implications for Designing the Jena Experimental Repository for the DFG 3D Viewer. *Applied Sciences, 13*(17):9781. https://doi.org/10.3390/app13179781

Purday, J. (2012). Europeana: Digital Access to Europe's Cultural Heritage. *Alexandria, 23*(2), 1-13. https://doi.org/10.7227/ALX.23.2.2

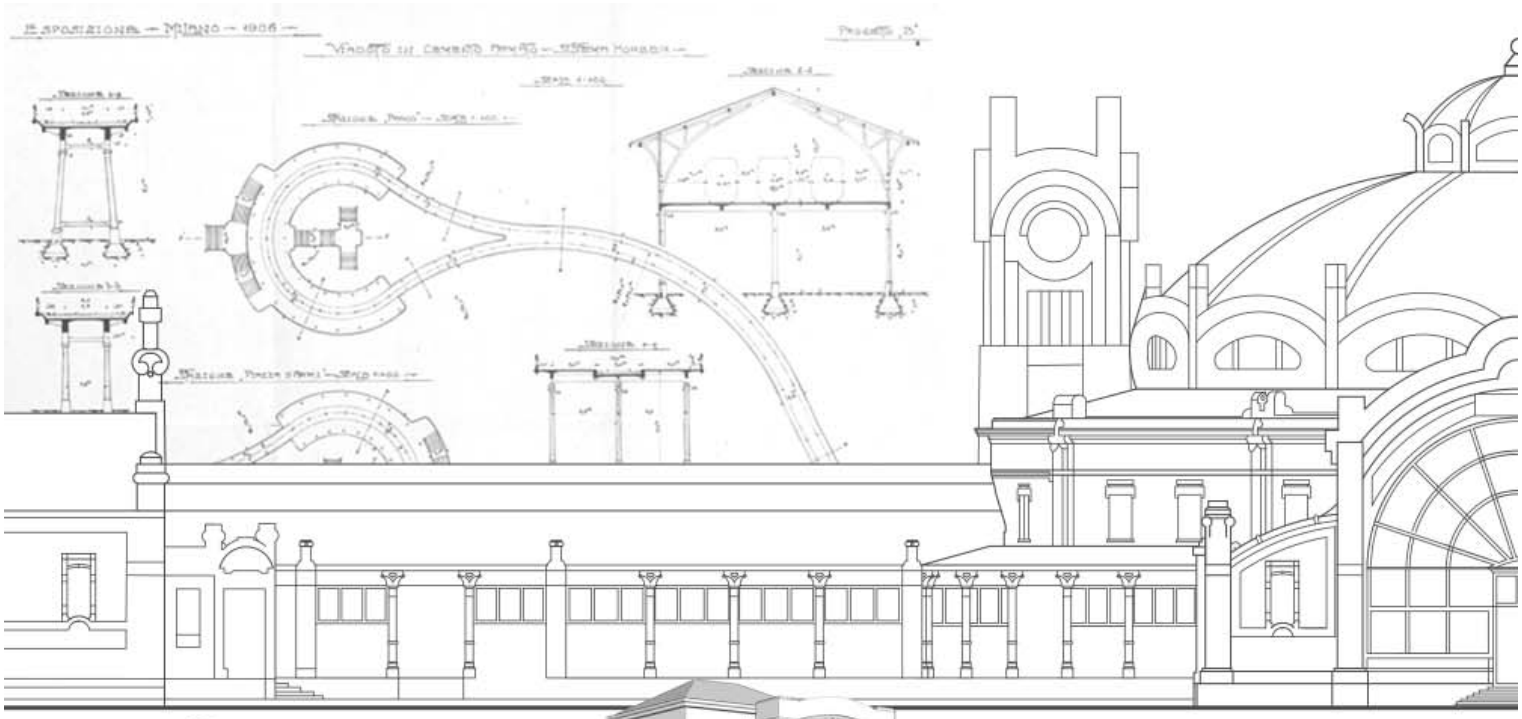
Schmiede, R. (1999). Digital library activities in Germany: the German digital library program global info. *Proceedings IEEE Forum on Research and Technology Advances in Digital Libraries* (pp. 74-73). https://doi.org/10.1109/ADL.1999.777694

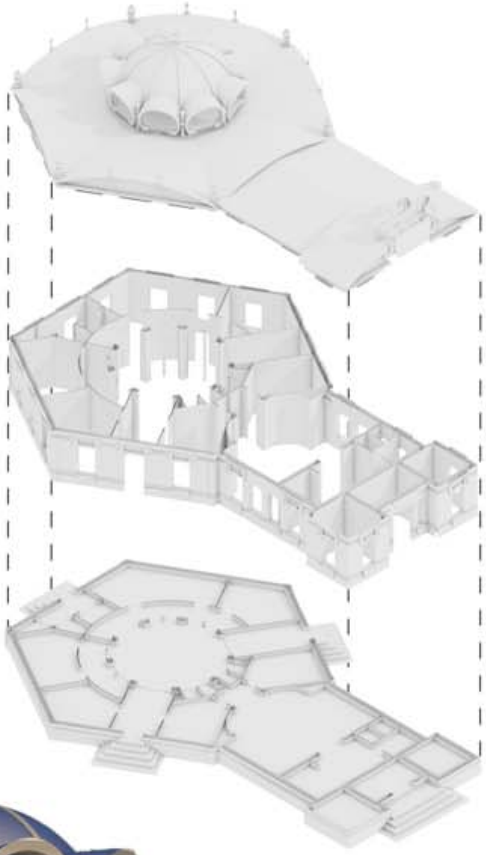
The London Charter. (2009). https://londoncharter.org/

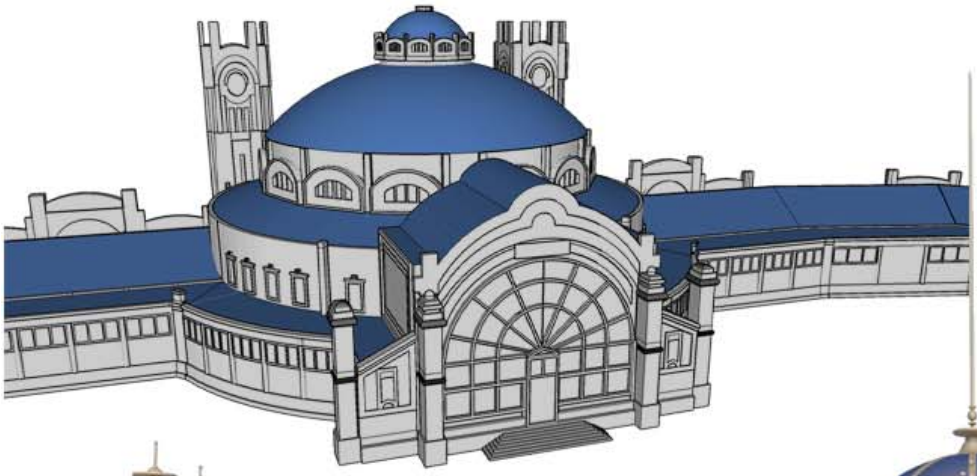
The Seville Principles. (2017). http://sevilleprinciples.com/

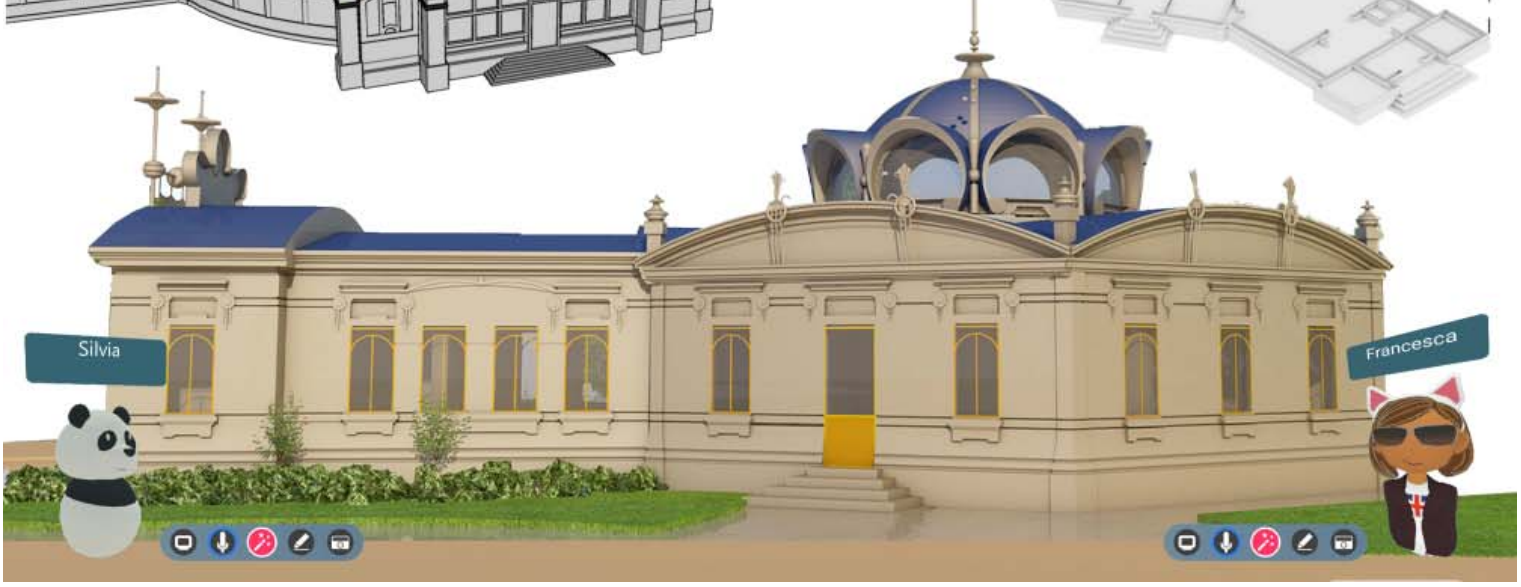
Time Machine. (2020). https://www.timemachine.eu/about-us/

Wilkinson, M. D., Dumontier, M., Aalbersberg, Ij. J., Appleton, G., Axton, M., Baak, A., Blomberg, N., Boiten, J.-W., da Silva Santos, L. B., Bourne, P. E., Bouwman, J., Brookes, A. J., Clark, T., Crosas, M., Dillo, I., Dumon, O., Edmunds, S., Evelo, C. T., Finkers, R., & Mons, B. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data, 3*(1), art. 1. https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18








Silvia
Francesca

L'uso del Metaverso per la fruizione condivisa e interattiva delle informazioni storiche d'archivio

Silvia La Placa[1], Francesca Galasso[1]

[1] Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Università di Pavia

silvia.laplaca@unipv.it; francesca.galasso@unipv.it

Parole chiave: Piattaforme interattive; Patrimonio architettonico invisibile; Ambienti Virtuali; Metaverso; Expo1906 / *Interactive Platforms*; *Invisible Architectural Heritage*; *Virtual Environments*; *Metaverse*; *Expo1906.*

Abstract

Il contributo illustra parte di una ricerca più ampia, che intende sperimentare sistemi di ricostruzione virtuale e piattaforme interattive per definire rinnovate forme di esplorazione e interazione con le architetture scomparse. La ricerca intende supportare il processo culturale dedicato alla valorizzazione della memoria storica di luoghi non più visibili, attraverso l'elaborazione di un *workflow* operativo interdisciplinare indirizzato alla descrizione degli aspetti geometrici, tecnici e concettuali che li caratterizzavano. Il crescente sviluppo di pratiche e proposte innovative nell'ambito della digitalizzazione del patrimonio architettonico invisibile, da un lato, ha aperto la strada a nuove, quanto ormai consolidate, modalità di conoscenza dello stesso; dall'altro, costituisce sempre più un terreno fertile per il moltiplicarsi di domande e questioni, assolutamente attuali, sull'identità degli spazi virtuali ricostruiti nel confronto con i monumenti del passato. Nella convinzione che i 'nuovi prodotti storici digitali' possano produrre un impatto anche sul significato che hanno le architetture scomparse per la società, il contributo propone un'integrazione di metodi e strumenti di rappresentazione digitale tridimensionale con attività di analisi e studio delle fonti d'archivio. Per affrontare in modo scientifico-applicativo il tema, è stato scelto come caso studio il complesso di edifici e infrastrutture realizzato e poi demolito in occasione dell'Esposizione Internazionale del 1906 a Milano. L'esposizione temporanea, immediatamente successiva all'apertura del tunnel ferroviario del Sempione, era dedicata al tema dei trasporti, e articolata in due aree della città, Piazza d'Armi e Parco Sempione, collegate da una periferica che permetteva ai visitatori di spostarsi tra l'una e l'altra. Al termine dell'evento, tutti gli edifici vennero smantellati, fatta eccezione per quello dell'Acquario, progettato dall'Architetto Sebastiano Giuseppe Locati e ancora oggi visibile in Parco Sempione. Con la volontà di far conoscere e valorizzare queste architetture scomparse, è stata strutturata una metodologia per fasi che, dallo studio dei documenti d'archivio, ha condotto alla modellazione tridimensionale dei padiglioni espositivi. Successivamente sono state comparate differenti piattaforme interattive per l'inserimento e la fruizione dei modelli digitali, con l'obiettivo di costruire ambienti virtuali, che permettano di visitare nuovamente l'Esposizione e di interagirvi a differenti livelli. In particolare, il presente contributo propone il confronto tra due applicazioni, paragonandone i risultati in termini di effettiva capacità comunicativa e di fruibilità del duplicato digitale. La prima sperimentazione, sul motore grafico *Unity*, ha previsto la predisposizione di numerose interazioni utente/spazio digitale, ognuna applicabile alla scala del singolo modello architettonico e ai percorsi di collegamento tra i padiglioni. La seconda sperimentazione ha invece riguardato l'inserimento delle aree espositive all'interno del Metaverso di *Mozilla Hub*, una piattaforma virtuale *open source*. I due processi hanno evidenziato potenzialità e limiti a livello di tempistiche, di capacità di movimento dell'utente e

Fig. 1. Sintesi del processo di ricerca (elaborazione a cura delle autrici).

di sviluppo delle interazioni utente/modello. In entrambi i casi, il dinamismo conferito ai disegni storici pone le architetture del 1906 al centro di dibattiti e indagini sulle nuove possibili modalità percettive del patrimonio e sul rinnovato duplice valore dell'opera. Il processo di digitalizzazione permette di salvaguardare e visionare nel tempo sia l'architettura non più esistente, sia il patrimonio costituito dai documenti e dai disegni d'archivio, in una inedita rappresentazione ed esplorazione del patrimonio intangibile.

The paper illustrates part of a broader research, which intends to experiment with virtual reconstruction systems and interactive platforms to define renewed forms of exploration and interaction with disappeared architecture. The research aims to support the cultural process dedicated to the enhancement of the historical memory of places that are no longer visible, through the development of an interdisciplinary operational workflow directed to the description of the geometric, technical and conceptual aspects that characterized them. In the belief that 'new digital historical products' can also produce an impact on the significance of disappeared architecture for the society, the paper proposes an integration of three-dimensional digital representation methods and tools with activities of analysis and study of archival sources. To address the topic in a scientific-applicative way, the complex of buildings and infrastructure constructed and then demolished for the 1906 International Exhibition in Milan was chosen as a case study. The temporary exhibition, immediately following the opening of the Sempione railway tunnel, was dedicated to the theme of transportation, and divided into two areas of the city, Piazza d'Armi *and* Parco Sempione*, connected by a periphery that allowed visitors to move between one and the other. At the end of the event, all the buildings were dismantled, except for the* Acquario *building, designed by Architect Sebastiano Giuseppe Locati and still visible today in* Parco Sempione. *With the desire to make these disappeared architectures known and valued, a phased methodology was structured that, from the study of archival documents, led to the three-dimensional modeling of the Exposition Pavilions. Subsequently, different interactive platforms were compared for the insertion and fruition of the digital models, with the aim of building virtual environments, which would allow people to re-visit the Exposition and interact with it at different levels. In particular, this paper proposes a comparison between two applications, comparing their results in terms of effective communicative capacity and usability of the digital duplicate. The first experimentation, on the* Unity *graphics engine, involved the preparation of numerous user/digital space interactions, each applicable to the scale of the individual architectural model and the connecting paths between pavilions. The second experimentation, on the other hand, involved placing the exhibition areas within the* Mozilla Hub *Metaverse, an open source virtual platform. The two processes highlighted potential and limitations in terms of timing, user movement capabilities, and the development of user/model interactions. In both cases, the dynamism given to the historical drawings makes the 1906 architecture at the center of debates and investigations on the new possible ways of perceiving the Heritage and the renewed dual value of the architecture. The digitization process makes it possible to safeguard and view over time both the architecture that no longer exists and the heritage consisting of archival documents and drawings, in a novel representation and exploration of the intangible heritage.*

Introduzione

La sfera della simulazione visiva, in linea con i cambiamenti apportati dalla transizione al digitale, è sempre più orientata a un nuovo sistema comunicativo, considerato non più una mimesi del reale, quanto più una forma di connessione diretta tra ciò che è reale, la sua rappresentazione e la sua riproduzione virtuale (Trizio et al., 2023).
Nonostante la netta differenza tra il "calarsi in una realtà virtuale" e "il vivere in una realtà reale" (Maldonado, 2015, p. 67), appare ormai chiaro che si possano acquisire nozioni e conoscenze in questa seconda condizione, attraverso la prima. Questa, a sua volta, è contestualizzata e riconoscibile se e solo se i simulacri digitali che la compongono provengono dalla trasposizione dei segni reali, che sono stati dapprima

indagati, compresi e, infine, tradotti. Il processo che conduce alla produzione costante e sistematica di simulacri digitali ha innescato nel tempo un meccanismo che alimenta la produzione di quelli che vengono definiti 'spazi liquidi' (Ciastellardi, 2009), dimostrando come il digitale sia diventato un luogo di figurazione parallelo a quello reale, in cui segni e simboli vengono trasposti tramite codici e linguaggi cifrati.
Se il digitale può essere considerato come quello spazio in cui i simulacri del reale sono connessi da una fitta rete di informazioni codificate, allora è possibile che all'interno dello stesso spazio possano essere raffigurati anche tutti i segni che nel 'reale' sono andati perduti, o che si ritrovano nel 'reale' sotto forma di materiale documentale. Un esempio è il patrimonio invisibile di conoscenze presente negli archivi, che costituisce una nuova frontiera culturale su cui programmare azioni per lo sviluppo di più aggiornati metodi di lettura dei segni storici, di conservazione dei manufatti e di valorizzazione della memoria [1].
Nell'ambito dei Beni Culturali, il duplicato digitale dei segni che descrivono un'architettura reale è parte integrante del processo dedicato alla rappresentazione e promozione della cultura e del patrimonio costruito (Bertocci et al., 2020). Analogamente, gli archivi fisici possono trasformarsi in laboratori attivi di innovazione e conoscenza, in cui il Digitale permette di rafforzare l'interconnessione tra documenti, curatore e fruitore, garantendo un'inedita forma di dialogo contemporaneo tra le parti. Ecco che, le modalità di catalogazione e ricostruzione virtuale supportano la trasformazione del concetto di archivio da infrastruttura dedicata alla custodia del passato a luogo di riscoperta della memoria collettiva e dei segni del patrimonio costruito e, spesso, andato perduto.
'Archiviazione digitale' e 'ricostruzione virtuale' diventano dunque il fondamento per esplorare il tema legato alla riscoperta del patrimonio culturale che, a oggi, è rappresentato quasi esclusivamente attraverso iconografie, disegni e fotografie custoditi negli spazi d'archivio. In letteratura, sono numerosi gli esempi di strategie e metodi che, partendo da documenti d'archivio, dimostrano l'utilizzo della ricostruzione virtuale tridimensionale come strumento cognitivo di connessione con il passato (Apollonio et al., 2021). I processi di rappresentazione virtuale non si esauriscono nella trasposizione digitale degli elaborati d'archivio, ma tentano di costruire nuove opportunità per reinterpretare una memoria ormai perduta (Einaudi et al., 2020).
Parallelamente allo studio dei metodi di catalogazione digitale e rappresentazione virtuale dei disegni d'archivio, è necessario analizzare i processi esperienziali di scoperta e condivisione di questi ultimi all'interno di nuovi luoghi virtuali dedicati alla conoscenza, alla promozione e alla condivisione. In questo quadro, l'idea di Metaverso [2] gioca un ruolo significativo, in quanto consente di estendere i concetti legati alla simulazione, alla fusione ibrida tra il mondo reale e lo spazio virtuale. In tal senso, il Metaverso si propone come nuovo luogo virtuale in cui ogni utente, indipendentemente dal proprio *background* culturale, può partecipare come *avatar* ad attività educative, visitando siti e mostre e interagendo con dati e modelli tridimensionali, in modo dinamico e

interattivo. La crescente popolarità del Metaverso è quindi legata anche al maggior coinvolgimento che questo consente nelle esperienze *online*, in cui gli utenti possono incontrarsi, partecipare e collaborare per scopi specifici (De Back et al., 2023; Glaser et al., 2022; Newnham, 2021).
Lo sviluppo di un Metaverso dedicato alla scoperta dei documenti d'archivio permetterebbe di promuovere una nuova e più aggiornata forma di condivisione delle informazioni, disvelando molti materiali oggi celati per renderli nuovamente accessibili a un numero sempre più elevato di utenti. Per farlo, è necessario studiare i meccanismi di coinvolgimento e interazione tra gli utenti, non solo attraverso gli strumenti di comunicazione digitale, ma anche tramite la strutturazione di esperienze basate sull'*edutainment* (Buckingham & Scanlon, 2000). Se da un lato sono molte le ricerche che sviluppano musei e archivi virtuali dedicati alla catalogazione e visualizzazione dei dati d'archivio (Giovannini et al, 2021), dall'altro sono ancora poche quelle che tentano di costruire luoghi virtuali in cui il dato d'archivio diviene nuovamente – o per la prima volta – tridimensionale, interattivo e virtualmente accessibile.
Con l'obiettivo di investigare e approfondire questo aspetto, la ricerca è tesa allo sviluppo di una piattaforma metaversale dedicata al caso studio del complesso di edifici e infrastrutture realizzato e poi demolito in occasione dell'Esposizione Internazionale del 1906 a Milano. La ricostruzione virtuale dei padiglioni e, in generale, dell'intero spazio invisibile dell'Esposizione, consentirebbe di 'cristallizzare' interpretazioni e momenti del passato, accompagnando lo spazio d'archivio nel ruolo attivo di mediazione tra documenti, resti materiali e società.

Il caso studio: l'Esposizione di Milano del 1906

Il 28 aprile del 1906, viene inaugurata a Milano l'Esposizione Internazionale del Sempione, evento celebrativo dell'apertura dell'appena realizzato traforo ferroviario. L'opera infrastrutturale, di eccezionale valore ingegneristico per l'epoca (Redondi & Lini, 2006), mette in comunicazione l'Italia con la Svizzera. Per festeggiare il tunnel del Sempione, l'Esposizione viene dedicata alla tematica delle innovazioni nell'ambito del trasporto, e dei conseguenti incrementi per il commercio, per la comunicazione e per la libera circolazione di mezzi, uomini e idee (Audenino et al., 2008). Vetrina dell'evoluzione scientifica, tecnologica e culturale, l'Esposizione è tesa a esaltare anche le arti moderne, sottolineando le potenzialità di sviluppo economico e culturale di Milano, al tempo unica realtà in Italia capace di confrontarsi con i grandi centri europei. Ecco che l'Esposizione internazionale diviene, per la città, l'occasione di mostrare il proprio livello di conoscenza scientifica e patrimonio intellettuale, nonché le proprie capacità tecniche e artistiche.
La realizzazione dell'evento coinvolge per più anni una moltitudine di professionisti, tra cui imprenditori, ingegneri, architetti, artigiani e personalità della cultura, provenienti da tutta Italia, ma per la maggior parte dalla Lombardia. L'intera Milano

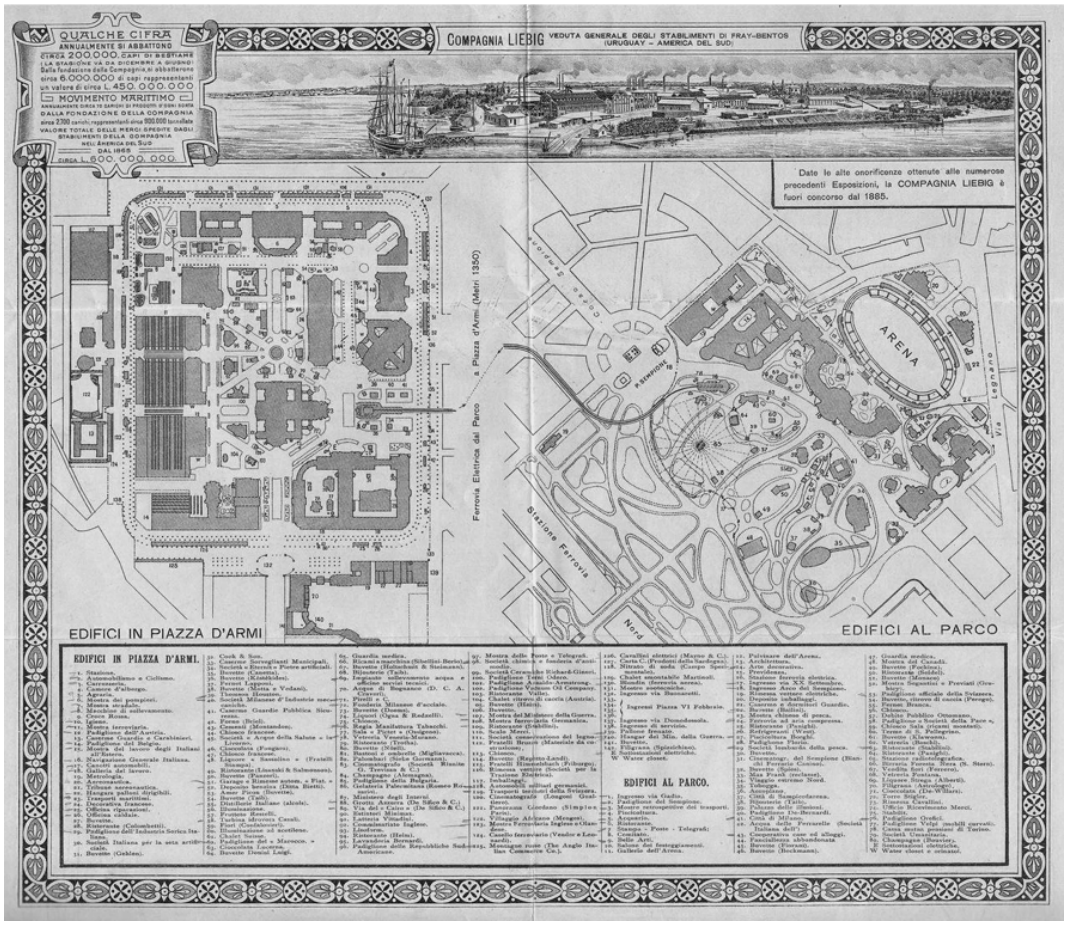


Fig. 2. Planimetria storica dell'Esposizione del 1906, con indicazione degli edifici presenti nelle aree di Piazza d'Armi e Parco Sempione < https://retours.eu/en/28-expo-milano-1906/#12> (ultimo accesso 19 gennaio 2024).

viene interessata da un rinnovamento a scala architettonica, urbana, e infrastrutturale, che proietta il territorio regionale verso una dimensione europea. Tali cambiamenti investono in particolar modo l'area nord-ovest della città, oggi polo fieristico, che dopo accesi dibattiti viene scelta per accogliere le strutture temporanee dell'Esposizione (Ricci & Cordera, 2011).

La zona, al tempo semicentrale e di superficie complessiva di circa 1.000.000 di metri quadrati, comprendeva il Parco dietro al Castello Sforzesco e la Piazza d'Armi, che vennero appositamente collegate tramite la realizzazione di una ferrovia elettrica sopraelevata (figg. 2-3). L'articolazione dell'Expo in due aree distinte permise di distribuire i contenuti e gli eventi, facilitandone l'accesso e indirizzando in modo specifico le visite. La parte di Parco Sempione fu destinata ad accogliere l'ingresso dell'Esposizione e a ospitare le attrazioni di interesse artistico e storico; mentre nell'area di Piazza d'Armi furono costruiti i padiglioni inerenti al materiale più strettamente legato ai trasporti.

Fig. 3. Immagini storiche e cartoline d'epoca dell'Esposizione Internazionale 1906 di Milano. Dall'alto: vista a volo d'uccello delle due aree espositive dell'Expo 1906 a Milano <https://milanoneisecoli.blogspot.com/2015/01/la-ferrovia-sopraelevata-di-expo-1906.html> (ultimo accesso 20 ottobre 2023); cartoline d'epoca raffiguranti l'edificio dell'Acquario, il Salone dei Festeggiamenti e il Padiglione delle Belle Arti (Archivio Disegni del DICAr dell'UNIPV).

I progetti dei padiglioni espositivi furono affidati perlopiù a giovani professionisti, coordinati da alcuni tra i più quotati progettisti dell'epoca. Gli edifici riflettevano, nella loro composizione, le tendenze architettoniche del tempo, con chiare e forti influenze stilistiche internazionali (Buratti Mazzotta, 2006). La direzione tecnica, progettuale e artistica dell'area di Parco Sempione venne affidata dal Comitato organizzatore all'Architetto Sebastiano Giuseppe Locati (1861-1939) [3], direttore della Scuola di Disegno dell'Università di Pavia e dal 1905 Professore ordinario di Disegno d'Ornato e Architettura (Di Marco, 2005). L'importanza dell'Esposizione ha fatto sì che negli anni le siano stati dedicati numerosi studi, mostre e pubblicazioni, da parte di accademici e ricercatori [4]. Tuttavia, la natura temporanea dell'evento rende oggi possibile il suo racconto solamente attraverso testimonianze di tipo infografico – testi, disegni e fotografie d'archivio [5]. Tale condizione, da un lato, sottolinea l'importanza della conservazione e documentazione storica e d'archivio; dall'altro,

evidenzia la necessità di sviluppare innovative modalità di rappresentazione e fruizione del patrimonio scomparso, rendendo l'EXPO 1906 un caso studio privilegiato per avviare sperimentazioni metodologiche nella transizione 'dall'Archivio al Modello' [6].

Metodologia

Tra ricerca e didattica

Con l'obiettivo di raccontare l'Esposizione in modo inedito e quanto più attrattivo e interattivo possibile, è stata avviata una sperimentazione, intesa tra attività didattica e di ricerca, che ha coinvolto gli studenti del Laboratorio di Storia dell'Architettura 1 [7], anno accademico 2022/23. Il focus dell'Anno Accademico verteva sull'esplorazione delle potenzialità legate all'analisi per la ricostruzione virtuale di ambienti e luoghi del passato, scomparsi, danneggiati, o ancora, solo progettati. Le attività sono state condotte all'interno delle ore di didattica dedicate alle sperimentazioni laboratoriali e raccolte sotto il nome di *LaBUR / Laboratory Built, Unbuilt, Rebuilt*. Il laboratorio ha consentito di esplorare architetture effimere, strutture demolite e progetti architettonici sviluppati per concorsi e mai realizzati, al fine di approfondire la rilevanza di una ricostruzione virtuale per preservare e conoscere architetture di pregio non più esistenti. *LaBUR* è stato l'occasione per studiare anche l'Esposizione Internazionale di Milano del 1906, sperimentando una metodologia dall'analisi storica, al disegno tecnico degli elaborati, fino alla ricostruzione digitale tridimensionale dei padiglioni temporanei.

Dal disegno d'archivio al documento vettoriale

La ricerca sulle fonti documentali esistenti sull'Expo1906 ha visto il suo avvio presso l'Archivio Disegni del Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università di Pavia [8] ed è stata presto estesa ai complessi archivistici prima di Milano, poi della Lombardia e in seguito a quelli nazionali [9]. Gli archivi conservano documentazione testuale, riviste d'epoca, fotografie storiche delle fasi costruttive e dell'opera realizzata, cartoline pubblicitarie, elaborati tecnici e disegni di progetto, come piante, sezioni, viste assonometriche, prospettive di studio. Questi ultimi sono stati scansionati e utilizzati come base di analisi e ridisegno vettoriale delle architetture (fig. 4). Per l'elaborazione grafica digitale è stato impiegato il software *AutoCAD*, col quale sono state predisposte numerose liste *layer*, studiate sulla base dei disegni originali. Per ogni differente spessore tracciato a china sul foglio di carta del disegno d'archivio è stato definito un corrispondente segno digitale sul piano infinito di *AutoCAD*. In particolare, è stata realizzata una prima lista di '*layer* base', comuni a tutti i documenti scansionati, e liste successive, tante quante se ne sono rese necessarie in relazione alla digitalizzazione dell'elaborato (Parrinello et al., 2023). Le liste più articolate sono state quelle relative alle componenti decorative presenti sulle facciate. Come nel disegno originale, così nel duplicato, l'utilizzo dei *layer* consente di esplicitare profondità e piani, utili a ricostruire i padiglioni nella loro configurazione tridimensionale.

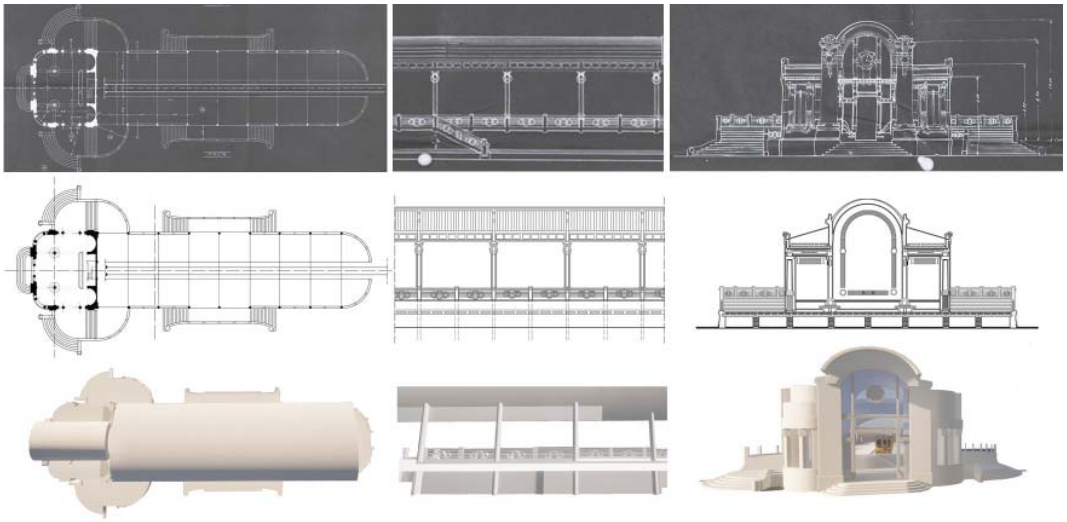


Fig. 4. Metodologia della ricostruzione grafica *Dall'Archivio al Modello* della Stazione di Parco Sempione, direzione artistica dell'Arch. O. Bongi. Dall'alto: pianta, sezione e prospetto, riproduzioni cianografiche degli originali (Botti & Ricci, 2011); al centro, il ridisegno vettoriale su software *AutoCAD*; in basso, i modelli 3D ibridi mesh/NURBS.

Modellazione ibrida per la conoscenza del patrimonio scomparso

La documentazione tecnica dei singoli padiglioni – piante, prospetti, sezioni, assonometrie, elaborati di dettaglio, ecc. – conservata negli archivi consultati non sempre è risultata completa ed esaustiva per la comprensione dell'oggetto di studio, rendendo necessaria l'analisi complementare di cartoline, fotografie storiche e manifesti dell'epoca, per riuscire a ricostruire l'architettura dell'Esposizione. Tali fonti grafiche hanno aggiunto, alla comprensione degli aspetti puramente architettonici dei padiglioni, quella relativa alle componenti materiche delle strutture, alla complessità dell'insieme, ai manufatti e agli oggetti esposti all'interno degli edifici, e alle modalità di utilizzo degli spazi e delle infrastrutture esterne. La conoscenza di questi elementi ha supportato la comprensione di ogni architettura e più in generale del contesto – inteso nella sua accezione fisica e sociale – facilitando la successiva fase di modellazione tridimensionale, ma anche e soprattutto indirizzando le azioni di sviluppo di un ambiente virtuale in cui l'utente contemporaneo potesse rivivere l'esperienza dell'Esposizione del 1906.

I modelli digitali delle strutture dei padiglioni dell'Expo 1906 sono quindi stati realizzati secondo una metodologia di restituzione scientifica e sistematica, finalizzata all'ottenimento di duplicati metricamente affidabili – basati sull'analisi degli elaborati tecnici d'archivio – e arricchiti di particolari materici e decorativi – derivati da uno studio delle fonti testuali e fotografiche d'epoca (fig. 5).

Per la modellazione tridimensionale sono stati impiegati differenti *software*, in considerazione del livello di dettaglio che la restituzione di un'Architettura, o di una sua determinata componente, doveva raggiungere. Murature, aperture e coperture sono state realizzate utilizzando prevalentemente il software *Sketchup*, mentre per gli apparati

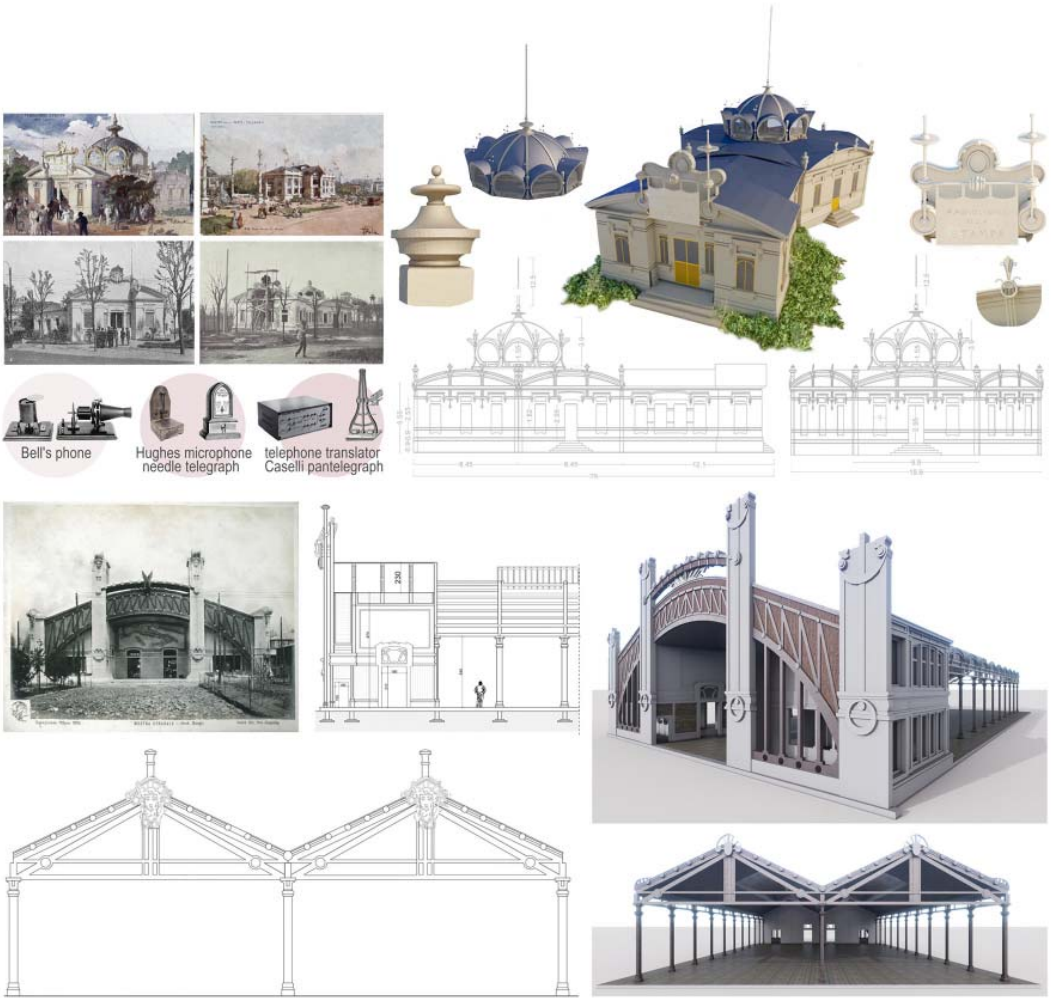


Fig. 5. Esempio di ricostruzione digitale dei padiglioni dell'Expo1906. In alto, Padiglione della Stampa, Poste e Telegrafi, direzione artistica dell'Arch. S. G. Locati: sulla sinistra, cartoline storiche (Archivio Disegni del DICAr dell'UNIPV); sulla destra, ridisegno vettoriale degli elaborati grafici progettuali e modellazione 3D del Padiglione della Stampa, Poste e Telegrafi. In basso, Padiglione della Mostra Stradale, direzione artistica dell'Arch. O. Bongi: sulla sinistra, cartolina storica <https://archiviostorico.fondazionefiera.it/oggetti/8915-veduta-esterna-del-padiglione-della-mostra-stradale-all-esposizione-internazionale-di-milano-del-1906> (ultimo accesso 19 gennaio 2024); sulla destra ridisegno vettoriale e modelli 3D del Padiglione della Mostra Stradale.

decorativi è stato impiegato il software *Rhinoceros*. In questo modo è stato possibile ottenere modelli ibridi mesh/NURBS, capaci di descrivere, secondo opportuni *LoD*, le forme e le peculiarità di ogni padiglione. Tutte le elaborazioni sono state comunque avviate sulla base del ridisegno vettoriale e scalate nel rispetto del dimensionamento del progetto originale (Picchio & Pettineo, 2023).

Il risultato di questa prima fase si configura come un insieme organico di modelli tridimensionali, utili non solo alla descrizione dello stato di fatto dei padiglioni nel 1906, ma anche alla descrizione dei processi e delle modalità legati alla loro stessa

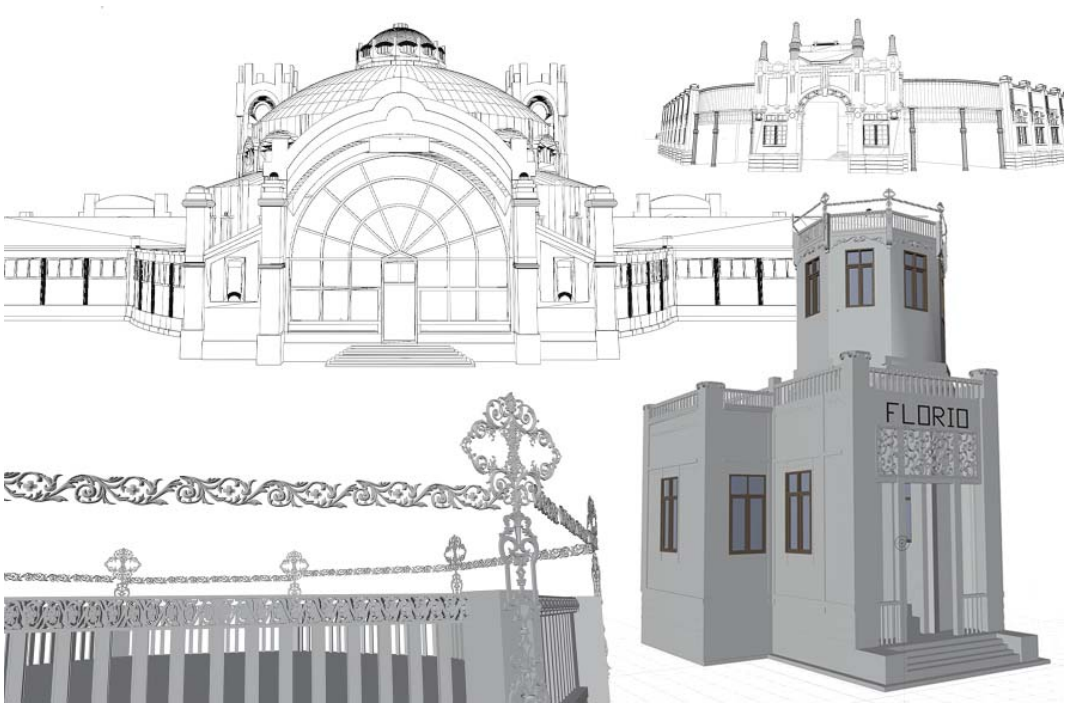


Fig. 6. Inserimento dei modelli tridimensionali nello stesso spazio digitale e collocazione sulla base della planimetria originale dell'Esposizione (elaborazione grafica delle autrici).

costruzione. Tali prodotti, debitamente elaborati e organizzati nello spazio digitale, costituiscono la base per la costruzione e successiva fruizione di ambienti di realtà virtuale 3D (Spallone et al., 2021) (fig. 6).

Verso una fruizione virtuale dell'Expo1906

La costruzione dei duplicati digitali dei padiglioni scomparsi diviene lo strumento attraverso cui esplicitare e raccontare in chiave inedita la ricerca storica sulle architetture dell'Esposizione del 1906. Avvalendosi dei modelli 3D prodotti durante le attività didattiche, è stata quindi avviata una sperimentazione di ricerca, condotta all'interno del Laboratorio DAda-LAB (*Drawing Architecture DocumentAction*) del Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università di Pavia, per definire strategie di fruizione e interazione utente/spazio digitale e utente/utente.

La metodologia applicata ha visto una prima fase di valutazione dei duplicati digitali dei padiglioni: il processo di modellazione ibrida condotto aveva determinato una plusvalenza in termini di rappresentazione delle geometrie, in particolar modo per quelle morfologicamente più complesse, caratterizzate da decorazioni Liberty. All'elevato numero di poligoni dei modelli corrispondeva un eccessivo carico in termini dimensionali, e una conseguente notevole difficoltà di gestione delle architetture digitali prodotte. Al fine di garantire massima qualità ed elevate prestazioni per la successiva fase di fruizione, le geometrie dei padiglioni sono state ottimizzate attraverso

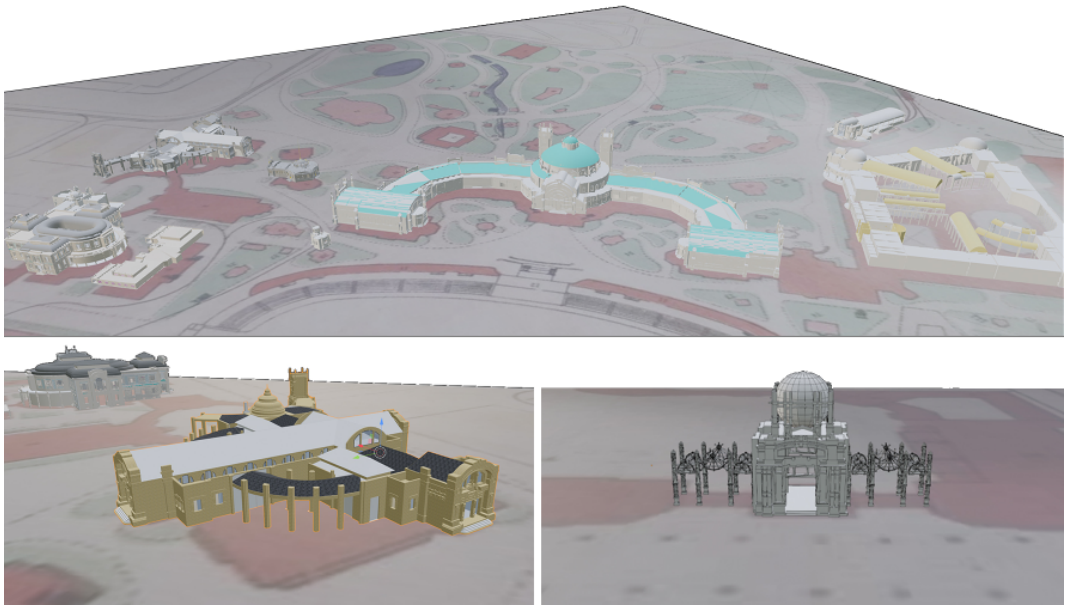


Fig. 7. Visualizzazioni dei modelli digitali dei padiglioni su software *Blender* nelle modalità '*wireframe*' e ombreggiata per evidenziarne le complessità geometriche (elaborazione grafica delle autrici).

processi di discretizzazione, differenziati sulla base delle complessità geometriche dei modelli. Gli apparati decorativi hanno subìto un processo di riduzione delle *mesh* altamente controllato, finalizzato a non invalidare l'accuratezza della rappresentazione. Diversamente, le geometrie che descrivevano murature e apparati poco articolati sono state trasformate in modelli *low poly*, alleggerendo il modello finale.
Tale operazione, necessaria per garantire il corretto inserimento di tutti i duplicati in un'unica piattaforma in cui l'utente potesse muoversi, ha imposto la successiva verifica geometrica degli stessi, affinché fosse mantenuto il *LoD* inizialmente prefissato (La Placa & Galasso 2023).
Al termine dei processi di ottimizzazione e validazione dei modelli, la ricerca è stata focalizzata sulle possibilità, offerte dagli ambienti digitali, di visualizzare l'Esposizione, esplicitando le relazioni che sussistono tra gli edifici, lo spazio e gli utenti (Parrinello & Galasso, 2023) (fig. 7).

L'uso del Metaverso per la condivisione dei contenuti

I prodotti della modellazione tridimensionale non offrono, da soli, l'opportunità di un'esperienza concreta multisensoriale come quella data da un ambiente virtuale, che consente invece di annullare la spazialità fisica tra immagine e soggetto, rendendolo capace di svolgere azioni 'reali' in relazione a prefissati obiettivi. Come per tutti i sistemi comunicativi, anche per quelli in cui l'interattività si configura come l'aspetto principale sono necessari specifici canali attraverso i quali far fluire i messaggi scambiati tra fruitore ed emittente. Nel contesto informatico, questo scambio di informazioni

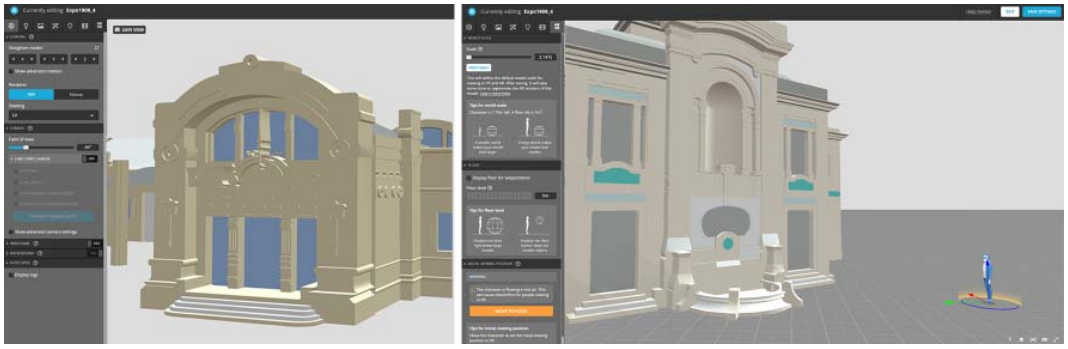


Fig. 8. Caricamento dei modelli 3D discretizzati all'interno della piattaforma *Sketchfab*, finalizzato all'ottimizzazione della fruizione dell'Expo1906 all'interno dello spazio metaversale (elaborazione grafica delle autrici).

avviene tramite un'interfaccia, nel Metaverso attraverso un *avatar*. Proponendosi con un nuovo corpo nel cyberspazio, l'utente può riaffermare la propria fisicità nel mondo virtuale metaversale, reso "esplorabile e visualizzabile in tempo reale sotto forma di immagini di sintesi tridimensionali" (Quéau, 1993, p. 13) e interattivo attraverso la presenza di elementi multimediali interrogabili.

Ad oggi, nel vasto sistema del Metaverso sussistono molteplici mondi virtuali, che possono essere racchiusi in quattro categorie secondo le tipologie di accesso e le modalità di gestione dell'economia interna al mondo virtuale stesso [10]. Tra le numerose piattaforme esistenti, *Mozilla Hubs* [11] si configura come una delle possibili soluzioni *open source* a basso costo, basata sulla facilità d'uso e sulla piena accessibilità di contenuti digitalizzati a un ampio pubblico. In letteratura sono numerosi gli esempi di utilizzo dell'ambiente virtuale di *Mozilla* a scopi didattici. Questi dimostrano come esso si configuri come valida alternativa ad altre note piattaforme di videocomunicazione e chat *online* (Poolsawas & Chotikakamthorn, 2023).

Con l'obiettivo di esplorare potenzialità e limiti di *Mozilla Hubs* nell'ambito del 'patrimonio culturale invisibile', è stata quindi sviluppata una versione virtuale dell'Esposizione Internazionale del 1906. Nel Metaverso di *Mozilla Hubs*, l'Expo1906 diviene un ambiente navigabile e i modelli tridimensionali dei suoi padiglioni diventano interattivi. *Mozilla Hubs* è facilmente gestibile attraverso *Spoke*, l'*editor* di scene integrato grazie al quale è possibile realizzare l'ambiente virtuale. L'editor 3D funziona interamente nel *browser* ed è consentito sia caricare in *Mozilla* i dati dell'ambiente virtuale, esportati nel formato compatibile, sia utilizzare come fonte primaria un *link* esterno. Quest'ultima funzionalità permette di non appesantire l'ambiente virtuale principale, ma è necessario disporre di una connessione veloce per accedere agevolmente a tutti i dati (figg. 8-9).

Inizialmente sono stati caricati contenuti 3D, schede informative e immagini direttamente nell'infrastruttura di *Spoke*. Tuttavia, per la maggior parte dei casi, l'importazione dei contenuti non si è conclusa correttamente a causa di un *timeout*

Fig. 9. Esempio di scheda, relativa al Padiglione della Stampa, Poste e Telegrafi, da inserire all'interno del Metaverso come componente informativa dell'edificio (elaborazione grafica delle autrici).

verificatosi durante il caricamento della pagina web, problematica già riscontrata in alcuni studi (Tsiamalou et al, 2023; Eriksson, 2021). In risposta a tale complicazione è stato utilizzato un server esterno aggiuntivo, il quale ha assicurato tempi di caricamento più efficienti. Sfruttando la compatibilità con *Sketchfab*, i modelli 3D sono stati visualizzati nella scena attraverso un *link*, esattamente come i contenuti bidimensionali, tra cui schede informative e foto d'epoca, che sono stati ospitati da un database esterno (Giovannini & Bono, 2023). Una volta terminato il posizionamento di tutti gli oggetti di scena, l'ambiente virtuale è stato pubblicato ed è diventato accessibile attraverso dispositivi *mobile* e *desktop*. Un'opzione molto utile, fornita dall'*editor Spoke* al momento della pubblicazione, è la funzione di verifica delle prestazioni (fig. 10). Questa fornisce una stima complessiva delle prestazioni generali dell'ambiente virtuale, computando le dimensioni degli elementi 3D, delle luci, dei materiali e delle texture, nonché delle immagini, dei video e dei suoni per assicurarsi che l'applicazione non utilizzi più risorse di quelle disponibili sulla scena, rallentandola (Movania et al., 2023).

Limiti e potenzialità della piattaforma metaversale

Lo sviluppo di un ambiente virtuale dedicato alla riscoperta dell'Esposizione Universale del 1906 ha permesso di definire una *pipeline* metodologica per lo sviluppo della scena

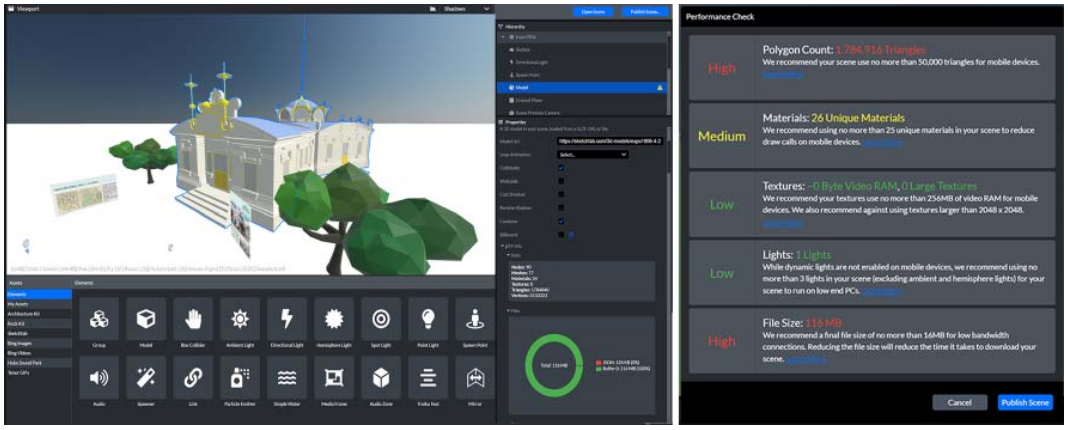


Fig. 10. Interfaccia dell'editor *Spoke* utile alla gestione dei modelli e degli elementi informativi nella scena digitale. Sulla destra, l'interfaccia relativa alla valutazione delle prestazioni generali della piattaforma implementata dei modelli (elaborazione grafica delle autrici).

3D ospitata da soluzioni *web-based* gratuite e *open-source*. Le funzionalità di *Mozilla Hubs*, dedicate alla visualizzazione dei modelli e all'interazione con essi, hanno in parte permesso di presentare in una nuova veste digitale architetture del passato che altrimenti sarebbero rimaste celate ai più all'interno di archivi sotto forma di materiale documentale grafico.

Nonostante l'usabilità del sistema, l'ambiente di *Mozilla Hubs* presenta non pochi limiti nella gestione e interrogazione dei contenuti. Ogni scheda descrittiva dei padiglioni è posizionata nello spazio digitale e non può essere nascosta dall'utente tramite un pulsante, come accade spesso nelle applicazioni interattive dedicate alla valorizzazione del patrimonio (Luigini & Basso, 2021; Bolognesi & Aiello, 2020; Galasso, 2023). Per questo motivo, è stato necessario ridefinire i metodi di accesso alle informazioni storiche dei padiglioni, trasformando le schede in veri e propri pannelli espositivi accessibili esclusivamente all'interno dell'ambiente virtuale. Questa nuova forma di museo virtuale ha permesso di risolvere le carenze di un sistema interattivo non in linea rispetto a quanto può essere sviluppato attraverso piattaforme più performanti (Ciekanowska et al, 2021).

Tuttavia, è proprio la semplicità di utilizzo a contraddistinguere *Mozilla* come piattaforma *web-based*. Grazie ai suoi strumenti è possibile generare ambienti virtuali di grande effetto, facilmente accessibili da qualsiasi dispositivo portatile, oltre che da *desktop*. L'unico requisito richiesto è la disponibilità di una buona connessione, così da superare agevolmente problemi legati al caricamento degli elementi tridimensionali sulla piattaforma web (fig. 11).

Ulteriore vantaggio nell'utilizzo della piattaforma *Mozilla* risiede nella possibilità di condividere i contenuti di uno stesso ambiente virtuale in *real-time* a un elevato numero di utenti connessi. La versione gratuita di *Mozilla Hubs* prevede un limite massimo di 50 utenti per ambiente virtuale e lo stesso produttore raccomanda un

Fig. 11. Prima sperimentazione dell'inserimento della ricostruzione digitale del Padiglione della Stampa all'interno della piattaforma *open source Mozilla Hub*. Sono visibili le modalità di interazione tra gli utenti presenti nell'ambiente virtuale e tra questi e le schede informative del padiglione (elaborazione grafica delle autrici).

numero di partecipanti pari a 25 per stanza virtuale, così da non appesantire il carico sulla connessione del server. L'esperienza di condivisione risulta comunque intuitiva e d'impatto: ogni utente può comunicare con l'altro sia attraverso l'utilizzo di una chat di gruppo, sia tramite il microfono del proprio dispositivo. Inoltre, grazie agli strumenti predisposti dalla piattaforma, i fruitori possono caricare temporaneamente oggetti tridimensionali, appuntare contenuti testuali, disegnare e inserire URL esterni. Questa soluzione consente di promuovere una maggiore inclusività nei confronti del pubblico, che può personalizzare contenuti e impressioni, migliorando l'esperienza di condivisione generale.

Conclusioni

L'evoluzione delle tecnologie dedicate alla visualizzazione e condivisione delle informazioni introduce nuove prospettive nell'ambito della conoscenza del patrimonio documentale archivistico. La possibilità di rappresentare digitalmente disegni e immagini del passato apre la strada a un'esplorazione più interattiva e coinvolgente.
Nel vasto assortimento di applicazioni digitali e piattaforme interattive (Empler et al., 2019; Parrinello et al., 2022; Martinelli et al., 2024), la ricerca ha evidenziato come

il Metaverso assuma un ruolo cruciale nel panorama contemporaneo: questo nuovo luogo di rappresentazione e condivisione arricchisce lo studio dei documenti archivistici e consente di apprezzare nuovamente un 'patrimonio nascosto' attraverso l'impiego di strumenti digitali avanzati. Grazie a strategie di modellazione tridimensionale e fruizione digitale interattiva, le rappresentazioni virtuali dei padiglioni dell'Esposizione Internazionale del 1906 costituiscono una nuova forma di traduzione visiva e lettura critica delle informazioni grafiche d'archivio.
I prodotti digitali tridimensionali non solo divengono contenitori di informazioni storiche, ma trasformano il processo informativo in un'esperienza di apprendimento più coinvolgente e stimolante per utenti con differenti *background* ed esigenze. La libertà di navigazione, interazione e condivisione offerta dal Metaverso permette di sviluppare uno spazio digitale in cui si possono costruire sinergie innovative tra gli utenti e l'intorno, consentendo a ciascun visitatore di personalizzare autonomamente lo sviluppo, i tempi e le modalità della visita all'interno dell'ambiente. Questo permette di immergersi in un'esperienza narrativa unica e inedita, in cui l'efficacia della trasposizione dei segni reali nell'ambiente digitale offre nuove opportunità di interazione e scoperta condivisa della memoria collettiva.

Note

[1] Le possibilità offerte dalla digitalizzazione hanno permesso lo sviluppo di azioni e attività a vantaggio della conservazione del patrimonio archivistico. Un esempio, di impatto nazionale, è il festival *Archivissima*, dedicato alla promozione e alla valorizzazione, tramite digitale, dei patrimoni archivistici e giunto alla sua settima edizione <www.archivissima.it> (ultimo accesso 13 gennaio 2024).

[2] Il romanzo di fantascienza *Snow Crash* di Neal Stephenson del 1992 è stato il primo a introdurre il concetto di Metaverso, delineando un'immaginativa prospettiva di uno stile di vita basato sulla realtà virtuale. In questo universo digitale, le persone utilizzano *avatar* per esplorare un mondo online interconnesso e tridimensionale (Ondrejka, 2006).

[3] L'Architetto Locati, oltre alla direzione tecnica, si occupa anche della progettazione dei seguenti edifici: Acquario – unica struttura ancora oggi esistente – Ingresso Principale al Parco, Padiglione dell'Architettura, Padiglione dell'Arte Decorativa, Padiglione delle Belle Arti e Salone dei Festeggiamenti, Padiglione della Piscicoltura, Padiglione della Previdenza, Padiglione della Retrospettiva Trasporti, Padiglione del Sempione, Padiglione della Stampa, Poste e Telegrafi al Parco, Palazzina Sede del Comitato e Ristorante dell'Acquario. Si veda per ulteriore approfondimento Ricci & Cordera, 2011.

[4] Oltre alle pubblicazioni già citate, si ricordano, a titolo esemplificativo, gli articoli sulle riviste dell'epoca – es. *L'Edilizia Moderna*; Centimeri, 2015; e la Biblioteca dell'Esposizione Internazionale del Sempione <https://milanocittadellescienze.it/mostre/lesposizione-internazionale-del-sempione/biblioteca-dellesposizione-internazionale-del-sempione/> (ultimo accesso 13 gennaio 2024).

[5] A conservare il materiale documentario – testuale, di disegni, elaborati tecnici, pubblicazioni coeve, opuscoli pubblicitari, ecc. – sono numerosi archivi pubblici italiani, ma anche collezioni private. Tra

questi, si ricordano: l'Archivio Lazzaroni a Saronno, l'Archivio del Comune di Genova, la Galleria d'Arte Moderna a Torino, gli Archivi Alinari e Brogi e l'Archivio di Stato a Firenze e gli Archivi Basile e Ducrot a Palermo. La maggior parte del materiale si trova in Lombardia, nell'area di Milano, presso: gli istituti di conservazione del Castello Sforzesco, l'Archivio Storico dell'Accademia di Brera, l'Archivio Storico del Politecnico di Milano, l'Archivio della Veneranda Fabbrica del Duomo, l'Archivio Pirelli e l'Archivio della Camera di Commercio.

[6] Le attività didattiche, così come le prime fasi della ricerca *Dall'Archivio al Modello*, sono state presentate dal coordinatore della ricerca, Prof. Massimiliano Savorra, e dall'assegnista PhD Silvia La Placa in occasione della conferenza *Real Space-Virtual Space. Aesthetics, Architecture, and Immersive Environments*, 19-21 giugno 2023. Per approfondimenti: <https://an-icon.unimi.it/calendars/real-space-virtual-space/> (ultimo accesso 13 gennaio 2024). Sullo stesso tema sarà pubblicato, entro il 2024, il contributo in volume M. Savorra, S. La Placa (Eds.), *Digital tools in Architectural History and Identity of Virtual Space. Some research and teaching experiences for the enhancement of Cultural Heritage. AN-ICON. Studies in Environmental Images*. Milano University Press.

[7] Coordinato dal Prof. Massimiliano Savorra, con la collaborazione della Dott. Silvia La Placa e dell'Arch. Paola Barazzoni, il processo di ricerca, documentazione storica e rielaborazione attraverso disegni vettoriali 2D e modelli mesh/NURBS, è stato raccontato attraverso oltre 60 tavole, sintetizzate poi in tre pannelli espositivi, oggetto di una mostra nell'ambito della seconda edizione della settimana internazionale *Pavia Digiweek*, Coord. Prof. Francesca Picchio. La mostra, promossa dall'Università di Pavia, è stata aperta dal 26 settembre 2023 al 5 ottobre 2023, negli spazi del DICAr, UNIPV.

[8] Il Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università di Pavia dispone di un Archivio Disegni, che riunisce numerose collezioni, mai ordinate, e prima distribuite all'interno di spazi universitari senza una specifica collocazione nota. Da gennaio 2023, il Prof. Massimiliano Savorra ha coordinato un processo di ricerca, raccolta, conteggio e analisi delle diverse tipologie di disegni e documenti architettonici, per raccoglierli tutti in uno stesso spazio fisico. I disegni contati finora sono oltre duemila. La collaborazione con il Direttore della Biblioteca di Scienze e Tecnologia dell'Università di Pavia, la Dott.ssa Anna Bendiscioli, e con l'Ufficio Tecnico dell'Università di Pavia ha permesso di utilizzare e allestire una sala situata all'interno della Biblioteca per conservare temporaneamente il materiale. Lo spazio non è tuttavia sufficiente, date le sue dimensioni, le attrezzature e gli arredi attuali, per conservare e rendere fruibili allo stesso tempo le carte più grandi, così come quelle più antiche e fragili. Per cercare di salvaguardare la memoria di queste opere, è stata quindi avviata la strutturazione di uno spazio virtuale parallelo a quello fisico.

[9] Il processo di digitalizzazione che coinvolge oggi la maggior parte degli archivi pubblici ha consentito di prendere visione, in tempi relativamente ridotti, anche degli elaborati di alcuni padiglioni minori, conservati fuori Regione. Ne sono un esempio i disegni relativi alla progettazione del Padiglione Florio, dell'Architetto Ernesto Basile, custoditi presso l'Archivio dell'Università degli studi di Palermo.

[10] Al momento, le organizzazioni che hanno maggiormente sperimentato tecnologie abilitanti il Metaverso sono principalmente quelle attive nei settori dell'energia, dell'high tech, dei media e dell'intrattenimento. Le principali categorie di mondi virtuali sono: mondi VR, accessibili attraverso

visori per la Realtà Virtuale, Mondi Browser, accessibili direttamente dal web, Mondi Blockchain Browser e Mondi Blockchain VR, all'interno dei quali possono essere acquistati terreni virtuali e oggetti digitali, certificati da NFT, usando la criptovaluta emessa dal singolo servizio. Per un approfondimento si veda Cosenza, 2022.

[11] "Hubs è una chat room VR progettata per ogni visore e browser, ma è anche un progetto *open source* che esplora come può prendere vita la comunicazione nella realtà mista" <https://labs.mozilla.org/projects/hubs/ > (ultimo accesso 13 gennaio 2024).

Ringraziamenti

Si ringraziano: il Prof. Massimiliano Savorra, Responsabile dell'Archivio Disegni del DICAr dell'Università di Pavia, per il supporto fornito nella ricerca storica e il permesso all'utilizzo delle immagini; gli studenti del primo anno, A.A. 2022-2023, del corso di Laurea in Ingegneria Edile e Architettura (IEA), che hanno partecipato al Laboratorio *LaBUR / Laboratory Built, Unbuilt, Rebuilt* – all'interno del Laboratorio di Storia dell'Architettura I, reesponsabile: Prof. Savorra, assistenti: PhD La Placa, Arch. Barazzoni – contribuendo all'analisi e alla produzione dei modelli 3D dei Padiglioni espositivi: Salma Abbary, Elisa Arrighi, Beatrice Azzinari,Giulia Ballerio, Greta Barezzani, Gabriel Alonso Benites Manya, Valentina Bonato, Gabriele Boni, Silvia Borroni, Mattia Bosoni, Agnese Cacciapaglia, Chiara Candita, Chiara Capirola, Giulia Carboni, Alice Cazzaniga, Edoardo Alberto Cazzola, Lyan Centurion, Ksenia Magherita Cerabolini, Marco Cesari, Tatiana Eunji Chun Crechi, Leonardo Ciortea, Gabriele Conte, Lorenzo Cozza, Marius Cretu, Letizia Dall'Osta, Micaeka Decandia, Flavio Dervishi, Alessandra Dessi, Alessia Dimalta, Marco Andrea Stefano Dossena, Julia Dusik, Siham El Mardi, Amina Es Serghini, Edoardo Alberto Garzarelli, Marika Garzone, Riccardo Girotto, Kirules Hanna, Irene Iaria, Angelo Ingarra, Lisset Fabiola Jimenez Sullca, Cinzia Livraghi, Roberta Massara, Veronica Melfi, Ashlee Menor, Giulia Miceli, Luca Micheletti, Moustafa Monged, Mattia Noselli, Domenico Pannella, Juan Alexis Paz Rufasto, Noemi Pellico, Mattia Perico, Leonardo Perlini, Silvia Perotti, Camilla Pezzoli, Amanda Picone, Alice Piran, Lorenzo Piselli, Eleonora Poglie, Matteo Rossi, Giulia Saia, Elena Maria Schiappapietra, Gabriele Serio, Chiara Steti, Sara Strini, Michela Teboni, Cristiano Titta, Elettra Tonghini, Mattia Trentin, Lucia Trobbiani, Licia Maria Trovò, Deane Raven Villegas, Nicole Vimborsati, Tommaso Zaneboni, Omnia Zen Elabedin Shoabau Mohamed Sahad, Alessandro Zerbinati, Sara Zilioli.

Crediti

Le attività di ricerca sullo sviluppo di scenari virtuali nel Metaverso sono state sviluppate all'interno del Laboratorio di DAda-LAB *Drawing Architecture DocumentAction*, responsabile Prof. Francesca Picchio, del Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università di Pavia.

Le restituzioni digitali sono tutte a cura delle autrici e sono state realizzate a partire dai modelli elaborati dagli studenti del Laboratorio *LaBUR* del corso di Storia dell'Architettura I, A.A. 2022-2023, IEA, UNIPV.

Riferimenti bibliografici

Audenino, P., Betri, M.L., Gigli Marchetti, A., & Lacaita, C. G. (Eds.) (2008). *Milano e l'Esposizione internazionale del 1906: la rappresentazione della modernità.* FrancoAngeli.

Apollonio, F.I., Fallavollita, F., & Foschi, R. (2021). The Critical Digital Model for the Study of Unbuilt Architecture. In F. Niebling, S. Münster, H. Messemer (Eds.), *Research and Education in Urban History in the Age of Digital Libraries. UHDL 2019. Communications in Computer and Information Science* (pp 3–24). Springer. DOI: 10.1007/978-3-030-93186-5_1.

Bertocci, S., La Placa, S., & Ricciarini, M. (2020). Architectural Language, Between Narration and Architectural Representation. In E. Cicalò (Ed.), *Proceedings of the 2nd International and Interdisciplinary Conference on Image and Imagination. IMG 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1140* (pp. 726-738). Springer. DOI: 10.1007/978-3-030-41018-6_59

Bolognesi, C., & Aiello, D. (2020). Learning Through Serious Games: A Digital Design Museum For Education. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLIII-B5-2020*, 83–90, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLIII-B5-2020-83-2020

Botti, G., & Ricci, G. (a cura di). (2011). *L'esposizione Internazionale del Sempione Milano 1906. Catalogo dei disegni di architettura dell'Archivio Storico Civico. Libri&Documenti, XXXVI-XXXVII 2010-2011.* Archivio Storico Civico e Biblioteca Trivulziana Castello Sforzesco Milano.

Buckingham, D., & Scanlon, M. (2000) That is edutainment: media, pedagogy and the marketplace. In J. Knowler (Ed.), *International Forum of Researchers on Young People and the Media Tomorrow* (33-45). Australian Broadcasting Authority.

Buratti Mazzotta, A. (2006). Il traforo del Sempione e l'Esposizione Internazionale del 1906 a Milano. Un'architettura tra le novità della tecnica e l'imitazione nel disegno della forma. *Archivio Storico Lombardo, (XI)*, 67-103.

Centimeri, C. (2015). *L'esposizione internazionale di Milano del 1906 nelle fotografie tridimensionali dell'epoca.* Cisalpino Istituto Editoriale Universitario.

Ciastellardi, M. (2009). *Le architetture liquide, dalle reti del pensiero al pensiero in rete.* Edizioni Universitarie di Lettere Economia Diritto.

Ciekanowska, A.M., Krzysztof Kiszczak-Gliński, A., & Dziedzic, K. (2021). Comparative analysis of Unity and Unreal Engine efficiency in creating virtual exhibitions of 3D scanned models. *J. Comput. Sci. Inst., 20, 247–253*. DOI: 10.35784/JCSI.2698.

Cosenza V. (2022). *Introduzione al Metaverso.* Osservatorio Metaverso.

De Back, T.T., Tinga A. M., & Louwerse, M.M. (2023) Learning in immersed collaborative virtual environments: design and implementation. *Interactive Learning Environments, 31*(8), 5364-5382. DOI: 10.1080/10494820.2021.2006238

Di Marco, F. (2005). Locati, Sebastiano Giuseppe. *Dizionario Biografico degli Italiani, Volume 65, Treccani.* <https://www.treccani.it/enciclopedia/sebastiano-giuseppe-locati_(Dizionario-Biografico)/> (ultimo accesso 13 gennaio 2024).

Einaudi, D., Spreafico, A., Chiabrando, F., & Della Coletta, C. (2020). From Archive Documentation To Online 3D Model Visualization Of No Longer Existing Structures: The Turin 1911 Project. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLIII-B2-2020*, 837–844. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-2020-837-2020

Empler, T., Fusinetti, A., & Caldarone, A. (2019). Leonardo da Vinci: divulgazione delle sue opere attraverso i Serious Game / Leonardo da Vinci: dissemination of his works with Serious Games. In P. Belardi (Ed.) *Riflessioni. L'arte del Disegno - il Disegno dell'Arte. Atti del 41° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione / Reflections. the Art of Drawing - the Drawing of Art. Proceedings of the 41th International Conference of Representation Disciplines Teachers* (pp. 1553-1562). Gangemi Editore

Eriksson, T. (2021). Failure and Success in Using Mozilla Hubs for Online Teaching in a Movie Production Course. In D. Economou, A. Peña-Rios, A. Dengel, H. Dodds, M. Mentzelopoulos, A. Klippel, K. Erenli, M. J. W. Lee, & J. Richter (Eds.), *7a conferenza internazionale dell'Immersive Learning Research Network (iLRN)* (pp. 1-8). Eureka. DOI: 10.23919/iLRN52045.2021.9459321

Galasso, F. (2023). Arsinoe 3D. Applicazioni e sviluppo della visita interattiva. In F. Maltomini, & S. Parrinello (Eds.), *Arsinoe3D. Riscoperta di una città perduta dell'antico Egitto* (pp. 250-269). Firenze University Press.

Giovannini, E. C., Lo Turco, M., & Tomalini, A. (2021). Interoperable processes between container and content. The case of the temporary exhibition Invisible Archaeology at the Museo Egizio di Torino. In T. Empler, A. Caldarone, A. Fusinetti (Eds.), *3D Modeling & BIM 2021* (pp. 42–59). DEI s.r.l. Tipografia del Genio Civile.

Giovannini, E. C., & Bono, J. (2023). Creating virtual reality using a social virtual environment: phygital exhibition at the Museum Passion in Sordevolo. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLVIII-M-2-2023*, 669–676. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLVIII-M-2-2023-669-2023

Glaser, N., Alzoubi, D., Earnshaw, Y., Shaffer, E.L., & Yang, M. (2022). Formative Design and Development of a Three-Dimensional Collaborative Virtual Learning Environment Through Learning Experience Design Methods. *J. Form. Des. Learn, 6*, 63–76. DOI: 10.1007/s41686-022-00072-2

La Placa, S., & Galasso F. (2023). Dall'archivio al modello: processi metodologici per valorizzare il patrimonio invisibile/ From Archive to Model: Methodological Processes to Enhance Invisible Heritage. In M. Cannella, A. Garozzo, S. Morena (Eds.), *Transizioni. Attraversare Modulare Procedere. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione / Transitions. Cross Modulate Develop. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers* (pp. 1546-1571). FrancoAngeli.

Luigini, A., & Basso, A. (2021). Heritage Education for Primary Age Through an Immersive Serious Game. In C. Bolognesi, D. Villa (Eds.), *From Building Information Modelling to Mixed Reality. Springer Tracts in Civil Engineering*. Springer. DOI: 10.1007/978-3-030-49278-6_10

Maldonado, T. (2015). *Reale e Virtuale.* Feltrinelli Editore

Martinelli, A., Comunian, T.G., Fazzina, V., & Porro, S. (2024). Experimentation of a Web Database for Augmented Reality Apps: The Case Study of Ruled Geometries. In A. Giordano, M. Russo, R. Spallone (Eds.), *Beyond Digital Representation. Digital Innovations in Architecture, Engineering and Construction* (pp 579–590). Springer. DOI: 10.1007/978-3-031-36155-5_37

Movania, M.M., Samad, A., & Raza, S.S. (2023). Exploring the Mozilla® HUBS® Platform for Virtual Final Year Project Exhibition. In Y. Cai, E. Mangina, S. L. Goei (Eds.), *Mixed Reality for Education. Gaming Media and Social Effects* (pp 167–185). Springer. DOI: 10.1007/978-981-99-4958-8_7

Newnham, D. (2021). *The man in the metaverse. Interview with Second Life founder Philip Rosedale — serial entrepreneur, futurist and tech pioneer* <https://daniellenewnham.medium.com/the-man-in-the-metaverse-37eebc18ee5b> (ultimo accesso 13 gennaio 2024).

Ondrejka, C. (2006). Escaping the Gilded Cage: User-Created Content and Building the Metaverse. In J. Balkin, B. S. Noveck (Eds.), *The State of Play: Law, Games, and Virtual Worlds* (pp. 158-179). New York University Press. DOI: 10.18574/nyu/9780814739075.003.0012

Parrinello, S. Dell'Amico, A., & Galasso, F. (2022). Arsinoe 3D. La narrazione digitale di uno scavo archeologico/Arsinoe 3D. A project for the digital narration of an archaeological excavation. In C. Battini, E. Bistagnino (Eds.). *Dialoghi. Visioni e visualità. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers* (pp. 881-902). FrancoAngeli. DOI: 10.3280/oa-832-c60

Parrinello, S., De Marco, R., & Doria, E. (2023). Analysis and definition of intervention strategies for the conservation of the boundary walls in Verona. In M. G. Bevilacqua, D. Ulivieri (Eds.), *Defensive architecture of the mediterranean: vol. XV* (pp. 1113-1121). Pisa University Press. DOI: 10.12871/9788833397948140

Parrinello, S., & Galasso, F. (2023). Tecniche di ricostruzioni digitali tra immagini e simulazione visiva. In F. Maltomini, S. Parrinello (Eds.), *Arsinoe3D. Riscoperta di una città perduta dell'antico Egitto* (pp. 172-211). Firenze University Press.

Picchio, F., & Pettineo, A. (2023). Digitalizzare, ricostruire e fruire il Castello di Montorio: un tassello nella definizione della rotta culturale dei castelli scaligeri. In M. G. Bevilacqua, D. Ulivieri (Eds.), *Defensive Architecture of the Mediterranean, Vol. XV* (pp. 1123-1130). Pisa University Press. DOI: 10.12871/9788833397948141

Poolsawas, B., & Chotikakamthorn, N. (2023). Using Mozilla Hubs for Online Teaching: A Case Study of An Innovation Design Method Course. In N. Callaos, J. Home (Eds.), *17th International*

Multi-Conference on Society, Cybernetics and Informatics (IMSCI'23) (pp 7-12). International Institute of Informatics and Systemics. DOI: org/10.54808/IMSCI2023.01.7

Quéau P. (1993). Nodi e tempo del virtuale. In M. Negrotti (Ed.), *Per una teoria dell'artificiale tra natura, cultura e tecnologia*. FrancoAngeli.

Ricci, G., & Cordera, P. (Eds.) (2011). *Per l'esposizione, mi raccomando…!: Milano e l'Esposizione internazionale del Sempione del 1906 nei documenti del Castello Sforzesco*. Biblioteca d'Arte, CASVA.

Redondi, P., & Lini, D. (Eds.) (2006). *La scienza, la città, la vita. Milano 1906: l'Esposizione internazionale del Sempione*. Skira.

Spallone, R., Lamberti, F., Trivel, G. M., Ronco, F., & Tamantini, S. (2021). AR e VR per la comunicazione e fruizione del patrimonio al Museo d'Arte Orientale di Torino. In A. Arena, M. Arena, D. Mediati, P. Raffa (a cura di), *Connettere. Un Disegno per Annodare e Tessere. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione / Connecting. Drawing for weaving relationships. / Proceedings of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers* (pp. 2659-2676). FrancoAngeli. DOI: org/10.3280/oa-693.150

Tsiamalou, F., Sigourtzidou, D., & Komianos, V. (2023). Creating Virtual Reality Spaces with Mozilla Hubs: Designers' Expectations and Applications in AudioVisuals Creativity. *DCAC 2021: 3rd International Conference on Digital Culture & AudioVisual Challenges, Interdisciplinary Creativity in Arts and Technology*. In press.

Trizio, I., Demetrescu, E., & Ferdani, D. (Eds.). (2023). *Digital Restoration and Virtual Reconstructions: Case Studies and Compared Experiences for Cultural Heritage*. Springer Nature.

>> START
VR
360°

1

2

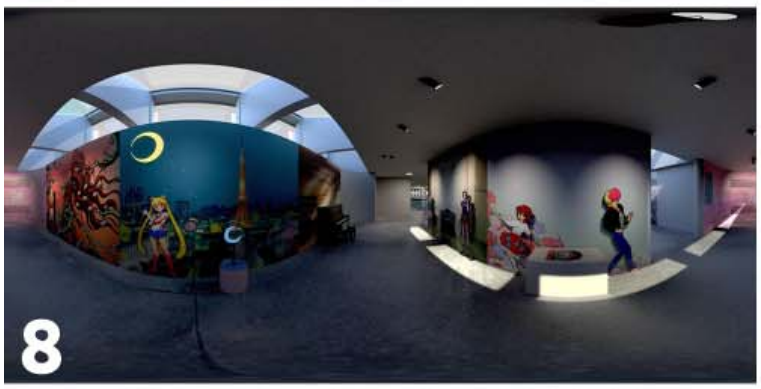
3

4

5

6

7


8

9

1
2
3
4
5
6
7
8
9

Rediscovering and re-functionalizing a forgotten heritage through digital representation techniques. Enzo Venturelli's aquarium-retilarium for a *Museum of Japanese Comics and Animation* in Turin.

Elisabetta C. Giovannini[1], Valeria Minucciani[1], Vittorio Bottari[1]

[1]Department of Architecture and Design, Politecnico di Torino, Turin, ITALY

elisabettacaterina.giovannini@polito.it; valeria.minucciani@polito.it; s285051@studenti.polito.it

Keywords: Virtual museum; Virtual tour; Enzo Venturelli; Museum ecosystem; Digital ecosystem / *Museo virtuale*; *Tour virtuale*; *Enzo Venturelli*; *Ecosistema museale*; *Ecosistema digitale*.

Abstract

The paper aims to explore the use of digital technologies to make the spaces of a currently disused building – the Enzo Venturelli aquarium-retilarium in Turin – accessible and navigable.
The study also analyses the interdisciplinarity between drawing and representation, exhibition design, and museography. Thanks to digital technologies, these disciplines, which are constantly evolving, now explore design and visual communication through complementary dynamics.
Digital models enable designers to model, communicate, document, analyze, and share their ideas on platforms accessible from desktops and smartphones. Thanks to virtual environments, this digital revolution involves greater functional and representational complexity than in the past. The design strategy can follow two main approaches: focus exclusively on the exhibition content, neglecting the host building, or consider the space as an integral part of the exhibition experience. Considering the space, the exhibition layout and visitors together means shifting to a comprehensive museum vision, intended as an ecosystem where these three elements are interconnected and occur together to enhance and communicate cultural heritage.
This paper considers the museum ecosystem as a unicum, aiming to reuse the volumetric and spatial complexity of an already scenic building by rethinking its paths and functions. The proposed virtual environment constitutes the digital ecosystem of a museum where the environment (container) and exhibition design layout (content) give rise to a three-dimensional space that can be navigated according to virtual and immersive reality principles, engaging the public.
Thanks to digital technologies, the design proposal can offer new insights into rehabilitating and enhancing a currently inaccessible place, reintroducing it to the community as a *Museum of Japanese Comics and Animation* and its digital replica made accessible through a virtual tour. The building intended to house this proposal is the aquarium-retilarium in Turin's Michelotti Park. Currently, the building shows obvious signs of degradation due to abandonment. Although the City of Turin has planned restoration and maintenance work to create an indoor theatre, the debate about its future use remains open. In this context, digital technologies can help to imagine possible new uses for this forgotten and, to date, inaccessible heritage.

Fig. 1 - Panoramic images of the virtual tour of the *Museum of Japanese Comics and Animation* (Graphic processing by Elisabetta Caterina Giovannini and 3D model by Vittorio Bottari).

Il contributo mira a esplorare l'uso delle tecnologie digitali per rendere accessibili e navigabili gli spazi di un edificio attualmente in disuso: l'acquario-rettilario di Enzo Venturelli a Torino.
Lo studio analizza anche l'interdisciplinarità tra disegno e rappresentazione, allestimento e museografia. Queste discipline, in continua evoluzione grazie alle tecnologie digitali, oggi esplorano la progettazione e la comunicazione visiva attraverso dinamiche complementari.
L'uso di modelli digitali consente ai progettisti di modellare, comunicare, documentare, analizzare e condividere le proprie idee su piattaforme accessibili sia da desktop che da smartphone. Questa rivoluzione digitale, grazie agli ambienti virtuali, comporta una maggiore complessità funzionale e rappresentativa rispetto al passato. La strategia progettuale può seguire due approcci principali: concentrarsi esclusivamente sul contenuto espositivo, trascurando l'edificio ospitante, oppure considerare lo spazio come parte integrante dell'esperienza espositiva.
Questo lavoro adotta il secondo approccio, con l'obiettivo di riutilizzare la complessità volumetrica e spaziale di un edificio già scenografico, ripensandone percorsi e funzioni. L'ambiente virtuale proposto costituisce un ecosistema digitale dove ambiente (contenitore) e allestimento (contenuto) danno luogo ad uno spazio tridimensionale navigabile secondo i principi della realtà virtuale e immersiva.
La proposta progettuale, grazie alle tecnologie digitali, può offrire nuovi spunti per il recupero e la valorizzazione di un luogo attualmente inaccessibile, riproponendolo alla comunità come Museo del fumetto e dell'animazione giapponese*. Una proposta di riqualificazione digitale resa accessibile mediante un* virtual tour*. L'edificio destinato a ospitare questa proposta è l'acquario-rettilario situato nel Parco Michelotti di Torino. Attualmente, l'edificio mostra evidenti segni di degrado dovuti all'abbandono. Sebbene il Comune di Torino abbia previsto interventi di recupero e manutenzione per la creazione di un teatro interno, il dibattito sul suo futuro utilizzo rimane aperto. In questo contesto, le tecnologie digitali possono aiutarci a immaginare possibili nuovi usi per questo patrimonio dimenticato e ad oggi inaccessibile.*

Museum ecosystem, digital ecosystems, and digital assets

A museum ecosystem is a complex cultural organism that integrates physical and digital elements to provide enriching and interactive experiences for visitors. The relationship between a museum and its digital ecosystem is critical to broadening accessibility, improving the enjoyment of collections, and fostering interaction between diverse audiences and museum objects. People often consider the museum ecosystem a link between institution and audience, neglecting the building that houses the museum, a cornerstone of the visitor experience. Considering the museum ecosystem as a set of relationships between exhibition spaces, exhibits, and visitors allows us to understand the complexity and representations of the phenomenon, which today are increasingly becoming more and more digital.
A museum's digital ecosystem comprises various tools and platforms that extend and enhance the museum experience. For example, a website or mobile app can provide guided tours, detailed information about the works, additional multimedia content, and interactive features such as Augmented Reality (AR). Virtual reality (VR) allows collections and exhibitions to be explored immersively, even from a distance. Online databases and archives enable researchers and enthusiasts to access detailed and in-depth information about collections.
These tools for enjoyment and management would not be accessible without digital assets, the key elements of a museum's digital ecosystem. These assets include images, video, audio, 3D models, metadata, and specific software for creating user interfaces that facilitate the user experience.

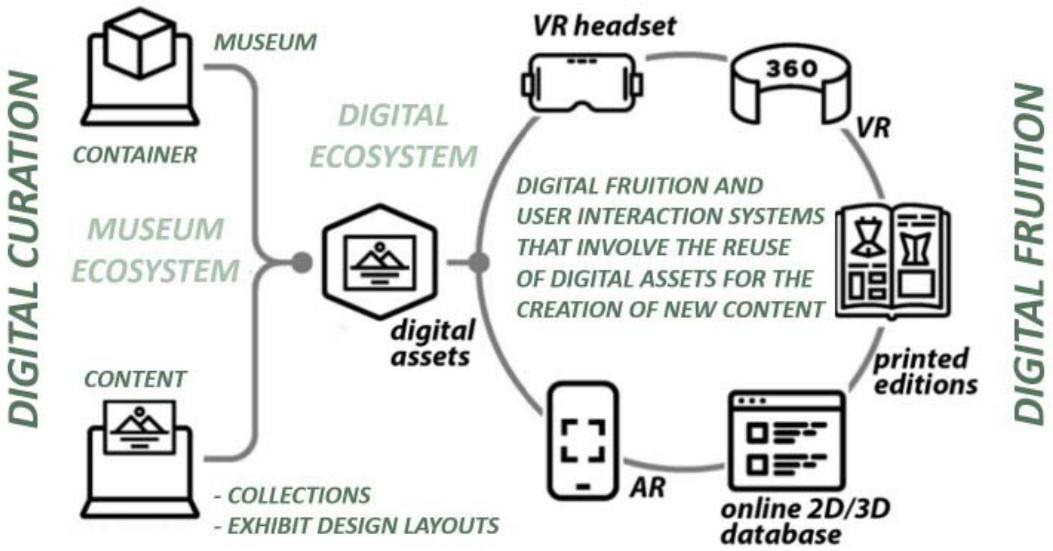


Fig. 2 - The museum ecosystem, its digital ecosystem, and possible reuses of digital assets for communication and enhancement of cultural heritage (Author: E. C. Giovannini).

Integrating the museum and digital ecosystem creates a synergy that enriches the overall experience. A visitor can begin their exploration online, viewing images and videos of the works, and then have a more in-depth and immersive experience during a physical visit to the museum. Mobile apps and augmented reality platforms can guide visitors through exhibitions, offering additional interactive content that enhances understanding and appreciation of museum objects and collections. In addition, digital transition enables collections to be preserved and shared with a global audience, overcoming geographic and temporal barriers. Online archives and digital databases become valuable resources for research and education, enabling scholars and diverse audiences to deepen their knowledge (fig. 2).

In conclusion, a well-integrated museum ecosystem with its digital ecosystem not only broadens the accessibility and attractiveness of collections but also creates new opportunities for interaction, education, preservation, and understanding of cultural heritage (Giovannini, 2023).

Digital ecosystems can also serve as digital replicas of inaccessible spaces, providing novel opportunities for lost and disused heritage to remain alive in the community's collective memory. The *Museum of Japanese Comics and Animation* project follows this direction by configuring a virtual tour from a wholly digital environment developed using archival resources and architectural drawings. The museum ecosystem and the relationship between the building (container) and museum layout (content) are developed consecutively to propose a digital and immersive visit to an inaccessible heritage.

Virtual digital ecosystems for museums and cultural institutions

The digital transition in cultural and architectural heritage affects many disciplines involved in its enhancement. These domains are the ones involved in the modern museum's ecosystems. Among the challenges of digital technology is creating new strategies to preserve, promote, and make our society's heritage, including lost heritage, accessible. Digital representation tools, therefore, offer different prefigurative possibilities for heritage enhancement through innovative and engaging methods. They facilitate communication and collaboration between cultural institutions, scholars, artists, and the public and create online communities dedicated to sharing and discussing cultural heritage.

Within this landscape, virtual and immersive reality is increasingly revolutionizing project communication, whether architectural or exhibition. As early as the 1990s, Apple introduced QuickTime VR (Virtual Reality), which allowed panoramic images to be created and displayed through the PC. At its origins, the technological development of digital cameras allowed panoramic photos to be captured.

In later years, partly due to the advent of high-speed Internet, platforms such as Google Maps have since 2007 introduced the Street View feature, allowing users to explore places around the world through 360° panoramic images (Frau & De Luca, 2021; Paris, 2022). Since 2011, Google Arts & Culture has promoted cultural heritage through the massive digitization of works of art worldwide, creating digital galleries of high-resolution images. In the 'Museum Views' section (fig. 3), on the other hand, it is possible to access as many as 4966 360° virtual tours that include a wide range of cultural places, including monuments and museums (Kennicott, 2011; Wani et al., 2019; Verde & Valero, 2021).

Moreover, the use of 360° virtual tours, also as a result of the pandemic event due to COVID-19, has revolutionized several other sectors, among which museum and real estate sectors emerge (Sulaiman et al., 2020). In the museum sector, examples in the literature are numerous. There was a need, in that precise historical period, to make environments generally frequented by the public accessible, but at the same time, the use of digital and social media gave greater visibility to smaller realities and smaller heritages as well (Nemo, 2021; Resta et al., 2021).

Among the most used platforms in the museum field, in addition to Google Arts & Culture, there is also Google Street View's Museum View, which has partnered with numerous museums to create virtual tours that allow users to explore their interiors, observe artworks and artifacts up close, and obtain detailed information about each object in the collection. Sketchfab, despite being a platform primarily known for hosting 3D models, also allows users to view spherical panoramas and navigate within them, giving visibility not only to digital artists and designers but also to numerous cultural institutions. Many museums use Sketchfab to share digital models of their collections, allowing users to explore artworks at medium resolution. Finally, ArtSteps enables users to create virtual tours from a 3D model directly on the web and is mainly

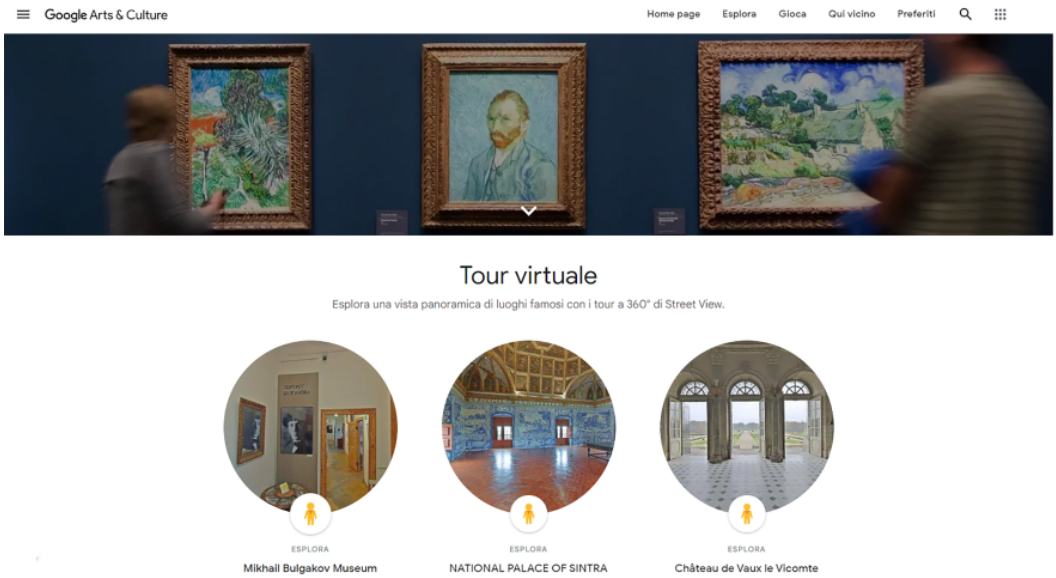


Fig. 3 - Google Arts & Culture platform interface dedicated to virtual tours (https://artsandculture.google.com/).

used to make virtual exhibitions. Similarly, Mozilla Hubs allows users to upload 3D scenes online through the Spoke configurator and make them accessible online through a web address (Rahaman, 2023; Giovannini, 2024).

There remains no doubt that virtual tours are also particularly suitable for commercial purposes, mainly for promoting real estate and tourism (Bogicevic et al., 2019). Indeed, we have also witnessed their recent use in visualizing design proposals and interior design. Again, the choice of platform depends on both the digital capture tools available to individual companies and the specific needs of real estate agents, as well as the availability of features and integration with other tools and services used (Yan et al., 2023). Among the most widely used tools is Matterport, which provides advanced tools for creating 3D virtual tours, including high-definition tours, that allow users to explore real estate spaces interactively. Zillow 3D Home allows virtual tours of homes to be indexed in the better-known U.S. real estate web platform Zillow. iStaging integrates augmented reality (AR) and virtual reality (VR) tools by providing the ability to enjoy the environment through the latest generation of VR viewers. The same is true for the platform used in this project, WeboBook, which allows for virtual real estate tours with a web-based system.

While the virtual tour proposed, for example, by Street Map View, consists of spherical photographs taken at close range that allow the user to explore and view streets with a full 360° view, at the same time, it is possible to obtain panoramic images of fully digital environments based on 3D modeling techniques. A virtual tour consists of a sequence of spherical images whose base-to-height ratio is 2:1 and are therefore called equirectangular. These images, reproduced through graphic restitution obtained by

rendering engines, reproduce the interior environments according to the proposed layout of the exhibition. The images obtained were ordered in such a way that their sequence, in the virtual tour, simulates the succession of spaces as well as in the simulated virtual environment. Finally, the images can be enriched with additional infographic content and linked to each other using unique icons (arrows), thanks to which the user can move from one camera viewpoint to another with personal freedom of movement and fruition (fig. 1).

The *Museum of Japanese Comics and Animation* design proposal

The study of Japanese comic book culture, in its many facets, demonstrates the enormous exhibition potential that manga titles can offer to a museum. The selection of manga and the definition of the exhibition's narrative modes constituted the first museum approach to this topic outside Japan.
The realm of comic books, increasingly expanding into various domains, particularly art, has long thrived on Italian soil, shaping the formative years of countless individuals. However, when examining exhibitions dedicated to "manga" and "anime", the animated counterparts, in Italy, a notable absence of permanent installations is evident, with only occasional temporary exhibits. Upon broadening the scope internationally, this lack of museums focused on Japanese comic books becomes even more apparent across Europe and globally, except in Japan itself. Such museums are prevalent nationwide and serve as integral cultural institutions that deepen one's understanding of the Land of the Rising Sun.
An analysis of previous themed exhibitions showed that the international public's interest is not limited to comic books of Japanese origin but also extends to Western comic books, digital aspects, and virtual installations offered by museums, which are rapidly growing sectors (Bottari, 2023).
The *Museum of Japanese Comics and Animation* project here presented a proposal to integrate the possibility of having a novel and specific Museum in Turin, a city characterized by a diverse cultural offering, facilitating urban redevelopment and the re-functionalization of an inaccessible heritage. Aquarium-retilarium by Enzo Venturelli, because of its crocodile-shaped visual appearance, lends itself to hosting a museum of comics and manga because it embodies some characteristics of the manga. Osamu Tezuka said in the 2018 Annie Awards that "Manga is virtual. Manga is feeling. Manga is endurance. Manga is whimsy. Manga is pathos. Manga is destruction. Manga is arrogance. Manga is love. Manga is kitsch. Manga is a sense of wonder. Manga is... there is no conclusion yet".

The container: the aquarium-retilarium of Enzo Venturelli

The acquarium-retilarium, built in 1959 in the Michelotti Park of Turin, was designed in 1957 by Enzo Venturelli, an architect of great expressive potential and author of

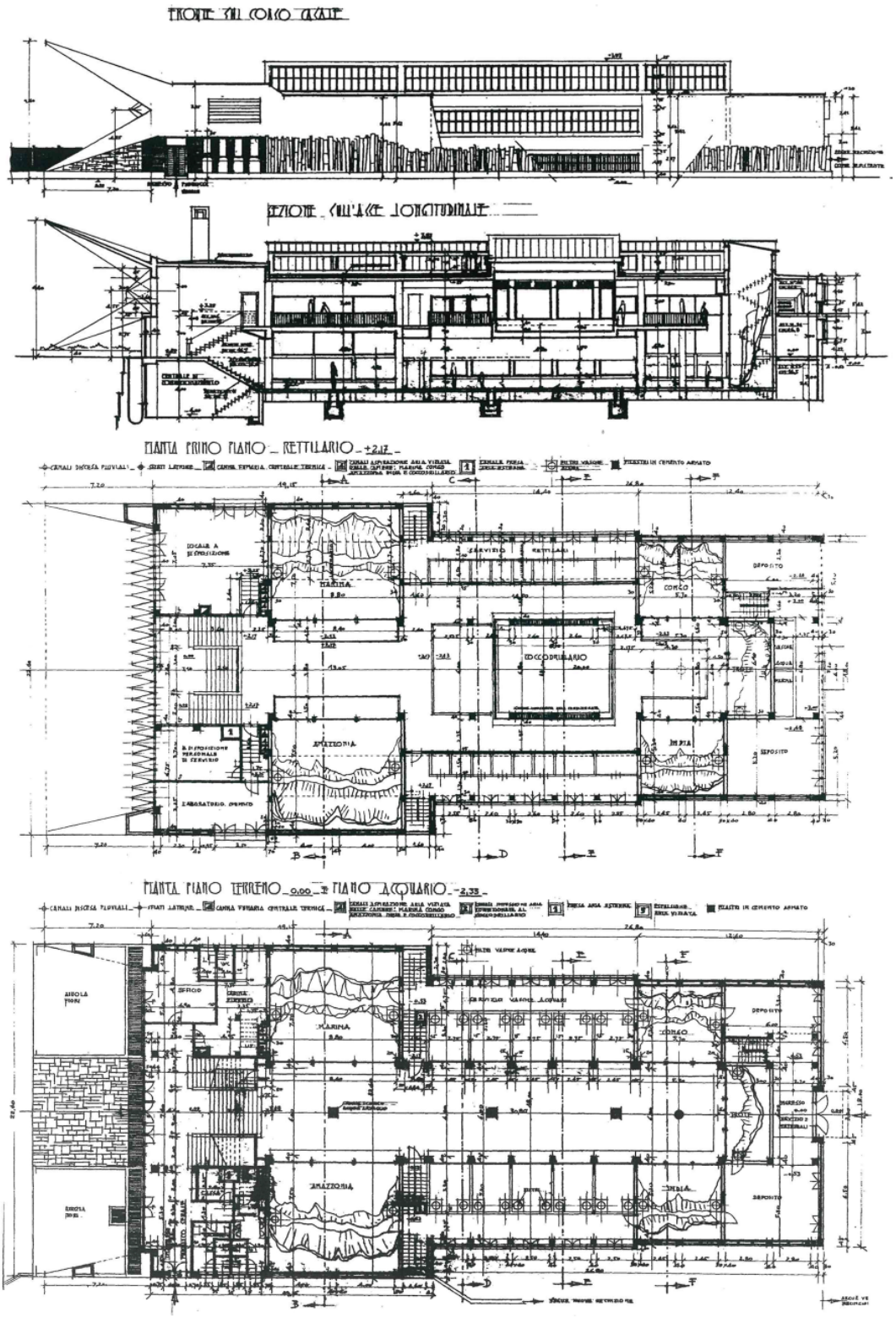


Fig. 4 - Enzo Venturelli, *Prospetto sul Corso Casale, Sezione longitudinale e Piante del primo e del secondo piano dell'acquario-rettilario dello Zoo di Torino*, 1958, State Archive of Turin, AEV, c.3/c.1.

the *Manifesto dell'architettura nucleare* and the work *Urbanistica spaziale,* from which emerges a utopian vision of urban planning (Venturelli, 1960).
The Reptile House, standing two stories above ground, featured a main facade designed to resemble a crocodile's teeth and a whale's gaping jaws. This distinctive structure was the main attraction of the Turin Zoo.
It addressed the postwar demand for recreational spaces. Its unique expressionistic style and meticulously planned interior layout characterized it, ensuring visitors a memorable experience as they explored its spaces. (Venturelli et al., 1999).
The elevation features expansive continuous glazing framed by structures coated with rough gravel. Above the glazing, a series of indentations serve as sunshades, forming the dominant architectural elements along with the canopy and the seamless access glazing (Venturelli, 1965).
The building is in disrepair, with the central openings bricked up and the elevations barricaded. Approximately 40 percent of the total volume has been demolished, and the entire structure has been made inaccessible by blocking the main entrances. The proposed digital restoration and functionalization project relies on Venturelli's original technical drawings and historical building photographs. Plan, section, and elevation drawings have been created by digitizing the original paper versions found in the collection at the State Archives of Turin (fig. 4).
A three-dimensional digital reproduction of the actual state was made to understand better the exterior appearance, the internal distribution, and the different levels of space in the tanks for the natural biomes. Venturelli's real innovation in the aquarium-retilarium design is the interior areas designed to give visitors a better view of the animals' environments. Enzo Venturelli creates a three-level decomposition of the walking floors: a "zero" floor for the public entrance, services, and ticket area; a lowered floor with large tanks, some double-height, whose water level is higher than the visitors to observe the animals in their natural habitat better; and finally the floor for reptiles, located two meters higher than the outside ground, with environments divided by species and ecosystems. A large section, the "crocodile house", is arranged in the center of the floor, the floor of which rests on the lintels that support the aquariums below. The total area of the aquarium-retilarium system is about 980 square meters, developed in a T-shaped plan on two primary levels. The rooms and tanks are divided by the geographical origin of the animals in the display cases.
The modeling phase made it possible to obtain a virtual and digital replica of the state of the building, as designed by the architect, allowing moving inside it and exploring its different digital spaces (fig. 5). The texturing of the building and its components was carried out using 3Ds Max software. Using its integrated render engine, Arnold, it was possible to create architectural views and views of the interior spaces using 360° spherical images as render outputs for the final virtual tour. The 3D model digitally represents a detailed picture of Enzo Venturelli's original design, creating a starting point for the novel design proposal to refunctionalize and recover the architectural

Fig. 5 - Perspective views of the aquarium-retilarium. From the top, the main entrance and a side view (Author: V. Bottari).

artifact for creating a museum building. Finally, the digital ecosystem of the proposed museum was made accessible via virtual tour.

The content: a permanent exhibition for the Museum of Japanese Comics and Animation

The proposed design project for the *Museum of Japanese Comics and Animation* intends to continue the exhibition life of Enzo Venturelli's project, modifying its exterior and interior appearance as little as possible. Proposals for site reuse have been made in previous years, but without contemplating the possibility of repurposing the building as an exhibition environment (Baldi & Bertero, 2005; Manzone & Menato, 2012; Alladio, 2013). Taking advantage of the full-height spaces of the original design, the layout of this proposal includes large display areas at the entrance centered on the characters and settings that have characterized Japanese comic book productions over the past seventy years and strongly influenced many generations around the world. The research has led to the creation of an exhibition and narrative itinerary that addresses

the themes of Japanese culture, history, and entertainment as represented through comic books and their storytelling.
Enzo Venturelli's reptile house, originally conceived as an exhibition of living animals, has thus been repurposed as a new museum, preserving the original architecture's peculiar and attractive appearance. The building, with its structure that Bruno Zevi called "schizophrenic" in his time and its geometric magnetism, becomes a point of attraction for passersby on Corso Casale and frequent visitors to the area (Astengo, 2019). The recovery intervention was guided by preserving the original spatial hierarchies and adapting to the norms of accessibility and inclusion of the interior spaces. A more functional study of the visitor routes required some slight modification of the facades: a new entrance was opened on the northwest side to allow an autonomous use of the cafeteria for the museum.
Regarding distribution, the ground floor is developed in two areas: the entrance area and the back of the building. The different elevation levels, organized according to misalignments that generate a highly varied spatial experience and scenic views, required the insertion of elevators to replace the original stairs partially. The ticketing and service areas were placed at the entrance of the museum and adapted to accessibility standards since, of course, the original design did not yet contemplate this aspect. Finally, the museum bookshop is located near the entrance stairs, becoming a focal point for those entering the building and those ending their tour.
The internal distribution respects the original layout as much as possible (fig. 6), enhancing the display potential inherent in the large tanks (the first two whole heights) and the views between the different levels. The visitor experience was conceived in its temporal unfolding as a succession of surprising exhibits, characters, and eras. Controlling the virtual museum experience through the three-dimensional model was a strategic support.
Different aspects of the contemporary museum world were addressed at the design level, including studying the exhibition systems used to organize the spaces and using new digital technologies related to the virtual world.
The permanent layout of the comics museum focuses on three macro-themes that explore critical aspects of the museum (fig. 7). The first section examines the history of Japanese comics and animation, focusing on significant works divided by decades since the 1960s. The second section analyzes the impact of manga and anime on fashion, showcasing examples of collaborations with big names. The third section examines the different genres of manga to understand the target audiences divided by gender and age. The characters on display are set in settings that recall their context and meaning.
The ground floor houses the leading exhibition, with the first two large tanks devoted to the origins of contemporary Japanese comics (fig. 8). The interior display system, consisting of display cases that are also very small in size, has been adapted to the needs of the new exhibition, which requires more prominent showcases, but without disrupting the layout. The stairwells and service corridors were kept for the exclusive use

Fig. 5 - Demolition and construction for the *Museum of Japanese Comics and Animation* design project inside Enzo Venturelli's aquarium-retilarium. From the bottom ground floor, first floor, and longitudinal section view (Author: V. Bottari).

of the staff. The three end pools toward the rear of the building are redesigned without unevenness, with a second distributive system of stairs and elevator providing access to the cafeteria and the second floor. The cafeteria has been placed at an intermediate level between the basement and ground floor, with physical and visual connections through large, glazed openings. These visuals seek to engage visitors by anticipating the museum experience.

Fig. 7 - Themes/Narratives sections present in the proposed exhibition layout. From the left, ground floor and first floor (Author: V. Bottari).

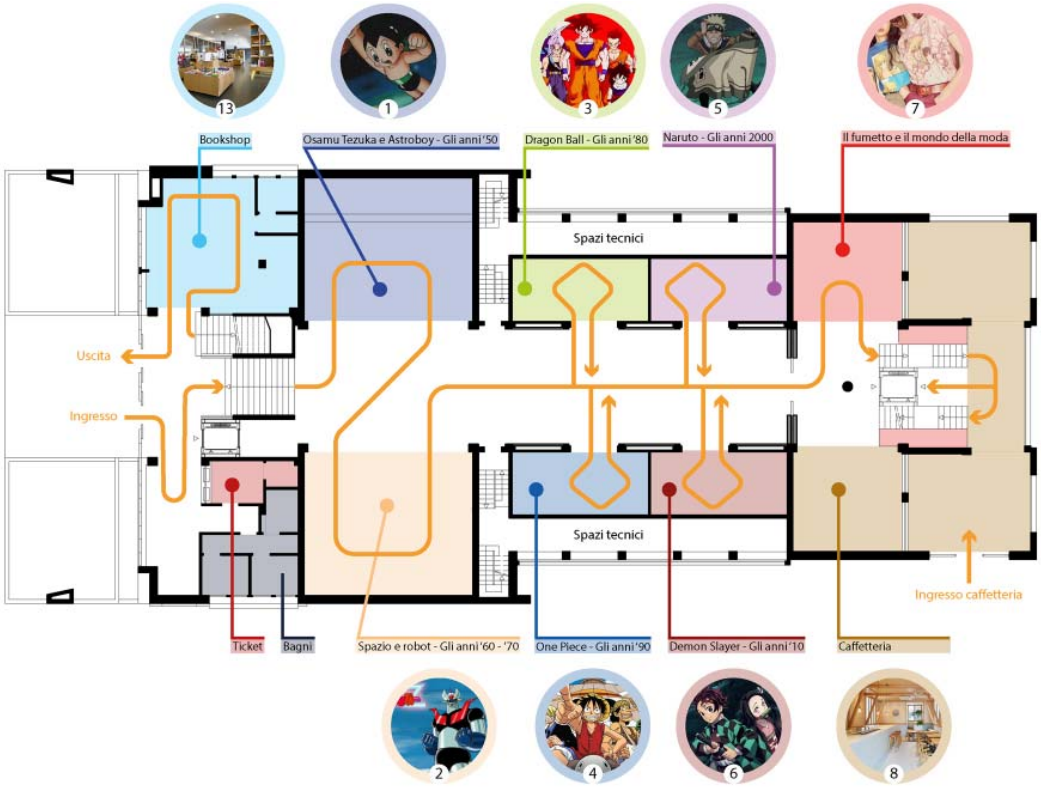


Fig. 8 - Thematic/narrative layout of the ground floor (Author: V. Bottari).

The exhibition begins with Astroboy, representative of Osamu Tezuka's modern manga, symbolizing post-World War II Japan and the fascination with science. The setting recalls the futuristic settings of comic books, contrasted with the room opposite, devoted to the great robots of the 1970s, such as Gundam or Mazinga Z, represented with scale replicas. The following section covers famous manga from the 1980s to the present, divided into four thematic rooms dedicated to Dragon Ball (with a setting inspired by martial arts tournaments), One Piece (conceived by Eiichiro Oda, the best-selling manga in history), Naruto (with references to the Hokage and an interactive presentation of

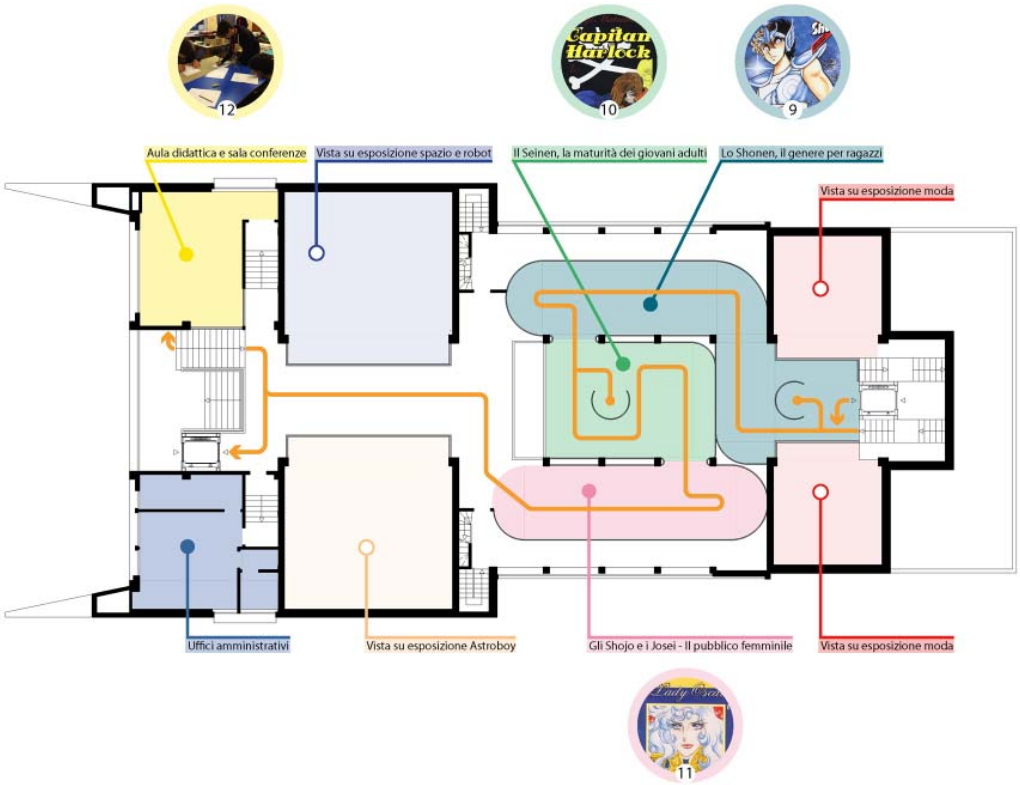


Fig. 9 - Thematic/narrative layout of the first floor (Author: V. Bottari).

ninja techniques), and finally Demon Slayer (with a purple wisteria flower portal and a battle scenario between demons and swordsmen defending humanity). Next, the environment deals with the meeting between the fashion world and manga: clothing from collaborations with brands such as Dolce & Gabbana, Gucci, and Jimmy Choo are displayed in the tanks. Finally, the museum's cafeteria offers an experience similar to Japanese "manga cafes", where visitors can read manga and enjoy foods typical of Japanese culture, often mentioned within the manga themselves.

Modifications to the second floor include removing small terrariums to adapt the museum spaces. The "crocodile house" was connected to the floor level by removing the glass windows that divided the space to make the path more fluid. Finally, curvilinear plasterboard walls characterize the exhibition language of this level (fig. 9).

The rooms above the entrance have been converted into teaching rooms and offices for museum staff. The overall intervention aims to preserve the Venturelli building's original features while targeting adaptation to museum needs.

The exhibition continues, passing near the cafeteria area and up to the second floor with the so-called "shonen", a genre of comics mainly dedicated to a young male audience, ages 6 to 18, characterized by themes of friendship, adventure, and victory. Famous titles such as Osamu Tezuka's "Kimba, the White Lion" and "Saint Seiya", better known as The Knights of the Zodiac in Italy, as well as titles from "Hunter x Hunter",

written by Yoshihiro Togashi, "Bleach" by Tite Kubo and "My Hero Academia" by Kohei Horikoshi, are on display.
The next area explores "seinen" comics, which are aimed at a more adult target audience and thus touch on more complex issues. Works such as "Captain Harlock" and his ship, "Akira", "Neon Genesis Evangelion", and "Vinland Saga" are mentioned in the exhibit.
The final part of the museum focuses on "shojo" and "josei", which are particularly popular with female audiences. Titles such as "Roses of Versailles" or Lady Oscar for Italian audiences, "Kiss Me Licia", "Sailor Moon," "Nana", and "Nodame Cantabile" are presented. The thematic diversity of these comics, from Shojo to Josei, is highlighted by their narratives focusing on different characters' emotions and feelings, relationships, and personal stories.
At specific points related to certain comic books, the museum offers interactive activities designed based on the narrative subjects on display, as well as reconstructions of iconic objects from the different titles, such as the motorcycle from the film Akira or the Lunar Scepter from Sailor Moon. The tour ends with a broad view of the initial tanks, which can be seen at the beginning of the visit via a final elevated corridor.
Finally, the museum also has an educational room designed for possible workshops and a bookstore with books, merchandise, and comics related to the characters on display.
Overall, the idea of the proposed museum layouts offers a comprehensive journey through the most significant genres and works in Japanese comics, offering an immersive, interactive, and educational experience.

The Museum's digital fruition and immersive environments

As previously mentioned, new digital technologies related to the virtual world were used as means of communication and information through the use and reuse of metadata and as tools for recovering and witnessing an architectural asset through its virtual and digital representation.
In fact, along with the study for the re-functionalization of the building, the project included a hypothesis of a new layout whose curatorship sought to integrate real and virtual, reconstructing both the actual layouts and in virtual environments some fantastic worlds from comic books. It is precisely this latter perspective that can, in the authors' opinion, open the door to transdisciplinary experiments of great interest, in which the physical layout becomes a bridge to virtual worlds connected to the collection and the themes on display.
The project site and its new layout have been recreated digitally and made usable and navigable by developing a 360° virtual tour based on nine spherical panoramas (fig. 10).
This last project phase demonstrates how, through augmented reality (AR) and virtual reality (VR), gamification and edutainment enrich the proposed and developed museum tour. Possible further development of this project could refine the idea of a museum

Fig. 10 - Position of picture capture of panoramic images for creating the virtual tour (Author: V. Bottari)

Fig. 11 - Namecc planet views. On the left, 3D views of the virtual environment prototype and on the right image from an episode of Dragon Ball (Author: V. Bottari).

that, once designed and potentially implemented, could, for all intents and purposes, already be enjoyed through an interactive and emotional experience with important cultural content and food for thought. For example, AR stations could be implemented within the virtual museum to interact with the exhibits, providing information and 3D models. Viewer participation could then be further enhanced through sensory and communicative systems such as specific background soundtracks and audio and video explanations, adapting to the learning of modern audiences. Finally, gamification and

video game elements could be developed further, taking inspiration from the rooms dedicated to Dragon Ball or One-Piece titles mentioned in the context of the evolution of comics over the different decades (fig. 11).

Conclusions

The path of the design proposal and its fruition in the digital environment reflects the structure of a real museum ecosystem, the components of which, once digitized and three-dimensionally modeled, constitute the digital copy of the ecosystem itself. This new digital museum ecosystem has greater representation flexibility; both the container (building) and the content (collection and display) are digital objects, modifiable and decomposable into multiple forms and interpretations. The ability to easily change both the architectural aspects, the arrangement of the works, and their arrangement and settings allows for a variety of approaches and strategies that would not be possible in the physical world, making, in fact, the virtual museum an utterly dynamic environment that can be adapted to multiple design needs. The use of virtual environments and Web-based systems such as catalogs of exhibits with additional information and hyperlinks, Web sites, animations, and spherical images could also, in the future, be helpful in the creation of thematic paths for different types of users. The combination of these digital assets is also aligned to create resources that are findable, accessible, interoperable, and reusable for future uses by diverse audiences and professionals of the creative sector.

Attributions

Although the contribution was conceived jointly, E. C. Giovannini is author of paragraphs 'Museum ecosystem, digital ecosystems, and digital assets'and 'Virtual digital ecosystems for museums and cultural institutions'. V. Minucciani and V. Bottari wrote jointly paragraphs 'The Museum of Japanese Comics and Animation design proposal' and 'The content: a permanent exhibition for the Museum of Japanese Comics and Animation'. V. Bottari is author of paragraphs 'The container: the aquarium-retilarium of Enzo Venturelli' and 'The Museum's digital fruition and immersive environments'. The authors wrote jointly the paragraph of 'Conclusions'.

References

Alladio, G. (2013). R*iqualificazione dell'acquario-rettilario di Torino. Trasformazione urbana del parco Michelotti, progettazione di un edificio polifunzionale e studio acustico di un auditorium*. Politecnico di Torino. https://webthesis.biblio.polito.it/3393/

Astengo, G. (2019). White Whale: The Aquarium and Reptile House at the Turin Zoo and the Architecture of Enzo Venturelli (1955-1965). *Architectural Histories*, *7*(1).

Baldi, A., & Bertero, S. (2005). *Recupero funzionale di parco Michelotti: un'architettura ipogea per la didattica e lo svago*. Politecnico di Torino.

Bogicevic, V., Seo, S., Kandampully, J. A., Liu, S. Q., & Rudd, N. A. (2019). Virtual reality presence as a preamble of tourism experience: The role of mental imagery. *Tourism Management*, *74*, 55-64.

Bottari, V. (2023). *Il museo del fumetto e dell'animazione giapponese: l'acquario-rettilario di Enzo Venturelli*. Politecnico di Torino.

Frau, M., & De Luca, V. (2021). Virtual tour realizzato con pannellum ed integrazione leafletjs. *Archeomatica*, *13*(3).

Giovannini, E. C. (2023). Digital ecosystems for the virtual fruition of Porta Aurea in Ravenna. In F. Picchio (Ed.), *Digital & Documentation. From Virtual Space to Information Database* (pp. 128-147). Pavia University Press.

Giovannini, E. C. (2024). Social Virtual Environments: Opportunities and Workflows in Cultural Heritage and Education in Architecture. In O. Poquet, A. Ortega-Arranz, O. Viberg, I.A. Chounta, B. McLaren & J. Jovanovic (Eds.), *Proceedings of the 16th International Conference on Computer Supported Education - (Volume 1)* (pp. 772-783). SCITEPRESS.

Yan, Z., Meng, Z., & Tan, Y. (2023). *Virtual Reality in Online Real Estate Platforms: The What and the How*. Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=3802243

Kennicott, P. (1 Feb 2011). National Treasures: Google Art Project Unlocks Riches of World's Galleries *Washington: The Washington Post*.

Manzone, L., & Menato, M. (2012). *Dal giardino zoologico al parco botanico: un'idea per Torino*. Politecnico di Torino. https://webthesis.biblio.polito.it/2610/

NEMO - The Network of European Museum Organisations (2021). *Follow-up survey on the impact of the COVID-19 pandemic on museums in Europe. Final Report.*

Paris, L. (2022). Virtual tour. Anywhere and nowhere. In C. Battini, & E. Bistagnino (Eds.), *Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers* (pp. 1797-1804). FrancoAngeli.

Rahaman, H., Champion, E., & McMeekin, D. (2023). Outside Inn: Exploring the Heritage of a Historic Hotel through 360-Panoramas. *Heritage*, *6*(5), 4380-4410.

Resta, G., Dicuonzo, F., Karacan, E., & Pastore, D. (2021). The impact of virtual tours on museum exhibitions after the onset of covid-19 restrictions: visitor engagement and long-term perspectives. *SCIRES-IT-SCIentific RESearch and Information Technology*, *11*(1), 151-166.

Sulaiman, M. Z., Aziz, M. N. A., Bakar, M. H. A., Halili, N. A., & Azuddin, M. A. (2020, December). Matterport: virtual tour as a new marketing approach in real estate business during pandemic COVID-19. In J. Selamet, L. T. Pinasthika, & N. H. Ibrahim (Eds.) *International conference of innovation in media and visual design (IMDES 2020)* (pp. 221-226). Atlantis Press.

Venturelli, E. (1960). *Urbanistica spaziale: integrazione dello spazio nella città*. Fratelli Pozzo Editori.

Venturelli, E. (1965). Acuario y reptilario. Turín. *Informes de la Construcción*, *17*(167), 21-32.

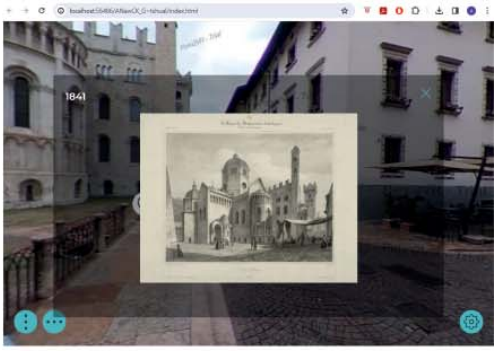
Venturelli, E., Parenti, M., & Mistrangelo, A. (Eds.) (1999). *Enzo Venturelli architetto*. Edizioni dell'Orso.

Verde, A., & Valero, J. M. (2021). Virtual museums and Google arts & culture: Alternatives to the face-to-face visit to experience art. *International Journal of Education and Research*, *9*(2), 43-54.

Wani, S. A., Ali, A., & Ganaie, S. A. (2019). The digitally preserved old-aged art, culture and artists: an exploration of Google Arts and Culture. *PSU Research Review*, *3*(2), 111-122.

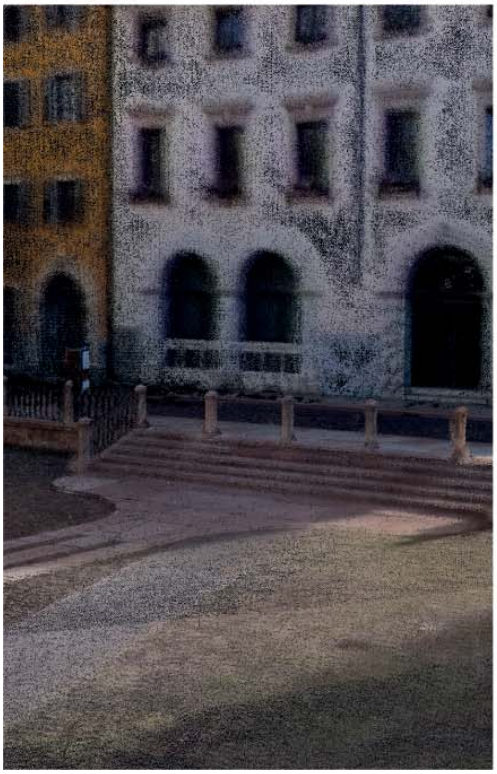
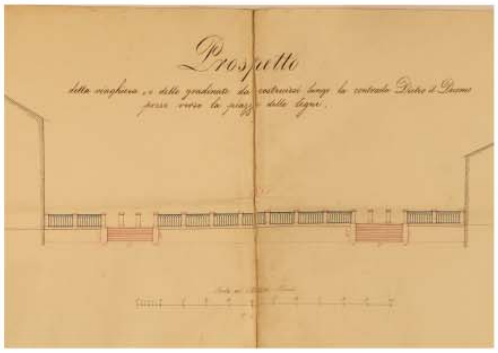
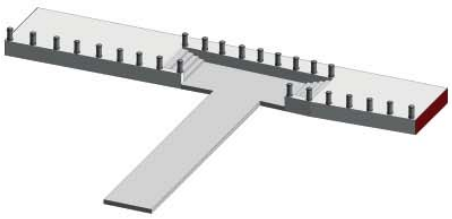
Comparison between then and now

Archival sources as figurative support

SURVEY DATA	HISTORICAL DATA	OUTPUT
360° photos of the current state	State after the project	(a) Evocative
	State before the project	(b) Rational
		

Reconstruction of unrealised projects

Archival sources as historical reference

SURVEY DATA	HISTORICAL DATA	OUTPUT
3D point cloud model of the current state	Double staircase hypothesis	(c) Evocative
		
	Double convergent staircase hypothesis	(d) Rational
		

Other stories. Virtual reconstruction of different design hypotheses for Piazza d'Arogno in Trento

Anna Maragno[1], Ambra Barbini[1], Elena Bernardini[1], Chiara Chioni[1]

[1]Department of Civil, Environmental and Mechanical Engineering (DICAM), University of Trento, Trento, ITALY

anna.maragno@unitn.it; ambra.barbini@unitn.it; elena.bernardini@unitn.it; jchiara.chioni@unitn.it

Keywords: Historical iconography; Explorable models; Point cloud modelling; Urban survey; Solid modelling / *Iconografia storica; Modelli esplorabili; Modellazione a nuvola di punti; Rilievo urbano; Modellazione volumetrica.*

Abstract

Contemporary cities represent only one of the infinite number of stories that could have taken shape over the centuries. Today, we can reconstruct and imagine some of these other stories thanks to archival documents, especially project drawings and historical iconography, when they are still in existence. However, contemporary image aesthetics, also thanks to digital technologies, seeks new dimensions for the fruition of historical documents and iconography. One potential solution to align with contemporary image aesthetics could involve integrating digital images and models acquired and processed from 3D surveys, along with historical documents. These archival sources can serve both as a historical reference (e.g., for reconstructing 3D virtual models of projects that were never realised) and as figurative support (e.g. by comparing or manipulating historical iconography and images of reality). In both cases, the integration between historical iconography and digital images and models can follow different declinations, such as the evocative and the rational approach. For instance, evocative representation can be based on the use of point clouds to create suggestions of urban environments, while rational representation can exploit volumetric modelling to overlay unbuilt urban elements on reality. At the same time, we can evoke suggestive new atmospheres through the manipulation of photographs and historical iconography, or rationally overlay and compare historical representations of the city with photos of current reality. Therefore, the purpose of this contribution is to present a low-cost workflow for creating a new digital iconography and explorable digital models of an existing urban environment and its unrealized alternative scenarios. The methodological approach is developed on Piazza d'Arogno, a nodal urban spot in the historic centre of Trento, and more specifically on the staircase that connects it to one of the main street axes. First, based on the extensive archival materials already available from previous research, we selected the main documents related to the staircase project of Piazza d'Arogno. Specifically, two types of historical documents were chosen: artistic drawings depicting the site before and after the design intervention, and project drawings and technical documents outlining the different design hypotheses. Then geometric and RGB data was acquired with a low-cost surveying tool, such as a 360° camera. By processing the survey data (ie., spherical photos and videos), we generated a coloured 3D point cloud of the existing staircase as it is. Survey and historical data were then integrated and utilised in two different ways: for comparing Piazza d'Arogno before and after the completed

Fig. 1 - Top, figurative integration of historical images and 360° photos: (a) 2D digital collage, (b) virtual tour with hot-spots. Down, virtual reconstruction of two design hypotheses: (c) double staircase realised by manipulating point clouds, (d) double convergent staircase created by solid modelling.

project, and to reconstruct the 3D model of the main design hypotheses that were never realised. Both solutions were developed according to possible rational and evocative approaches. The outcomes of this experimentation are two different examples of 3D models that can be experienced in Virtual and Augmented Realities and new digital images to be experienced statically or interactively. In conclusion, this contribution shows the potential of combining low-cost 3D digital survey with archival documents for the creation of visual outputs to rationally or emotionally experience other stories.

Le città contemporanee rappresentano solo una delle infinite storie che avrebbero potuto prendere forma nel corso dei secoli. Oggi abbiamo la possibilità di ricostruire e immaginare alcune di queste altre storie grazie ai documenti d'archivio, soprattutto ai disegni di progetto e all'iconografia storica, quando ancora esistenti. Tuttavia, l'estetica dell'immagine contemporanea, anche grazie alle tecnologie digitali, apre la fruizione dei materiali storico-archivistici a nuove dimensioni. Una potenziale soluzione per soddisfarle aspettative dell'odierna cultura visuale potrebbe prevedere l'integrazione di immagini e modelli digitali da rilievi 3D e documenti storici. Le fonti d'archivio, infatti, possono servire sia come riferimento storico, ad esempio per ricostruire modelli virtuali 3D di progetti mai realizzati, sia come supporto figurativo, per confrontare o manipolare l'iconografia storica e le immagini della realtà odierna. In entrambi i casi, l'integrazione tra iconografia storica e immagini e modelli digitali può seguire diverse declinazioni, come l'approccio evocativo e quello razionale. La rappresentazione evocativa può basarsi, ad esempio, sull'uso di nuvole di punti per creare suggestioni di ambienti urbani mai realizzati, mentre quella razionale può sfruttare la modellazione volumetrica per sovrapporre alla realtà elementi urbani non costruiti. Allo stesso tempo, possiamo evocare inedite atmosfere attraverso la manipolazione di iconografia d'epoca e fotografie, oppure sovrapporre e confrontare razionalmente le rappresentazioni storiche della città con le immagini della città attuale. Lo scopo di questo contributo è quindi quello di presentare un metodo di lavoro a basso costo per creare una nuova iconografia della città, anche basata su modelli digitali esplorabili di un ambiente urbano e dei suoi scenari mai compiuti. La metodologia è sviluppata su Piazza d'Arogno, punto nevralgico del centro storico di Trento, e più specificamente sulla scalinata che collega la piazza ad uno degli assi viari principali della città. In primo luogo, sulla base dell'ampio materiale archivistico già disponibile da precedenti ricerche, abbiamo selezionato i principali documenti relativi al progetto della scalinata, in particolare i disegni artistici che ritraggono il sito prima e dopo l'intervento, nonché gli elaborati grafici e le relazioni tecniche che illustrano le diverse ipotesi di raccordo tra la piazza e la strada. Successivamente, sono stati acquisiti i dati geometrici e colorimetrici con uno strumento di rilievo a basso costo, ovvero una fotocamera 360°. Elaborando i dati acquisiti con il rilievo digitale (fotografie e video sferici), abbiamo generato una nuvola di punti 3D colorata della scala allo stato attuale. I dati metrici e storici sono stati quindi integrati e utilizzati in due modi: per confrontare Piazza d'Arogno prima e dopo il progetto effettivamente compiuto, e per ricostruire il modello 3D delle principali ipotesi progettuali mai realizzate. Entrambe le soluzioni sono state sviluppate seguendo tanto l'approccio razionale quanto quello evocativo. I risultati di questa sperimentazione sono dunque due diversi esempi di modelli 3D esperibili in Realtà Virtuale e Aumentata, e una nuova iconografia urbana da fruire in modo statico o interattivo. In conclusione, questo contributo mostra le potenzialità dell'integrazione di rilievi digitali 3D low-cost e documenti d'archivio per la creazione di nuove rappresentazioni della città, capaci di comunicare razionalmente o evocativamente le sue altre storie.

Introduction

Contemporary cities represent only one of the infinite number of stories that could have taken shape over the centuries. Historical documents are of crucial importance, since they are the only sources of knowledge available to shed light on both realised and unrealised projects. In particular, graphic and iconographic documents, such as technical drawings, maps, prints, and postcards help us to visualise past or imaginary contexts. Despite the universal recognition of the value of these works and their

representation in digital formats as tangible and intangible heritage (UNESCO, 2003), their valorization and their transmission to a wider audience than specialised users remains an open domain in constant growth. In recent decades the need to safeguard heritage from both physical threats and oblivion has directed research in several fields (Brusaporci et al., 2023; Tucci et al., 2023), that involves many competences and still looks for interconnection among them (Pescarin, 2016).
At the same time, contemporary image aesthetics constantly evolves, therefore it is necessary to adapt current methods of representation and fruition in the light of available technologies and seek for new dimensions for the enhancement and use of historical documents and iconography (Quattrini et al., 2016; Banfi et al., 2019; Catana, 2022; Bianconi et al., 2023).
One potential solution to align with today's visual culture could involve integrating digital representation along with historical documents in two ways. Archival sources can be used as figurative support for the comparison of historical iconography and reality. In addition, they can serve as a historical reference for reconstructing 3D virtual models of projects that were never realised, and which through models can be observed from unusual points of view.
The two practices were employed with a common goal: to formally adapt paper bidimensional materials to current visual language, in order to renew the possibilities of using historical iconography and documentation through contemporary media.
Therefore, the purpose of this contribution is to present a low-cost workflow for creating a new digital iconography and explorable digital models of an existing urban environment and its unrealized alternative scenarios. The final goal of the experimentation is to create alternative/complementary outputs that allow for the fruition of both built and unbuilt heritage according to contemporary needs.

Materials and Methods. *Case study and research framework*

The research focuses on the staircase project of Piazza Adamo d'Arogno, a nodal urban spot in the historic centre of Trento. Throughout the entire existence of the *Principato vescovile* [1] in Trento (11th century - 18th century), the urban complex of the Cathedral of S. Vigilio, comprising Piazza d'Arogno, Piazza del Duomo, and the no-longer-existing Piazza Terlago, represented a fundamental centre for the city, both religiously and politically (Bocchi, 1983). Situated on the south side of the cathedral, Piazza d'Arogno was initially used as a cemetery area and later for the lumber trade, hence acquiring the name of "Piazza della Legna", later replaced by "Piazza dietro il Duomo" (Cesarini Sforza, 1896). Nevertheless, the square's significance primarily stems from its location: serving as a passageway for travellers along the Verona-Bolzano route and functioning as a pivotal point between the southeaster parts of the city and Piazza del Duomo.
After centuries of burials and debris accumulation, between 1840 and 1842, Piazza

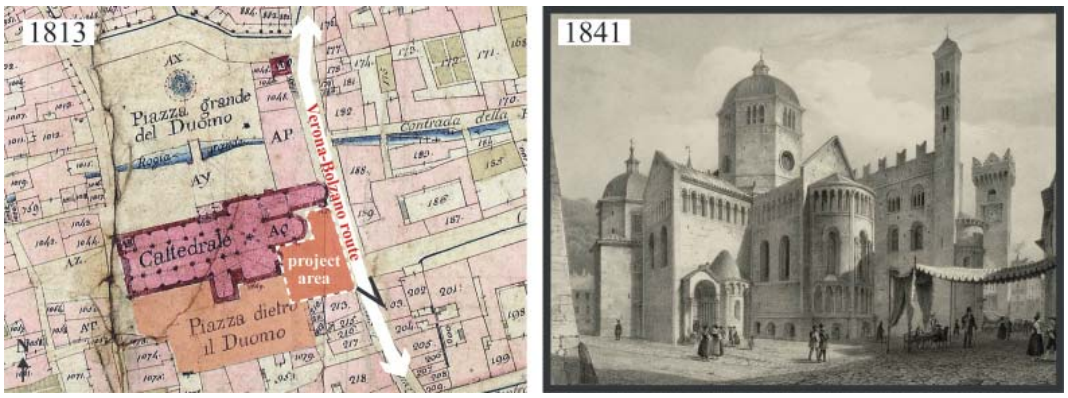


Fig. 2 - On the left: *Pianta della città e dei dintorni di Trento, rilevata nell'anno MDCCCXIII sotto la dominazione francese*, 1813. Archivio Storico del Comune di Trento, 3.8 - IV.65.1891; on the right: J. Arnout, C.J. Billmark, *Duomo di Trento*, 1841, Biblioteca Digitale Trentina, TI 1 f 151 (A.M.'s graphic elaboration).

d'Arogno underwent a design intervention. This involved lowering the ground level to align with the cathedral basement and constructing a connecting staircase between the lowered square and the adjacent road (Maragno & Volpi, 2023; Anderle, 2008) (fig. 2). The events related to this project witnessed the collaboration, and at times, the contrast between District Engineers (*Kreisingenieurs*) and Civic Engineers who were in charge of public projects during the 19th century under the Habsburg government. District Engineers were officials of the District Captaincy, the lower administrative unit of the Central government, while Civic Engineers belonged to the Municipality [2]. The divergence of thought and style between the Civic Engineer Giovanni Rossetti and the District Engineer Floriano Menapace is evident in the drawings depicting various design hypotheses for the staircase (Maragno & Volpi, 2023) (fig. 3).

The selected case study benefits from an interdisciplinary framework of multi-year research, experimentation and dissemination activities focusing on the historic centre of Trento and involving history of architecture, architectural survey and road construction disciplines: from the 2019-23 national research project 'Stone pavements. History, conservation, valorisation and design' (Maragno & Volpi, 2021, 2022, 2023) [3], aimed at analysing and enhancing the roads of significant cultural and aesthetic value that shaped the communication routes of Europe, to the 2021-23 research on Palazzo Pretorio [4], aimed at studying the current configuration of the building by means of geometric surveys and digital representations. In particular, from the first research came the extensive archival knowledge of the history of the place (e.g., project drawings, cost estimates, works contracts, etc.) and from the second research a huge amount of metric data acquired using the latest digital survey technologies (e.g., terrestrial laser scanner, mobile laser scanner, aerial photogrammetry, terrestrial photogrammetry).

In addition, the authors' ongoing doctoral research have contributed, each with their respective skills and interests, to deepening the case study through the theoretical

Fig. 3 - G. Rossetti, *Planimetria della Piazza delle Legne, e della Piazza Terlago aderenti alla Cattedrale di questa Città con Progetto di abbassamento del suo piano, e costruzione di ringhiera e gradinata lungo la Contrada Dietro il Duomo. Visto dall'I.R. Ing. Circolare Menapace*, 24th February 1841. ASCTn, 3.8 - IV.65.1891.

framework on multiscale built heritage representation (Barbini & Chioni, forthcoming), experimentations with low-cost digital surveying techniques (Chioni et al., 2023a), solid and point cloud-based modelling (Barbini, 2021; Bernardini, 2021; Dallagiacoma et al., 2019), and expeditious virtual (Chioni et al., 2023b) and augmented reality environments.

Materials and Methods. *Research exploration*

The methodological approach can be divided into three main steps, corresponding to the main information management activities, namely (i) acquisition, (ii) processing, and (iii) visualisation (fig. 4). First, based on the extensive archival materials already available from the aforementioned research, we selected the main documents related to the staircase project of Piazza d'Arogno. Specifically, two types of historical documents were chosen: artistic drawings depicting the site before and after the design intervention, and project drawings and technical documents outlining the different design hypotheses proposed by Rossetti (G. Rossetti, 24th February 1841, ASCTn, 3.8 - XI.363.1843) and Menapace (F. Menapace, 8th March 1842, ASCTn, 3.8 - XI.363.1843). Then, geometric and RGB data about the staircase were acquired with

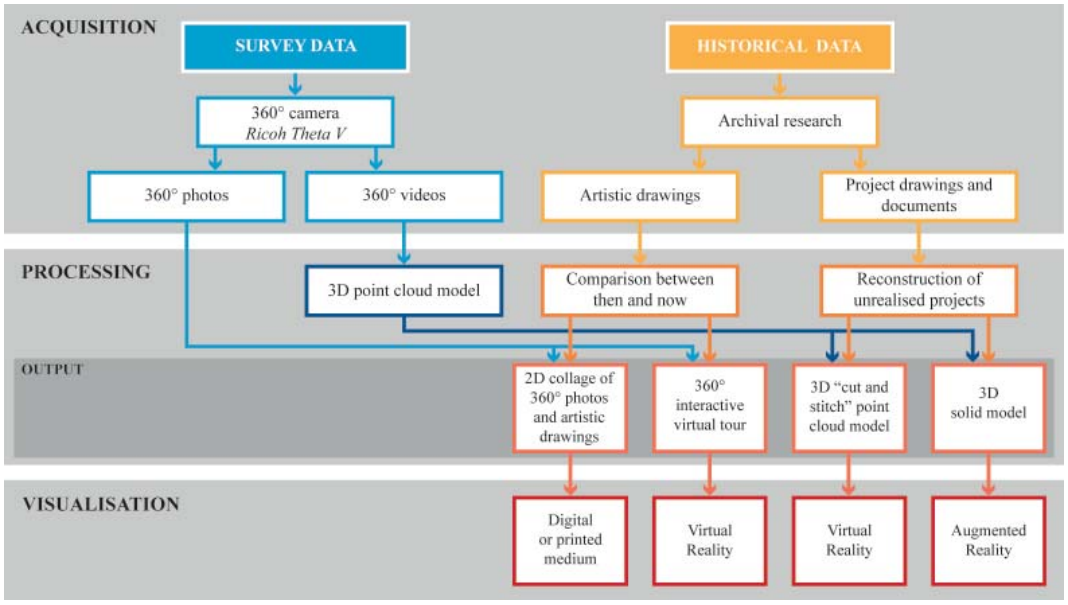


Fig. 4 - Workflow of the research exploration (A.M.'s graphic elaboration).

a low-cost surveying tool, such as a Ricoh Theta V 360° camera (fig. 5). With the 360° camera, we captured both spherical photos and videos, which were used to process through photomodelling a coloured 3D point cloud of the existing staircase as it is, scaled with previously acquired measures.

The survey raw data (spherical images and videos) and processed data (3D point cloud model) were integrated with the different types of archive documents acquired (artistic images and project drawings) and utilised in two different ways. In one case, we employed historical artistic images as a figurative reference for comparing Piazza d'Arogno before and after the completed project (fig. 1, left); in the second case, we used the project drawings as historical sources to reconstruct the 3D model of the main design hypotheses that were never realised (fig. 1, right). In both cases, the integration between historical iconography and digital images and models followed different declinations, such as the evocative and the rational approach.

With reference to the comparison between then and now, on the one hand, historical postcards and spherical images were mutually integrated to evoke suggestive new atmospheres. Namely, elements of the current context (ie., street pavement and sidewalks) were extracted from the spherical images and superimposed on the historical version of the same scene by means of digital photomontage using the open-source software Gimp (https://www.gimp.org/, accessed on 8 January 2024) (fig. 1a). On the other hand, to rationally compare historical representations of the city with the current reality, we created a virtual tour of Piazza d'Arogno. With the software Pano2VR (https://ggnome.com/pano2vr/, accessed on 8 January 2024) we inserted historical images of the square before and after the project as interactive hot-spots within a series

Fig. 5 - Digital survey campaign (C.C.'s photograph and A.M.'s graphic elaboration).

of spherical images (Paris, 2022) (fig. 1b).
Concurrently, we choose to develop 3D digital models pursuing two paths: from one side, an evocative representation based on the use of point clouds to create suggestions of urban environments; from the other side, a rational representation exploits volumetric modelling to overlay unbuilt urban elements on reality. In the first case, a new 'drawing-based' coloured 3D point cloud, representing the unrealised design hypothesis of the double staircase (G. Rossetti, 24th February 1841, ASCTn, 3.8 - XI.363.1843), was created by manipulating (ie., cutting and stitching) in the open-source software CloudCompare (https://www.danielgm.net/cc/, accessed on 8 January 2024) the point cloud resulting from the spherical photogrammetry procedure (Urech et al., 2020) (fig. 1c); in the second case, a 3D model of the never realised double convergent staircase (F. Menapace, 8th March 1842, ASCTn, 3.8 - XI.363.1843) was created via solid modelling in the commercial software Autodesk Revit (https://www.autodesk.it/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription, accessed on 8 January 2024), using the survey data as reference to properly position and size the model (fig. 1d).

Results

The outcomes of this experimentation combining 3D digital surveys and archival research are 2D collages, interactive 360° virtual tours, and 3D models – reality-based coloured 3D point cloud of the existing staircase, 'drawing-based' coloured 3D point cloud of the unrealised double staircase, 3D solid model of the unrealised double convergent staircase – that can be experienced, the firsts, through digital/printed media (fig. 6a) and, the seconds and the thirds, in Virtual Reality (fig. 6b-6c) and Augmented Reality (fig. 6d).
2D collages resulted in static images that can be printed or seen on digital devices. These synthesise in a single view information of the same context in different periods.

Fig. 6 - Different stories of Piazza d'Arogno in Trento. Collage by E.B., photos by C.C. (A.M.'s graphic elaboration).

At the same time they provide a new reading of the historical iconography, brought to life thanks to the interaction with present features. Interactive 360° images can be explored through virtual tours, both immersive or on monitor. Moving inside the spherical images allows previous states to be visualised while maintaining reference to the current state.

To contribute to the knowledge of architectural projects for Piazza d'Arogno that have never been built, facilitating the sharing of digital surveys and 3D reconstructions, the choice of the environments to be implemented for the exploration of these models depended on the characteristics of the models themselves. The coloured point cloud lends itself more to a realistic immersive visualisation (VR) to create suggestions of unreal urban environments, while the untextured solid model fits to be overlaid on reality (AR) to add historical information in the existing urban environment. The first case, whose virtual environment has been created with the free Twinmotion real-time visualisation tool (https://www.twinmotion.com/en-US/home, accessed on 8 January 2023), is designed for a remote fruition of the project through a workstation and a VR headset (in our case, the Oculus Meta Quest 2); on the other hand, the solid model has to be experienced directly on site with a portable device (ie., smartphone, tablet) equipped with an AR app (in our case, UniteAR: https://www.unitear.com/, accessed on 8 January 2023) by scanning a QR code or framing a target image.

Discussion and outlooks

In conclusion, this contribution shows the potential of combining low-cost 3D digital survey with archival documents for the creation of visual outputs to rationally or emotionally experience other stories. The various outputs of the experimentation support new ways of experiencing architectural heritage, enhancing the communicative power of archival documents through different fruition forms. In particular exploiting the potential of digital technologies, several forms of visual storytelling can be developed to communicate historical data. These visual experiences can be particularly valuable both for a generic audience and for specialists interested in the built heritage or its history

and development. This contribution focuses on two main strategies highlighting the possibility of differently involving the observer according to the adopted representation and the fruition form. The first strategy exploits the evocative potential of coloured survey, raw and processed, data (e.g. panorama pictures and point clouds), in one case to superimpose current survey data to archival images representative of the past, in the other case to offer a suggestive and immersive experience to the user, showing an unrealized project. The second strategy is based on visual data overlapping, in one case enriching panorama pictures of the current environment with archival images representing analogues views, in the other case exploiting the synthesis power of a conceptual solid model to offer a rational representation of 'another story' comparable with the real environment directly onsite through an AR application. The development of different strategies made it possible to increase awareness on the potential and limitations of each tested approach. In particular, considering the reconstruction of unrealized projects, the authors privileged expeditious workflows that could maximise the exploitation of available data. For example, for the Augmented Reality application a conceptual 3D solid model has been developed. Adequate project designs and survey data allow this process to be replicated in different contexts. In general 3D modelling could also lead to a higher visual fidelity, but this would require further detail development, such as for example the application of realistic texture to the model surfaces. Conversely, the 3D model obtained through the manipulation of the surveyed point cloud offers a higher visual fidelity, but this process is viable only for design alternatives presenting a high similarity with the current scenario. The combination of the four solutions allows the local community, as well as virtual and physical tourists to access both the scenarios of the past and alternative versions of the present.

Notes

[1] The *Principato vescovile* was an ecclesiastical state led by a prince-bishop. This government was established in Trento in 1027 by the Holy Roman Emperor Conrad II and persisted until Napoleon's invasion in 1796 (Bocchi, 1989).

[2] Between 1796, following the voluntary departure of the prince-bishop from Trento, and 1813, the year of Trentino's re-annexation to the House of Habsburg, a series of military occupations and provisional administrations ensued. The administrative reorganisation of 1815 witnessed the division of Tyrol and Vorarlberg into seven districts, among them the District of Trento. Simultaneously, city governance was assigned to the *Magistrato politico-economico*, an institution comprising a Chief Magistrate and eight councillors. Both the District Captaincy of Trento and the *Magistrato politico-economico* boasted several officials, including engineers, collectively entrusted with all matters pertaining to construction, urban development, hydro-geological planning of the territory, and the construction and maintenance of roads and bridges (Maragno & Volpi, 2022, 2023).

[3] 'Stone pavements. History, conservation, valorisation and design' (2019-23) was a national research project (PRIN 2017) financed by MIUR (Ministry of Education, Universities and Research). The core of the project involved the ability to analyse Roman infrastructural artefacts, and in general the roads of significant cultural and aesthetic value that shaped the communication routes of Europe, using contemporary tools designed for modern infrastructure networks. The main partners of the project were

Sapienza University of Rome, Federico II University of Naples, Consiglio Nazionale delle Ricerche, and the University of Trento-DICAM (research unit's associated investigator Prof. Cristiana Volpi).

[4] The research on Palazzo Pretorio started in 2021 by the Museo Diocesano Tridentino in collaboration with the Department of Literature and Philosophy and the Departments of Civil, Environmental and Mechanical Engineering of the University of Trento, the Municipal Library, the Archivio Storico del Comune di Trento, and the Superintendency of Cultural Heritage. The investigation aimed at reconstructing an interpretative framework of the various transformations that the building has undergone over time. This was achieved through the information obtained from an accurate digital survey, the study of construction stratifications, and the analysis of archival sources.

Acknowledgments

The authors acknowledge the Laboratory of Architectural Modelling and Analysis Representation and Communication (LAMARC) from the University of Trento-DICAM for technical and instrumental support at all stages of this research, and the staff of the Archivio Storico del Comune di Trento (ASCTn) for guiding the archival research and for sharing documents and historical iconography. The authors would also like to thank: Giovanna A. Massari from the University of Trento-DICAM and LAMARC scientific coordinator for her theoretical-methodological input to this research and for operatively reviewing, editing, and supervisioning the present text; Cristiana Volpi from the University of Trento-DICAM for sharing her knowledge on the history of Trento in the 19th century and for overseeing all documentary research; Raffaele Mauro from the University of Trento-DICAM for coordination and scientific support as part of the project 'Stone pavements. History, conservation, valorisation, and design' (PRIN 2017); and Starlight Vattano from the University of Trento-DICAM for her help in setting the Virtual and Augmented environments.

Attributions

Conceptualization, A.M., A.B., E.B. and C.C.; methodology, software, data acquisition, data curation, and writing, A.M., A.B., E.B. and C.C.; *Introduction*, E.B.; *Materials and Methods. Case study and research framework*, A.M.; *Materials and Methods. Research exploration*, A.M., E.B. and C.C.; *Results*, C.C.; *Discussion and outlooks*, A.B. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

References

Anderle, M. (2008). Il rinnovo della scena urbana nella prima metà dell'Ottocento. In D. Primerano & S. Scarrocchia (Eds.), *Il Duomo di Trento tra tutela e restauro 1858-2008* (pp. 23-33). Museo Diocesano Tridentino, TEMI.

Banfi, F., Brumana, R., & Stanga, C. (2019). Extended reality and informative models for the architectural heritage: from scan-to-BIM process to virtual and augmented reality. *Virtual Archaeology Review*, *10*(21), 14-30. https://doi.org/10.4995/var.2019.11923

Barbini, A. (2021). Integrazione automatizzata e parametrica di oggetti BIM in un contesto urbano. Automatic and parametric integration of BIM objects in an urban context. In T. Empler, A. Caldarone, & A. Fusinetti (Eds.), *3D MODELING & BIM: Digital Twin 3* (pp. 128-142). DEI s.r.l. Tipografia del Genio Civile.

Barbini, A., & Chioni, C. (forthcoming). Reality VS Virtual Modeling. From Building to Landscape Heritage Representation. *Cultural Heritage and New Technologies 26 Conference Proceedings.*

Bernardini, E. (2021). Tecniche di rappresentazione e modellazione per il progetto sul patrimonio del Novecento. In T. Empler, A. Caldarone, & A. Fusinetti (Eds.), *3D MODELING & BIM: Digital Twin 3* (pp. 176-193). DEI s.r.l. Tipografia del Genio Civile.

Bianconi, F., Filippucci, M., Cornacchini, F., Meschini, M., & Mommi, C. (2023) CULTURAL HERITAGE AND VIRTUAL REALITY: APPLICATION FOR VISUALIZATION OF HISTORICAL 3D REPRODUCTION. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, *XLVIII-M-2-2023*, 203-210. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-M-2-2023-203-2023, 2023

Bocchi, R. (1989). *Trento. Interpretazione della città*. Arti grafiche Saturnia.

Bocchi, R., & Oradini, C. (1983). *Le città nella storia d'Italia. Trento*. Laterza.

Catana, L., D'Acunto, G., & Vattano, S. (2022). Archive Drawing in Digital Reconstructions. Unbuilt Venice in Cannaregio Ovest (1978). *TRIA*, *15*(1), 19-40. https://doi.org/10.6093/2281-4574/9252

Cesarini Sforza, L. (1991). *Piazze e strade di Trento (1896)*. U.C.T..

Chioni, C., Maragno, A., Pianegonda, A., Ciolli, M., Favargiotti, S., & Massari, G. A. (2023a). Low-Cost 3D Virtual and Dynamic Reconstruction Approach for Urban Forests: The Mesiano University Park. *Sustainability*, *15*, 14072. https://doi.org/10.3390/su151914072

Chioni, C., Murtiyoso, A., Favargiotti, S., & Massari, G. A. (2023b). LOW-COST WORKFLOW FOR 3D URBAN FOREST VIRTUAL RECONSTRUCTION. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, *XLVIII-1/W2-2023*, 1723-1728. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-1-W2-2023-1723-2023

Dallagiacoma, M., Maragno, A., & Massari, G. A. (2019). Projects to save the sites of salvation. In *World heritage and legacy. Culture, Creativity, Contamination. Proceedings of XVII International Forum Le Vie dei Mercanti, Naples - Capri, 6-7-8 June 2019* (pp. 705-714). Gangemi Editore.

Herban, S., Costantino, D,. Alfio, V. S., & Pepe, M. (2022). Use of Low-Cost Spherical Cameras for the Digitisation of Cultural Heritage Structures into 3D Point Clouds. *Imaging*, *8*(1), 13. https://doi.org/10.3390/jimaging8010013

Maragno, A., & Volpi, C. (2021). *Dove Trento cammina. Nascita e sviluppo delle pavimentazioni stradali in porfido a Trento nella prima metà del Novecento*. Edizioni Efesto.

Maragno, A., & Volpi, C. (2022). Il ruolo degli Ingegneri Circolari e degli Ingegneri Civici a Trento nella prima metà dell'Ottocento. In S. D'Agostino, F. Romana d'Ambrosio Alfano, & E. Manzo (Eds.), *History of Engineering/Storia dell'Ingegneria. Proceedings of the 5th International Conference/Atti del 9° Convegno Nazionale* (pp. 613-626). Cuzzolin.

Maragno, A., & Volpi, C. (2023) *Dove Trento s'ingegna. Il ruolo degli ingegneri nello sviluppo della città di Trento nel corso del XIX secolo*. Edizioni Efesto.

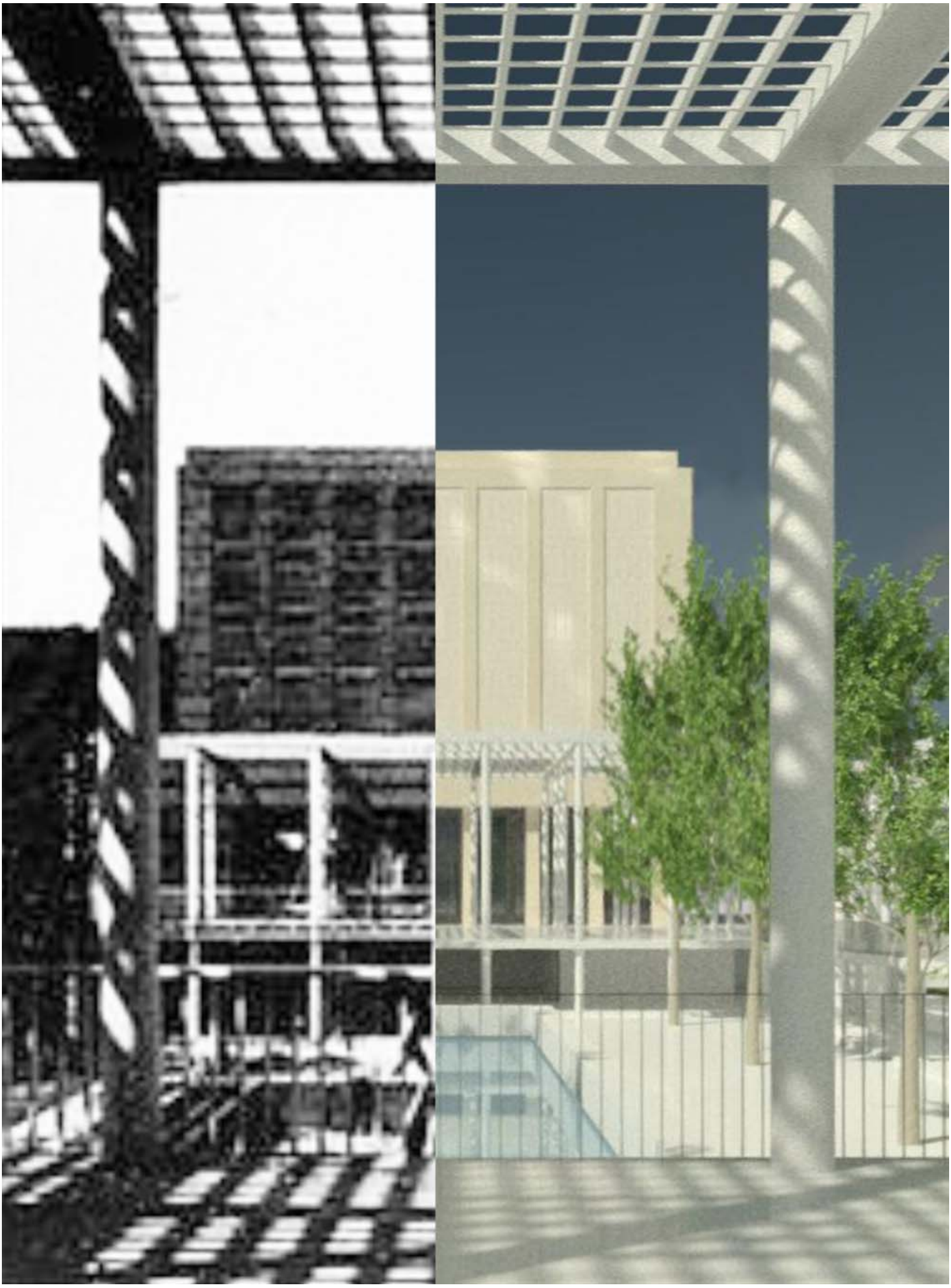
Paris, L. (2022). Virtual tour. Anywhere and nowhere. In C. Battini, & E. Bistagnino (Eds.), *Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers* (pp. 1797-1804). FrancoAngeli.

Pescarin, S. (2016). Digital heritage into practice. *SCIRES*, *6*(1), 1-4. http://dx.doi.org/10.2423/i22394303v6n1p1

Quattrini, R., Pierdicca, R., Frontoni, E., & Barcaglioni, R. (2016). VIRTUAL RECONSTRUCTION OF LOST ARCHITECTURES: FROM THE TLS SURVEY TO AR VISUALIZATION. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, *XLI-B5*, 383-390. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLI-B5-383-2016

Tucci, G., Balletti, C., Bonora, V., Fassi, F., Spanò, A., Parisi, E. I., Previtali, M., & Sammartano, G. (2023) DOCUMENTING, UNDERSTANDING, PRESERVING CULTURAL HERITAGE. HUMANITIES AND DIGITAL TECHNOLOGIES FOR SHAPING THE FUTURE: PREFACE. *ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, *X-M-1-2023*. https://doi.org/10.5194/isprs-annals-X-M-1-2023-1-2023

Urech, P.R.W., Dissegna, M.A., Girot, C., & Grêt-Regamey, A. (2020). Point cloud modeling as a bridge between landscape design and planning. *Landscape and Urban Planning*, *203*, 103903. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103903



Realtà estesa all'eredità architettonica perduta. Il sistema di accesso meridionale alla Mostra d'Oltremare

Pedro G. Vindrola[1], Erika Elefante[1], Giuseppe Antuono[1], Pierpaolo D'Agostino1

[1] Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale, Università degli Studi di Napoli Federico II

erika.elefante@unina.it; giuseppe.antuono@unina.it; pierpaolo.dagostino@unina.it

Parole chiave: Patrimonio culturale; Documentazione storica; Modellazione; Fruizione aumentata; Realtà estese / *Cultural heritage*; *Historical documentation*; *Modelling*; *Augmented use*; *Extended reality.*

Abstract

In un contesto di progresso delle tecniche e delle tecnologie per la digitalizzazione dei beni culturali, l'utilizzo dei modelli informativi digitali favoriscono oggi la conoscenza e lo studio delle stratificazioni storiche e l'analisi degli aspetti formali-percettivi e geometrico-decorativi degli elementi che concorrono alla monumentalità dell'opera stessa. Allo stesso tempo queste tecnologie, insieme ai più avanzati linguaggi digitali di comunicazione ed esplorazione XR (*Extended Reality*), possono avere un impatto altamente positivo sulla divulgazione del patrimonio, democratizzando così la transizione digitale e insieme reinventando le frontiere della conoscenza, favorendo l'accessibilità delle opere di architettura del passato anche per una categoria di utenti non specialistici che diventano parte integrante di un'esperienza caratterizzata da diversi livelli di interattività e immersività.
In questa direzione, il contributo esemplifica l'attività di ricerca svolta sul complesso della Mostra d'Oltremare di Napoli, in particolare sui suoi ingressi meridionali, in gran parte distrutti durante il secondo conflitto mondiale o trasformati a seguito delle trasformazioni resesi necessarie nel dopoguerra. Oggi rimangono solo alcune parti architettoniche degli originari padiglioni che conformavano i sistemi di accesso meridionali, prossimi all'ex funivia fascista che collegava la parte alta della città al sistema verde della Mostra d'Oltremare.
Lo scopo di questo studio è quello di esplorare e ricreare l'intricata relazione tra le architetture della Mostra e il sistema di accesso e collegamento alla città, con lo sviluppo di un sistema informativo multidimensionale, che integra dati fotogrammetrici aggiornati e documenti cartografici e iconografici storici. In questo modo, è stato possibile ricreare digitalmente l'eredità intangibile di elementi architettonici e figurativi che sono andati perduti nel tempo. Così, il modello digitale può svolgere un ruolo centrale nella memoria del nostro patrimonio storico, per rileggere le sequenze temporali sfruttando le potenzialità delle tecnologie XR, offrendo una fusione tra reale e virtuale senza soluzione di continuità. Un'esperienza in cui le immagini digitali sono ibridate nella realtà, sia aprendo le analisi specialistiche e ricostruttive a un pubblico più ampio, proprio del turismo virtuale, che sperimentando un vero e proprio dialogo sensoriale tra la realtà e la propria immaginazione, costruendo nuove frontiere dell'emozione, e del sapere.

In the context of the progress of techniques and technologies for the digitization of cultural heritage, the use of digital information models today facilitates the understanding and study of historical stratifications, along

Fig. 1. Confronto tra foto storica al 1940 e ricostruzione digitale del Padiglione dell'Africa Orientale in una vista in direzione del Cubo d'Oro (AA. VV., 1940b); elaborazione grafica degli autori).

with the analysis of the formal-perceptual and geometric-decorative aspects of the elements contributing to the monumentality of the work itself. Simultaneously, these technologies, along with the most advanced digital communication and exploration languages XR (Extended Reality), can have a highly positive impact on the dissemination of heritage, democratising the digital transition and reinventing the frontiers of knowledge. This favors accessibility to architectural works of the past, even for non-specialist users who become integral parts of an experience characterized by different levels of interactivity and immersion. In this direction, the contribution exemplifies the research activity carried out on the Mostra d'Oltremare *complex in Naples, in particular on its southern entrances, largely destroyed during the Second World War or transformed as a result of the post-war transformations.*
Today, only a few architectural parts of the original pavilions remain, forming the southern access systems, close to the former fascist ropeway that connected the upper part of the city to the green system of the Mostra d'Oltremare.
The purpose of this study is to explore and recreate the intricate relationship between the architectures of the Exhibition and the system of access and connection to the city, with the development of a multidimensional information system, which integrates updated photogrammetric data and historical cartographic and iconographic documents. This way, it was possible to digitally recreate the intangible legacy of architectural and figurative elements that have been lost over time. Thus, the digital model can play a central role in the memory of our historical heritage, to re-read the time sequences by harnessing the potential of XR technologies, offering a seamless fusion between real and virtual. An experience in which digital images are hybridized with reality, opening up specialist and reconstructive analyses to a wider audience, typical of virtual tourism, and experiencing a real sensory dialogue between reality and one's imagination, building new frontiers of emotion and knowledge.

Introduzione. Verso una realtà pluridimensionale delle configurazioni perdute o sovrascritte.

Metaverso, realtà virtuale, realtà aumentata, scienza dei dati, sono parole chiave in un mondo in continua evoluzione che sta cambiando il modo in cui viviamo e interagiamo con il patrimonio culturale (Dieck & Jung, 2018), favorendo la divulgazione e la diffusione della conoscenza (Empler, 2018). L'avvento delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) promuove sempre più la creazione di banche dati fruibili non più come semplici sistemi informativi, ma come veri e propri contenitori di immagini e rappresentazioni tridimensionali.
Tale imperante traduzione digitale è ancora più sentita per i contesti storicizzati, dei quali la società è sempre più sensibile perché manifestazioni materiali e immateriali dell'identità collettiva (ICOMOS, 1975). In tale contesto, il livello di maturità e le potenzialità delle tecnologie proprie della *Extended Reality* (XR) stimolano la sperimentazione di nuovi approcci di modellazione e integrazione delle informazioni in scenari virtuali utili ad ampliare la lettura spaziale delle strutture esistenti (Parrinello et al., 2016), anche nelle sue configurazioni perdute o sovrascritte.
Numerose sono le ricerche che affrontano l'ambiente immersivo e la rappresentazione interattiva nell'ambito della divulgazione del patrimonio culturale (Giordano et al., 2022), anche nelle diverse fasi sequenziali di trasformazione nel tempo (Antuono et al., 2023), favorendo l'impatto comunicativo-esperienziale e stimolando, in realtà aumentata (AR) e virtuale (VR), un maggiore coinvolgimento degli utenti per percorsi interattivi e scale di rappresentazione differenziate.

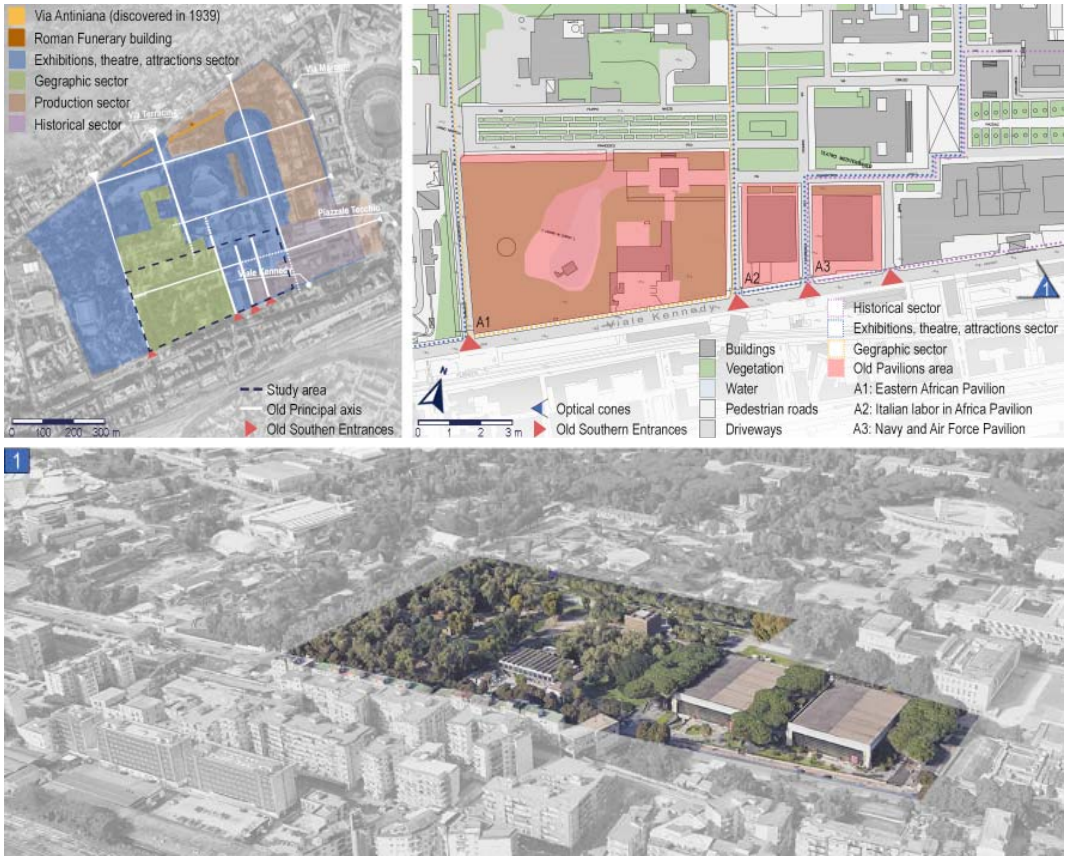


Fig. 2. Inquadramento territoriale dell'area di studio. In alto a sinistra, Mostra d'Oltremare con indicazione dei settori, assi principali e ingressi originari; in alto a destra, tematizzazione dello stato attuale dei luoghi; in basso, vista aerea dell'area di studio (AA. VV., 1940a); Archivio Mostra d'Oltremare; elaborazione grafica degli autori).

Verso tale direzione, l'attività di ricerca condotta sul complesso della Mostra d'Oltremare di Napoli ha rappresentato l'occasione per rivelare l'originaria configurazione dell'area di accesso meridionale (fig. 2), gravemente danneggiata dai bombardamenti del secondo conflitto mondiale (Siola, 1990). Sono poche e frammentarie le tracce architettoniche delle originarie configurazioni d'ingresso al complesso espositivo che, secondo un progetto di connessione improntato sulla permeabilità, accoglievano il flusso di visitatori provenienti dal suggestivo percorso in quota della funivia Posillipo Alto-Mostra, dismessa pochi anni dopo.

Per rileggere il progetto di connessione tra il nucleo meridionale del complesso espositivo e il territorio circostante, mortificato da scelte urbanistiche ed edilizie che hanno determinato una erronea interpretazione del suo significato e dei suoi stessi principi fondativi, i processi di rilievo e documentazione hanno costituito la base informativa per la modellazione e lo sviluppo di una piattaforma di fruizione digitale, anche a distanza, per rileggere la *facies* originaria dei percorsi e dei manufatti residuali, in buona parte inaccessibili, incompresi o misconosciuti al pubblico (fig. 3).

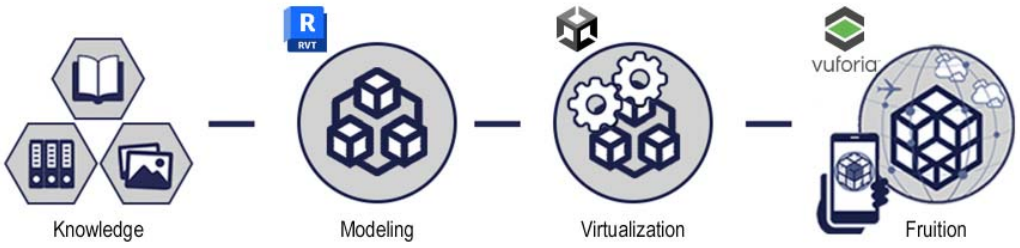


Fig. 3. Schema metodologico della sperimentazione: a partire dalle fonti storiche è stata ricostruita la conformazione originaria dei padiglioni di ingresso, resi fruibili digitalmente attraverso un processo di virtualizzazione (elaborazione grafica di P. D'Agostino).

L'area di accesso meridionale alla Mostra d'Oltremare. Tracce e immagini della memoria.

L'attività di ricerca condotta sul complesso della Mostra d'Oltremare di Napoli è diventata l'occasione per strutturare un modello informativo integrato, come supporto preferenziale alla fruizione dei dati in AR (fig. 3), attraverso cui esplorare le forme e i motivi architettonici dei percorsi di accesso meridionali al Complesso espositivo.
Il Complesso, inaugurato dal governo fascista il 9 maggio 1940 come Esposizione Tematica Universale (AA. VV., 1940a) nel quadrilatero compreso tra le odierne via Terracina, via Nuova Agnano, viale Kennedy e via Guglielmo Marconi, vide costituirsi secondo un progetto nato nel dialogo e nella collaborazione fra le arti (Biancale, 1941), con attenzione alla costruzione geometrico-figurativa dell'area espositiva e pubblica, e a partire da alcune direttrici dell'armatura del 'parco verde' che descrivevano sul recinto i principali punti di accesso al sito (Siola, 1990). Sono in particolare gli ingressi a sud a svolgere una funzione di primo piano nell'accogliere i visitatori provenienti dal percorso in quota della nuova funivia Mostra-Posillipo Alto, realizzata per collegare il Parco della Bellezza – oggi Parco Virgiliano – con il complesso espositivo. Gli eventi bellici, la conseguente ricostruzione degli inizi degli anni Cinquanta e, quindi, quanto seguito al terremoto del 1980 hanno comportato significative alterazioni della concezione originaria del progetto prebellico, con la conseguente riduzione delle permeabilità di accesso al sito, la perdita di complementarità tra le parti del sistema architettonico a sud e, parimenti, l'alienazione delle direttrici meridionali di accesso alla Mostra. Al giorno d'oggi, le tracce dell'originarie strutture, realizzate da alcuni dei protagonisti della cultura architettonica italiana dell'epoca (Aveta et al., 2021), sono modeste, con taluni elementi architettonici residuali che non mostrano più la dimensione e l'espressività delle opere originarie dal fondamentale ruolo simbolico. Ne sono un esempio le stazioni e due delle tre suggestive torri della suddetta funivia, progettata da Giulio De Luca, le quali, "come giganti di cemento a braccia tese" (Antuono & Papa, 2019), svettano su un paesaggio urbano prodotto della densificazione avvenuta nella seconda metà del XX secolo. Un esempio di archeologia infrastrutturale che conduceva al sistema di accessi aperti lungo viale Kennedy tra i padiglioni destinati a ospitare

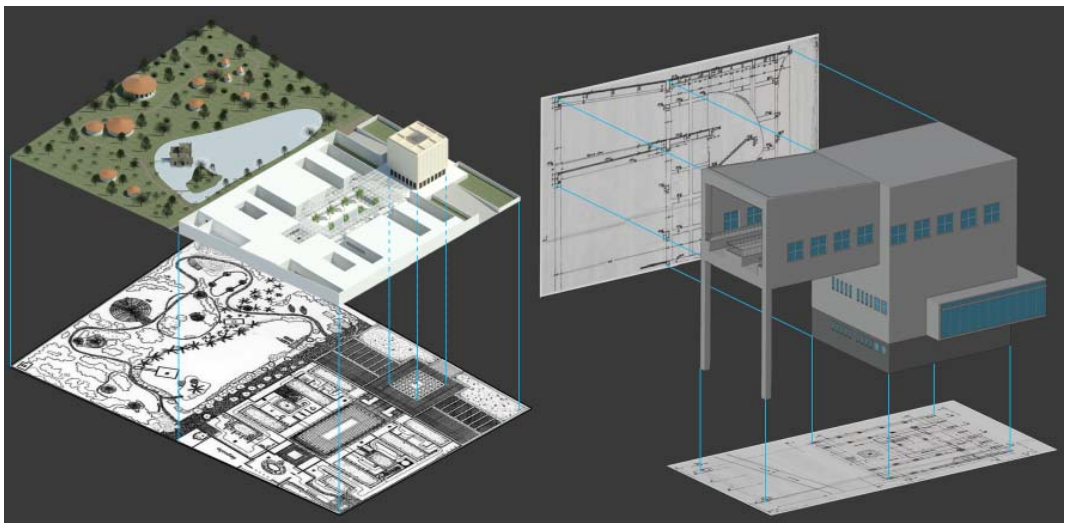


Fig. 4. Ricostruzione digitale del Padiglione dell'Africa Orientale, a sinistra, e della Stazione Mostra dell'ex funivia fascista Mostra-Posillipo Alto, a destra, a partire dalla documentazione storiografica del 1940 (elaborazione grafica di G. Antuono).

le Mostre dell'Africa Orientale Italiana (A.O.I.), del Lavoro Italiano in Africa e della Marina e dell'Aeronautica. In una configurazione radicalmente mutata, permangono oggi solo alcuni manufatti del settore A.O.I., ovvero l'architettura-scultura del Cubo d'Oro, di ispirazione neo-egizia, e il vasto parco dedicato ai Villaggi Indigeni dove, al lato del suggestivo Castello dei Bagni di Fasilades, si ritrovano gli elementi residuali di una chiesa copta.

Così, per rileggere le configurazioni originarie de "l'ultimo e forse il più efficace esempio dell'evoluzione delle rappresentazioni coloniali italiane" (Mclaren, 2011), l'analisi comparativa della documentazione storiografica dello *status quo ante,* con i dati digitali di rilevamento dell'area in esame, ha favorito la ricostruzione digitale della memoria storica dei luoghi (fig. 4). La testimonianza più significativa è rappresentata dalle fotografie scattate in occasione della sua inaugurazione, veicolate mediante la ricca pubblicistica promossa tra il 1938 e il 1941, nonché dai disegni di progetto o dalle numerose riprese video dell'Istituto Luce e dal patrimonio di immagini dell'archivio di Federico Patellani (Capano, 2016; Belli, 2016), grazie alle quali è possibile scorgere inconsueti scorci, utili a validare o confutare nel digitale le precedenti ipotesi ricostruttive, da cui i modelli digitali originari (Giammusso, 2014).

Il modello digitale delle *facies* originarie. Interpretazione e immagini degli originari percorsi.

In questo percorso di lettura e ricerca, gli strumenti della rappresentazione digitale applicati al *Cultural Heritage*, stimolano la sperimentazione di nuovi approcci di modellazione e integrazione delle informazioni in scenari virtuali utili a ricostruire la

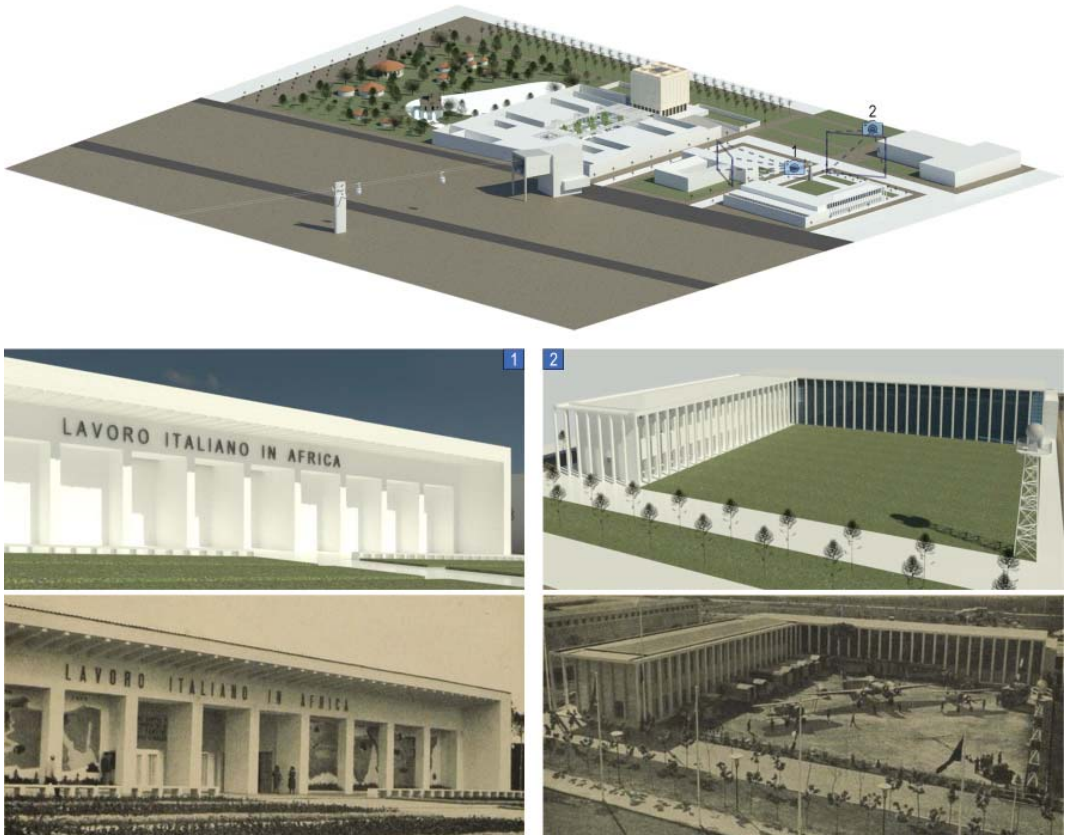


Fig. 5. Ricostruzione digitale del fronte meridionale di accesso alla Mostra d'Oltremare con le vedute del Padiglione del Lavoro Italiano in Africa, 1, e del Padiglione della Marina e dell'Aeronautica, 2, nelle *facies* originarie al 1940 (AA. VV., 1940b); elaborazione grafica di E. Elefante).

configurazione originaria dei padiglioni del fronte meridionale della Mostra (figg. 4, 5). L'interpretazione delle fonti storiografiche è la prima fase per accrescere i dati cognitivi sulle strutture residuali, creando le condizioni per raccogliere dati fondamentali al processo di 'retroprogettazione' (Verdiani, 2017) e ricostruzione digitale filologica attendibile delle originarie matrici architettoniche. Per ricondurre gli episodici elementi residuali a un disegno preordinato e unitario, il *rubbersheeting* polinomiale di adattamento delle cartografie storiche ha favorito la strutturazione di un sistema informativo integrato utile a ricostruire l'assetto planimetrico-architettonico originario. In particolare, grazie alla complementarità dei dati estratti dal database marine-geo.org è stato ricreato in *Blender GIS* il Modello Digitale di Elevazione (DEM) dell'area in esame e, attraverso una '*Subdivision Surface*' e un '*Displacement*', è stato riprodotto un *Digital Surface Model* (DSM) parametrico e preliminare alla successiva fase di *texturing* delle immagini cartografiche storiche. L'immagine planimetrica è stata associata al piano di proiezione in *visual scripting*, in modalità '*Shader*', verificando il *rubbersheeting* delle *features* e ottenere un risultato finale più accurato gestito attraverso il controllo delle coordinate UV del DSM.

A seguire, a partire dai disegni di progetto e grazie alla mappatura dei *marker* relativi al repertorio di vedute aeree e terrestri disponibili, la metodologia ha approfondito la specifica configurazione tridimensionale in *Blender* delle originarie architetture di collegamento e accesso alla Mostra. Il confronto con i dati di rilevamento digitale ha favorito ad esempio la ricostruzione dei manufatti della Stazione Mostra e dei piloni della funivia. Per gli altri edifici, stante un *corpus* documentario limitato alle sole vedute storiche, è stata adottata un'altra strategia di modellazione, sfruttando in particolare lo strumento *freeware Fspy* per recuperare, attraverso i principi della geometria proiettiva, i punti di fuga di tre direzioni reciprocamente ortogonali, così da abbinare la presa fotografica alla visione tridimensionale del piano cartesiano a partire dal quale ricostruire quelle forme rappresentate nelle vedute a completamento di quelle superstiti. Così, nella verifica del piano di inquadramento complessivo, hanno trovato collocazione tutti gli elementi dell'asse di collegamento in quota sud-nord, a partire dalla Stazione Posillipo.
Un itinerario di 'architettura razionale' di circa 1629 m di estensione lineare, e per un dislivello di circa 104 m, che accompagnava il visitatore ai viali di accesso delimitati dai padiglioni del fronte meridionale che però bene assorbivano la mancata ortogonalità di viale Kennedy rispetto alla maglia espositiva tracciata da Marcello Canino. In particolare, un primo accesso, collocato in asse alla Stazione Mostra, delimitava verso est il Padiglione dell'Africa Orientale, appartenente al Settore Geografico del complesso espositivo (fig. 5); un luogo nel luogo, nell'"esaustiva documentazione del più importante possedimento d'oltremare" (Pagano, 1990, p. 126), realizzato intorno al Cubo d'Oro da cui si snodava un percorso di passerelle, sostenute da piccoli pilastri a sezione circolare con frangisole realizzato in pannelli grigliati, che consentivano l'accesso ai sette piccoli padiglioni dedicati alle colonie italiane del Corno d'Africa – Eritrea, Somalia, Harar, Hamar, Galla e Sidama, Scioa (Labanca, 2002); un percorso espositivo che si estendeva a occidente, fino al limite di un secondo ingresso, comprendente il Bagno di Fasilides, caratterizzato dalle suggestive copie di uno dei Castelli di Gondar e di un villaggio composto da una Chiesa copta, *tucul* (Ascione, 2021, p. 154), *hudmò* e *ghebì* (Palomba, 2021 p. 572). Si può immaginare come il visitatore dovesse essere coinvolto in atmosfere continuamente mutevoli. La vegetazione rappresentava un *leitmotiv* unificante del percorso espositivo (Piccinato, 1977) e costituiva l'elemento cardine anche per il percorso di accesso compreso tra il Settore Mostre Varie e il Settore Storico, racchiuso dai padiglioni del Lavoro Italiano in Africa, realizzato su progetto dell'architetto fiorentino Gherardo Bosio (Riccardo, 1940), e dal padiglione della Marina e dell'Aeronautica di Bruno La Padula, caratterizzato da uno scheletro strutturale eletto a motivo dominante della composizione (Gravagnuolo, 2021, p.182). Seppure la documentazione, frammentaria e lacunosa, non ci permetta una ricostruzione puntuale delle ambientazioni interne ai padiglioni, si evince un'idea-guida per la quale architettura e paesaggio dovevano coesistere in una unica esperienza totalizzante, oggi rivissuta nel tridimensionale e nell'iterazione digitale AR (Vlachos et al., 2022) (fig. 6).

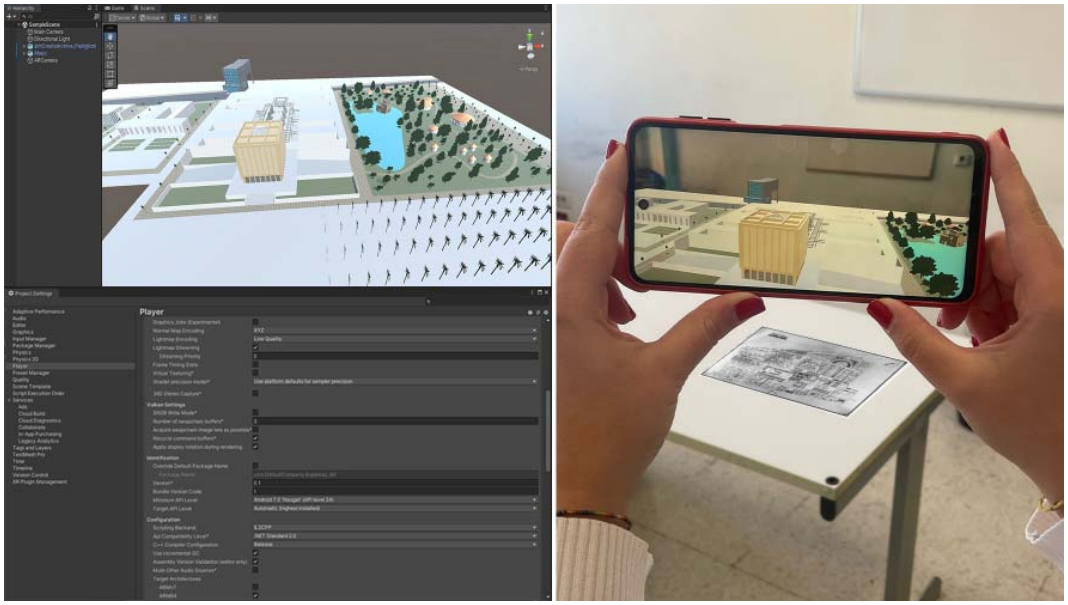


Fig. 6. Esemplificazione della fruizione aumentata in *Image Target* del modello ricostruttivo dell'area di studio (elaborazione grafica di P.G. Vindrola).

Dal modello all'esplorazione aumentata. Un percorso di suggestione.

Per promuovere la diffusione dei modelli di accesso al limite meridionale della Mostra, attraverso strumenti *open-source*, è stata predisposta un'applicazione AR (Ausonio et al., 2019; D'Agostino et al., 2022) (fig. 6) che favorisce la conoscenza e la fruizione virtuale di una porzione significava del progetto architettonico originario. L'esperienza AR è stata realizzata in *Unity* con il plugin opensource *Vuforia Engine*, usato per settare un'applicazione *standalone*. L'applicazione permette di aumentare la realtà con il modello digitale tramite un *Image Target*. Il motore grafico di *Unity* consente di implementare sia modelli tridimensionali che linguaggi di programmazione per la creazione e la personalizzazione di strumenti. Il primo passo è stato infatti quello di importare i modelli delle architetture dell'area di studio, per elementi separati. In *Vuforia*, è stato configurato l'*Image Target*, attraverso il portale *web Vuforia Developer Portal*, per posizionare e orientare gli oggetti virtuali ricostruiti virtualmente in relazione alle immagini del mondo reale quando queste vengono visualizzate attraverso la fotocamera di un dispositivo mobile. *Vuforia* permette di avviare l'esperienza di realtà aumentata dal riconoscimento di specifiche immagini, in questo caso una planimetria storica. Il progetto, sviluppato per dispositivi mobili Android, è stato pensato in modo che l'utente possa installare facilmente l'app sul proprio smartphone. La configurazione dell'applicazione e la definizione delle impostazioni del *Player* per la corretta fruizione dell'esperienza AR (D'Agostino et al., 2022) sono state predisposte all'interno di *Unity*. Per la configurazione di Android, nell'impostazione dei *Players*, è stata scelta una versione minima API (*Application Programming Interface*) di livello 7.0 (API 24).

Per la fase di creazione della scena, che si vuole mostrare nell'esperienza AR, sono stati aggiunti gli oggetti *Vuforia Engine – Image Target* e *AR Camera*. Per questo esempio, la configurazione di base della *AR Camera* era sufficiente. In particolare, l'*Image Target* è stato impostato nel portale online di *Vuforia* a partire da un'immagine, in questo caso la planimetria storica del caso studio. Successivamente, l'*Image Target*, è stato scaricato dal database del portale in un formato compatibile con il motore grafico *Unity*. Una volta importato nel progetto, l'*Image Target* permette di scalare correttamente il modello digitale in relazione all'immagine. Questa procedura ha inoltre la funzione di posizionare il sistema di coordinate virtuale nell'ambiente reale.
L'esperienza offre la possibilità di osservare un contesto digitale compatibile con quello reale (fig. 6), dettagliato anche di taluni elementi come le cabine e i cavi della funivia. Così, attraverso un'esperienza AR, si immagina di percorrere il tragitto della funivia in cui l'utente può osservare il *concept* progettuale dei padiglioni che delimitavano i viali di accesso meridionale alla Mostra. L'itinerario poi si arricchisce delle molteplici suggestioni che si susseguono dal Padiglione della Marina e dell'Aeronautica sino alle singolari ambientazioni dell'area destinata ai villaggi indigeni del Padiglione dell'Africa Orientale. Un'ambientazione dove all'organico e sinuoso tracciato ricreato all'ombra di una ricca vegetazione del villaggio indigeno, che non poco stupore suscitarono nei visitatori, si contrappone il disegno regolare della maglia viaria di delimitazione ai padiglioni, con filari di pini che tratteggiano gli accessi sul limite meridionale del sito. Ne conseguiva un sistema geometricamente ben definito, in cui il Cubo d'Oro "si leva[va] quasi a mezz'aria nello sfondo dei colli flegrei" (AA. VV., 1940b, p. 54.) mostrando la sua tessitura in mosaici di tesserine dorate, in un ricco repertorio costruttivo degli altri padiglioni realizzati con telai in cemento armato, murature in pietre di tufo, pareti vetrate, *brise-soleil*, lucernai in vetrocemento (Amore, 2021, p.223), evidenziando – anche dal punto di vista tecnologico – l'originalità e la specificità dei manufatti di delimitazione degli ingressi meridionali (Cupelloni, 2017).

Conclusioni e sviluppi futuri

L'integrazione dei dati eterogenei analogico-digitali con quelli geometrici e topografici, rappresenta un'opportunità per costruire l'ordine di significato e condivisione di molte delle architetture perdute della Mostra d'Oltremare. In particolare, la ricostruzione digitale (Trizio et. al. 2021) condotta sui principali ingressi meridionali al sito testimonia un passato ricco di valori che va preservato e trasmesso anche attraverso l'applicazione delle tecnologie XR (Bekele et al. 2018; Plecher et al. 2019). Questi i primi risultati di una ricerca più ampia che mostrano come i termini accessibilità, multimedialità, interattività, divertano tutte forme a cui tendere per trasmettere in varia forma le caratteristiche e le trasformazioni di un luogo, diventando forza attrattiva per il turismo virtuale e motore di azioni consapevoli per la gestione del patrimonio architettonico esistente.

Crediti

Lo studio si inquadra in una ricerca attualmente in corso sugli originari ingressi del complesso Espositivo della Mostra d'Oltremare. Il contributo, frutto del lavoro comune degli autori, è stato sviluppato nell'ambito delle attività del REMLab del DICEA dell'Università degli Studi di Napoli Federico II. P. D'Agostino è autore del paragrafo 'Introduzione. Verso una realtà pluridimensionale delle configurazioni perdute o sovrascritte'. E. Elefante è autrice del paragrafo 'L'area di accesso meridionale alla Mostra d'Oltremare. Tracce e immagini della memoria'. G. Antuono è autore del paragrafo 'Il modello digitale delle facies originarie. Interpretazione e immagini degli originari percorsi', P. Vindrola è autore del paragrafo 'Dal modello all'esplorazione aumentata. Un percorso di suggestione'. Il paragrafo 'Conclusioni e sviluppi futuri'0 è in comunione tra gli autori.

Riferimenti bibliografici

AA.VV. (1940a). Prima Mostra Triennale delle Terre italiane d'Oltremare, Napoli 9 maggio-15 ottobre 1940 XVIII. Documentario. Edizioni della Mostra d'Oltremare, Napoli.

AA.VV. (1940b). La Triennale d'Oltremare. Napoli. Rivista Municipale, 3-4, 42-66.

Amore, R. (2021). Vulnerabilità sismica e restauro strutturale del moderno nella Mostra d'Oltremare. In A. Aveta, A. Castagnaro, & F. Mangone (Eds.), *La Mostra d'Oltremare nella Napoli occidentale. Ricerche storiche e restauro del moderno* (pp. 223-228). FedOA - Federico II University Press.

Antuono, G., Cundari, M.R., Cundari, G.C., & Bagordo, G.M. (2023). Survey, Data Analysis and Modeling Raphael's Stables in Villa Farnesina, Rome. *Heritage, 6*, 4243-4262.

Antuono, G., & Papa, L. M. (2019). An abandoned ropeway in the urban landscape. In G. Pellegri (Ed.), *De_Sign. Environment Landscape City 2019* (pp. 135-144). Genova University Press.

Ascione, P. (2021). Costruire per la Mostra: sperimentazione e pensiero tecnico tra progresso e autarchia. In A. Aveta, A. Castagnaro, & F. Mangone (Eds.), *La Mostra d'Oltremare nella Napoli occidentale. Ricerche storiche e restauro del moderno* (pp. 149-158). FedOA - Federico II University Press.

Ausonio, E., Federici, B., Battini, C., & Ferrando, I. (2019). Potenzialità dei software Free e/o Open Source per la modellazione, gestione e fruizione di entità 3D. In *Geomatics Workbooks, vol. 14*, 4-20.

Aveta, A., Castagnaro, A., & Mangone, F. (Ed.) (2021). *La Mostra d'Oltremare nella Napoli occidentale. Ricerche storiche e restauro del moderno*. FedOA - Federico II University Press.

Bekele, M. K., Pierdicca, R., Frontoni, E., Malinverni, E. S., & Gain, J. (2018). A survey of augmented, virtual, and mixed reality for cultural heritage. J*ournal on Computing and Cultural Heritage, 11*(2), 1-36.

Belli, G. (2016). Un altro sguardo: Federico Patellani (1911- 1977) e la Mostra Triennale delle Terre Italiane d'Oltremare. In A. Berrino & A. Buccaro (Eds.). *Delli Aspetti de paesi. Vecchi e nuovi Media per l'immagine del Paesaggio, Tomo I* (pp. 593-602). Cirice.

Biancale, M. (1941). La prima mostra Triennale delle terre italiane d'Oltremare. *Le Arti. Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo - Bollettino d'Arte 1940-1941 - I (ottobre-novembre - Anno III)*, 54-57.

Capano, F. (2016). Gli archivi fotografici per la Storia dell'architettura e del paesaggio. *Eikonocity, 1*, 19-36.

Cupelloni, L. (Ed.) (2017). *Materiali del moderno. Campo, temi e modi del progetto di riqualificazione*. Gangemi.

Dal Pozzo Gaggiotti, A. (1940). La prima Mostra Triennale delle Terre Italiane d'Oltremare a Napoli. *Emporium, XCII,* 548, agosto 1940, 57-59.

D'Agostino, P., Menéndez-Díaz, A., Antuono, G., Martínez-Chao, T. E., & Vindrola, P.G. (2022). Ranged Segmentation of Slope Model for Spatial Analysis. In S. Gerbino, A. Lanzotti, M. Martorelli, R. Mirálbes Buil, C. Rizzi, & L. Roucoules (Eds.), *Advances on Mechanics, Design Engineering and Manufacturing IV* (pp. 873–883). Springer.

D'Agostino, P., Antuono, G., & Vindrola, P.G. (2022). Modelli visivi aumentati di collezioni zoologiche scientifiche. Un'esperienza di fruizione al museo universitario MUSA. *Diségno, 11*, 211-222.

Dieck, M. C., & Jung, T. (2018). A theoretical model of mobile augmented reality acceptance in urban heritage tourism. *Current Issues in Tourism, 21*(2), 154-174.

Empler, T. (2018). Traditional Museums, virtual Museums. Dissemination role of ICTs. *DisegnareCon, 11* (21), 13.1-13.13.

Giammusso, F. M. (2014). La ricostruzione virtuale come strumento per l'analisi storica dell'architettura. *INFOLIO, 31*, 43-46.

Giordano, A., Russo, A., & Spallone, R. (Eds.) (2022). *Representation Challenges: New Frontieres of AR and AI Research for Cultural Heritage and Innovative Design*. FrancoAngeli.

Gravagnuolo, B. (2021), Qualità e significati dell'impianto urbano immerso nel grande parco. In A. Aveta, A. Castagnaro, & F. Mangone (Eds.) (2021). *La Mostra d'Oltremare nella Napoli occidentale. Ricerche storiche e restauro del moderno* (pp. 181-184). FedOA - Federico II University Press.

ICOMOS. European Charter of Architectural Heritage. 1975. <http://www.icomos.org/en/charters-and-texts/ 179-articles-en-francais/ressources/charters-and-standards/170-european-charter-of-the-architectural-heritage> (ultimo accesso 1 dicembre 2023).

Labanca, N. (2002). *Oltremare. Storia dell'espansione coloniale italiana*. Il Mulino.

Mclaren, B. L. (2011). Rappresentazioni coloniali e nascita della politica imperiale fascista. In G. Arena (Ed.), *Visioni d'Oltremare. Allestimenti e politica dell'immagine* (pp. 28-29). Edizioni Fioranna.

Palomba, D. (2021). Rappresentazione di luoghi lontani. I villaggi indigeni e il Bagno di Fasilides. In

A. Aveta, A. Castagnaro, & F. Mangone (Eds.) (2021). *La Mostra d'Oltremare nella Napoli occidentale. Ricerche storiche e restauro del moderno* (pp. 571-578). FedOA - Federico II University Press.

Pagano, L. (1990). 1940 – Padiglioni dell'Africa Orientale Italiana: Mario Zanetti, Luigi Racheli, Paolo Zella Milillo. In U. Siola (Ed.), *La Mostra d'Oltremare e Fuorigrotta* (p. 126). Electa.

Parrinello, S., Picchio, F. & Bercigli, M. (2016). La 'migrazione' della realtà in scenari virtuali: Banche dati e sistemi di documentazione per la musealizzazione di ambienti complessi. Musei virtuali dell'architettura e della città. *Disegnarecon, 9* (17), 14-19.

Piccinato, L. (1977). L'architettura del verde e delle fontane alla mostra Triennale delle Terre d'Oltremare a Napoli. In L. Piccinato (Ed.), *Scritti vari 1925-1974, 1975-1977* (pp. 693-705). S. n. t.

Plecher, D. A., Wandinger, M., & Klinker, G. (2019). Mixed reality for cultural heritage. In R. Teather, Y. Itoh, J. Gabbard, F. Argelaguet, A-H. Olivier, D. Keefe (Eds.), *Proceedings 26th IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces, VR 2019* (pp.1618–1622). IEEE.

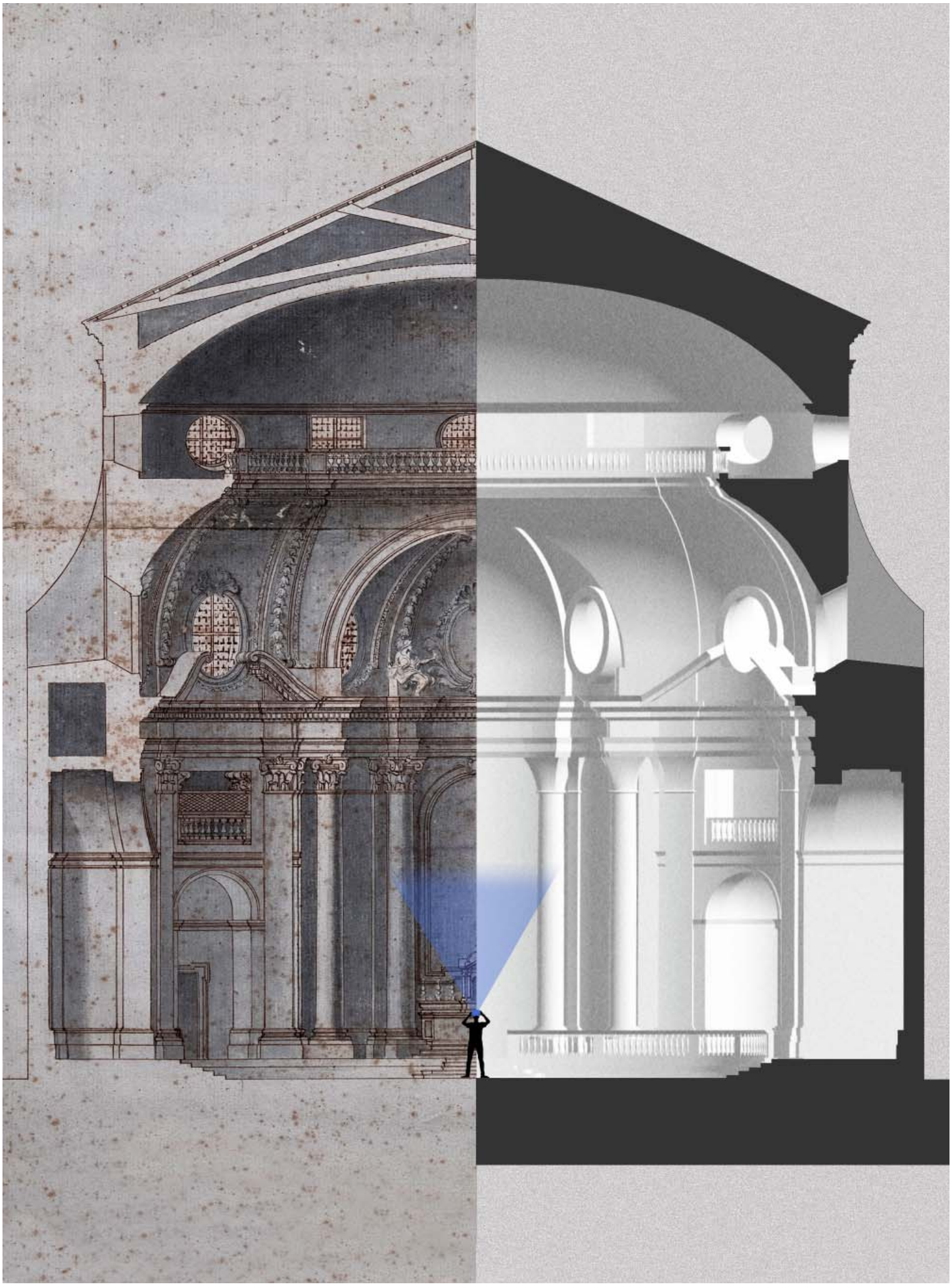
Riccardo, R. (1940). Padiglione del lavoro italiano in Africa alla Fiera Triennale delle Terre d'Oltremare. Napoli, 1940. In R. Renzi (Ed.), *Gherardo. Bosio. Opera completa 1927-1941* (pp. 272-273). Edifir.

Siola, U. (1990). *La Mostra d'Oltremare e Fuorigrotta*. Electa

Trizio, I., Demetrescu, E., & Ferdani, D. (2021). *Virtual reconstruction and restoration. Comparing methodologies, practices, and experiences. Disegnarecon, 14* (27), ed1-ed8.

Verdiani, G. (2017). *Retroprogettazione Metodologie ed Esperienze di Ricostruzione 3D Digitale per il Patrimonio Costruito*. Dida Press.

Vlachos, A., Perifanou, M., & Economides, A. A. (2022). Augmented Reality Applications for Urban Cultural Heritage Sites: An Overview. In M. Chang, N-S Chen, M. Dascalu, D. Sampson, A. Tlili, A. Trausan-Matu (Eds.), *2022 International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (pp. 322-324). IEEE.



Esplorazione immersiva dello spazio disegnato di Andrea Pozzo. La chiesa non realizzata di San Tommaso di Canterbury

Flavia Camagni[1], Marco Fasolo[1], Elisa Guarino[1]

[1]Sapienza Università di Roma – Dipartimento di Storia, disegno e restauro dell'architettura, Roma, ITALY

flavia.camagni@uniroma1.it; marco.fasolo@uniroma1.it; elisa.guarino@uniroma1.it

Parole chiave: Patrimonio architettonico irrealizzato; Ricostruzione tridimensionale; Realtà Virtuale; Esperienza immersiva; Rappresentazione / *Unbuilt architectural heritage*; *3D modeling*; *Virtual Reality*; *Immersive experience*; *Drawing*.

Abstract

Il contributo intende proporre una riflessione sul rapporto tra i disegni d'architettura e la percezione della stessa. Superato il concetto di zeviana memoria che vedeva nella rappresentazione i limiti per una compiuta esperienza spaziale dell'architettura, la pratica percettiva di quest'ultima trova nella Realtà Virtuale una possibilità per esaltare il potere della fantasia sollecitata dal disegno.
L'utilizzo di un modello tridimensionale navigabile mediante esperienza immersiva può agevolare l'utente che ha meno familiarità nel visualizzare e nel ricostruire la complessità architettonica guidandolo nella messa a sistema delle informazioni derivanti dal disegno. Al tempo stesso per il fruitore più esperto nella lettura di un'architettura risulta un ottimo strumento di comparazione rispetto alla naturale ricostruzione mentale fatta a partire proprio dalla sintesi grafica delle tavole.
Nel caso in cui l'architettura non sia più esistente, oppure mai costruita, l'uso di questo tipo di rappresentazione assume ancora più importanza per l'impossibilità di fare questa esperienza e confronto attraverso il modello reale. Difatti la Realtà Virtuale dà la possibilità di esplorare il modello e di percorrere sia l'interno che l'esterno dell'edificio come se lo stesso fosse stato realmente costruito, potendo cioè esperire dal punto di vista percettivo lo spazio architettonico.
Lo studio proposto intende realizzare, a partire dai disegni autografi, un modello tridimensionale visualizzabile in VR della chiesa di San Tommaso di Canterbury progettata da Andrea Pozzo, restituendo così alla comunità come asserisce Bösel "una delle più spettacolari creazioni architettoniche dell'artista".
La ricostruzione digitale del progetto è desunta dall'attenta analisi dei disegni canonici di Pozzo per la chiesa sopracitata "la pianta e l'elevazione di dentro e di fuori" ci permettono di risalire all'idea progettuale dell'architetto. Queste importanti testimonianze grafiche, infatti, forniscono tutte le informazioni necessarie per la realizzazione di un modello tridimensionale.
Lo scopo della sperimentazione è quello di sfruttare le potenzialità della rappresentazione mediante la Realtà Virtuale per permettere la percezione dello spazio architettonico progettato da Pozzo, come se il fruitore si trovasse al suo interno.
Per valutare a pieno le potenzialità dello strumento selezionato sono stati progettati due tipi di sistemi, entrambi immersivi ma che si differenziano per livello di autonomia dell'utente nella fruizione dello spazio. Il primo, qui chiamato Realtà Virtuale Vincolata (Costrain Virtual Reality – CVR), prevede

Fig. 1 - L'utilizzo delle nuove tecnologie per la trasposizione del disegno all'esperienza digitale.

che l'utente possa osservare lo spazio muovendosi attraverso un percorso composto da punti di vista privilegiati. L'altro sistema, definito Realtà Virtuale Interattiva (Interactive Virtual Reality – IVR), consente all'utente di muoversi liberamente all'interno dello spazio digitale, ciò si traduce con la possibilità di spostare in piena autonomia il punto di vista virtuale all'interno del modello, rendendolo interamente esplorabile.

This paper aims to offer a reflection on the relationship between architectural drawings and the perception of architecture. The experience in Virtual Reality gives the opportunity to enhance the power of imagination stimulated by the drawing and allows to overcome the concept of Zevisian memory in which the representation was considered limiting for a complete spatial experience of architecture.
The use of a navigable 3d model through immersive experience can facilitate less experienced users in visualizing and reconstructing architectural complexity, leading them on the systematization of information derived from the drawing. At the same time, for more experienced users in reading architecture it becomes an excellent tool for comparison with respect to the natural mental reconstruction based on the graphic synthesis of drawings.
When the architecture no longer exists or it was never built, the use of this type of representation becomes even more important due to the impossibility to have this experience through the real model. In fact, Virtual Reality provides the opportunity to explore the model and to move inside and outside of the building as if it had actually been constructed, facilitating the perception of the architectural space.
Through an extensive work on autographed drawings, the proposed study aims to create a VR accessible three-dimensional model of the Church of San Tommaso di Canterbury designed by Andrea Pozzo, thus giving back to the community one of the most spectacular architectural creations of the artist, as asserted by Bösel.
The digital reconstruction of the project is derived from a careful analysis of Pozzo's canonical drawings of the church just mentioned: the plan and elevation from inside and outside, which allow us to trace the architect's design idea. These important graphic testimonies provide all the necessary information for the creation of a three-dimensional model.
The purpose of the experimentation is to exploit the potential of representation through Virtual Reality to allow the perception of the architectural space designed by Pozzo, as if the user were inside it.
To fully evaluate the potential of the selected tool, two types of systems have been designed, both immersive but different for the user's level of autonomy in his movement through the space. The first allows the user to observe the space by moving through a path composed of privileged viewpoints. The other system allows the user to move freely within the digital space, translating into the ability to autonomously move the virtual viewpoint within the model, making it entirely explorable.

Introduzione

Lo studio qui presentato vuole proporre una riflessione sul rapporto tra i disegni d'architettura e la percezione della stessa o, meglio, tra i disegni di progetto e la trasmissione conoscitiva che questi grafici evocano nella loro osservazione.
Non si intende in questa sede ribadire l'assodato primato del disegno nella fase ideativa e realizzativa insita nel processo progettuale, quanto soffermarci sulla opportunità di affiancare ai disegni, cosiddetti tradizionali, altre forme contemporanee di analisi al fine di poter avvicinarci il più possibile al pensiero dell'architetto progettista (fig. 1).
Superato ormai il concetto di zeviana memoria che vedeva nella rappresentazione i limiti per una compiuta esperienza spaziale dell'architettura (Zevi, 1962), la pratica percettiva di quest'ultima trova nella Realtà Virtuale una possibilità per esaltare il potere della fantasia sollecitata dal disegno.
L'utilizzo di un modello tridimensionale navigabile mediante un'esperienza immersiva può agevolare sia l'utente che ha meno familiarità nel visualizzare e nel ricostruire

Fig. 2 - I disegni autografi di Andrea Pozzo per la chiesa di San Tommaso di Canterbury.

la complessità architettonica, guidandolo nella messa a sistema delle informazioni derivanti dal disegno, sia il fruitore più esperto impegnato nella lettura di un'architettura, configurandosi come un ottimo strumento di comparazione rispetto alla naturale ricostruzione mentale fatta a partire proprio dalla sintesi grafica delle tavole.
Nel caso in cui l'architettura non sia più esistente, oppure mai costruita, l'uso di questo tipo di rappresentazione assume ancor più importanza per l'impossibilità di fare questa esperienza e confronto attraverso il modello reale. Difatti la Realtà Virtuale offre la possibilità di esplorare il modello e di percorrere sia l'interno che l'esterno dell'edificio come se lo stesso fosse stato realmente costruito, potendo cioè esperire dal punto di vista percettivo lo spazio architettonico.
Un efficace esempio su cui sperimentare quanto detto ci è offerto dai disegni autografi che Andrea Pozzo eseguì per il progetto, mai realizzato, della chiesa di San Tommaso di Canterbury a Roma. L'analisi di questi disegni, la successiva e conseguente costruzione di un modello tridimensionale visualizzabile in VR, assumeranno la valenza di restituire alla comunità, come asserisce Richard Bösel, "una delle più spettacolari creazioni architettoniche dell'artista" (Bösel, 2010).
Andrea Pozzo, oltre ad essere stato un pittore di fama, un valente scenografo, un maestro di prospettiva, ha assunto anche con sapienza il ruolo di architetto ritagliandosi un originale spazio nel panorama culturale del barocco (Fasolo, Mancini 2019). L'artista trentino, noto soprattutto per le sue pitture illusorie nella chiesa di Sant'Ignazio, ha disegnato e progettato moltissime architetture, la maggior parte delle quali sono presenti solo nelle pagine del suo trattato e non hanno mai visto realizzazione. Tra i progetti non realizzati, uno estremamente interessante sia per le scelte architettoniche che per la raffinata esecuzione dei disegni autografi è quello per la Chiesa di San Tommaso di Canterbury (fig. 2).
L'esigenza, da parte dei gesuiti, di ammodernare il loro complesso romano del Collegio Inglese li spinse a intraprendere anche la costruzione di una nuova chiesa. L'incarico

fu affidato ad Andrea Pozzo che proprio in quegli anni era impegnato presso il collegio in qualità di pittore, pertanto, il progetto si potrebbe datare tra il 1694 e il 1706 (Richardson, 2011). La chiesa purtroppo non venne eretta, probabilmente per mancanza di fondi o per una non comprensione dell'audacia barocca presentata dal suo autore. Di questo progetto non v'è traccia esplicita nel suo celebre trattato ad eccezione per un passo: il testo che descrive la figura 88 della Parte Seconda sviluppata in tre disegni (Pozzo, 1700).
Scrive Pozzo: "Ho stimato bene farvi vedere questi tre disegni che contengono la pianta e l'elevazione di dentro e di fuori di una Chiesa di mia invenzione, che in Roma non fù messa in opera per la troppa spesa …". Potrebbero queste parole essere riferite al progetto per la chiesa di San Tommaso di Canterbury?
Certo, i disegni presenti nel trattato non sono, né si avvicinano, a quelli di cui ci occupiamo, questi, potrebbero descrivere una "invenzione" progettuale che poi ha trovato un diverso esito, d'altronde è lo stesso Pozzo che esorta i lettori "acciò considerandola vi apra la mente d'inventar cose simiglianti, tanto per occasione di fabricare…", pensiero rivolto ad altri ma anche a se stesso nel momento in cui elabora una nuova versione del progetto per la chiesa.
E qui ritornano alla mente le parole di Franco Purini: "Uno degli strumenti di analisi del paesaggio, delle città e delle architetture che prediligo è il disegno, che per me è l'espressione di una teoria o dei suoi frammenti. Disegnare esige una disciplina severa, configurandosi al contempo come una preghiera laica intensa e motivata. Per me disegnare è anche attivare un laboratorio nel quale sperimentare temi e motivi nuovi. Nella mia concezione dell'architettura, in sintesi, il disegno non è semplice strumento ma è prima di tutto il luogo nativo di un'idea, poi memoria del processo progettuale e infine comunicazione delle scelte compiute. Il tutto nella convinzione, oggi sicuramente minoritaria, che l'architettura sia un'arte che deve, o dovrebbe, avere come risultato una bellezza capace di rinnovarsi epoca dopo epoca. Quella bellezza che per Stendhal era una "promessa di felicità" (Purini, 2019).
I tre disegni del trattato, così come quelli per la chiesa di San Tommaso rappresentano gli edifici in pianta, prospetto e sezione, rispecchiando pertanto i dettami raffaelliani: "Il disegno adunque degli edifici si divide in tre parti, delle quali la prima è la pianta, o vogliamo dire disegno piano, la seconda è la parte di fuori con li suoi ornamenti, la terza è la parete di dentro pur con li suoi ornamenti" (Raffaello, 1519).

Dai disegni al modello tridimensionale della chiesa

I disegni autografi per il progetto di San Tommaso, conservati presso il Venerabile Collegio Inglese, sono contenuti su tre fogli, con orientamento verticale, di dimensioni 54x40 cm circa.
Pozzo adotta una serie di interessanti scelte rappresentative che in tre tavole permettono di sintetizzare in maniera esaustiva la complessità dell'edificio barocco (Fasolo et

al. 2020). Per la rappresentazione del progetto sono state adoperate matita, penna, inchiostro marrone e acquerello grigio; quest'ultimo è utilizzato per effetti chiaroscurali nelle rappresentazioni in alzato e per le campiture dei muri sezionati in pianta. Nel retro del foglio che ospita il disegno della pianta, è annotato "Disegno di F. Pozzo / p[er] nostra Chiesa". Ciascuno dei tre disegni riporta in basso a sinistra la scala grafica espressa in palmi (Richardson, 2011).

La scelta rappresentativa della pianta comunica un doppio messaggio: l'edificio, sezionato con un piano orizzontale a circa 16 palmi da terra, mostra gli elementi "visibili" al di sotto del piano di sezione sul lato destro e la proiezione degli elementi al di sopra sul lato sinistro. Questo approccio è riscontrabile anche nelle tavole per i progetti per San Giovanni in Laterano e in altre tavole presenti nel trattato (Pozzo, 1700). Pozzo utilizza un'espediente simile nel disegno della sezione verticale: nella parte inferiore, la balaustra che separa l'ambiente centrale dall'ambulacro rialzato è rappresentata solo nella metà destra del disegno, consentendo di visualizzare gli elementi retrostanti nella parte sinistra. In questo modo Pozzo descrive la spazialità della chiesa attraverso doppie convenzioni grafiche in ciascun disegno (Fasolo et al. 2020).

La capacità di comunicare diversi livelli di informazione in un singolo disegno è sfruttata da Pozzo per indicare la presenza delle aperture in pianta, situate nell'abside e nella facciata. Ciò che inizialmente potrebbe sembrare un ripensamento o un errore si rivela essere la proiezione delle finestre superiori, altrimenti non visibili alla quota della pianta.

Sono inoltre visibili segni di costruzione a matita, come l'asse longitudinale, e i fori di compasso lasciati da Pozzo durante la costruzione dell'impianto geometrico. Nel disegno della sezione, è possibile individuare segni che consentono la ricostruzione degli archi di circonferenza che delineano la sezione delle due calotte e il centro dell'arcone che collega la calotta inferiore dello spazio centrale alla volta del presbiterio. Identificare e analizzare queste tracce di costruzione è cruciale per comprendere la genesi geometrica del progetto (fig. 3).

In particolare, lo spazio centrale si basa su un ovale a quattro centri, quelli sull'asse trasversale chiaramente visibili costituiscono il punto di riferimento per molti elementi dell'ambiente ovale. Ad esempio, le cappelle, in cui l'impianto ovale è facilmente leggibile a causa della semplicità dei volumi, sono posizionate sugli assi radiali rispetto ai centri precedentemente menzionati e sono strutturate su un ovale a quattro centri, simile a quello dello spazio centrale. È interessante notare come la balaustra che circonda l'ambulacro non sia impostata sugli stessi centri dell'ovale principale: se gli archi di circonferenza minori rimangono coerenti con l'intero impianto, i centri degli archi maggiori hanno un raggio di dimensione minore, questo genera un ovale con un aspetto più schiacciato e non completamente concentrico con il precedente.

La ricostruzione digitale del progetto è desunta dall'analisi dei disegni canonici di Pozzo "la pianta e l'elevazione di dentro e di fuori" che ci permettono di risalire all'idea progettuale. Queste importanti testimonianze grafiche, infatti, forniscono tutte le

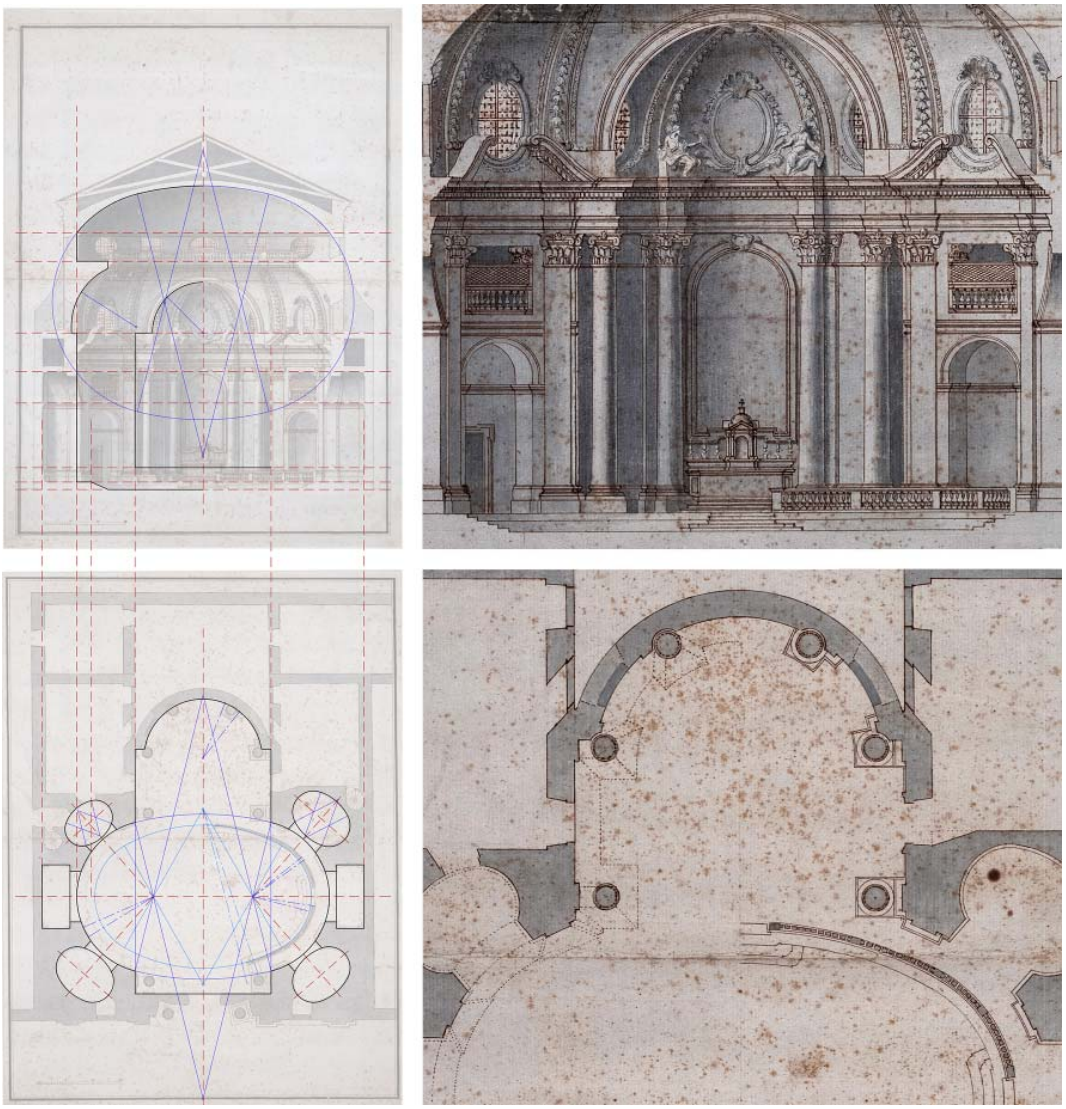


Fig. 3 - Studio dell'impianto geometrico sui disegni di Andrea Pozzo per la chiesa di San Tommaso (sx); dettaglio dei disegni con doppio sistema di lettura (dx).

informazioni necessarie per la realizzazione di un modello tridimensionale.
L'eccezionale dettaglio dell'apparato decorativo nei disegni è affiancato da una gestione rappresentativa altamente coerente dell'intero organismo architettonico, infatti, nonostante si tratti di un'ipotesi progettuale, l'artista sembra controllare pienamente la rappresentazione: i tre disegni mantengono una coerenza sia a livello rappresentativo che dimensionale e affrontano complessi problemi di intersezione tra volumi [1].
Il modello tridimensionale sintetico è stato creato fedelmente seguendo i dettagli e gli indizi presenti nei disegni di Andrea Pozzo, infatti è lo stesso artista gesuita a fornire a fornire degli esempi di sintesi dell'ordine architettonico nelle tavole del suo trattato (Pozzo, 1700). Nella modellazione si è tenuto conto attentamente degli assi di

simmetria, della disposizione degli elementi architettonici e delle convenzioni grafiche impiegate. L'approccio sintetico ha mirato a riflettere la coerenza dimensionale e rappresentativa dei disegni originali, fornendo un'analisi accurata della spazialità e della genesi geometrica del progetto. Ciò che emerge è un organismo ecclesiastico in cui l'impianto centrale, utilizzato da Pozzo anche in altri progetti, si ibrida nell'intersezione con un volume trasversale che collega l'ingresso con l'altare.
Dalla lettura degli studi storici (Bösel, 2010) e dall'analisi dei disegni emerge un notevole interesse per la spazialità interna del progetto, la pianta e la sezione trasversale rivelano le due caratteristiche principali della soluzione architettonica rispetto ai contemporanei nell'ambito romano. La pianta mette in luce l'intersezione tra due schemi tipologici: l'impianto centrale ovale a sviluppo trasversale e quello rettangolare longitudinale, creando due assialità ortogonali in contrasto tra loro. La sezione trasversale mostra un'organizzazione altimetrica particolare del piano di calpestio, con l'aula liturgica a una quota inferiore rispetto alle cappelle e al presbiterio. Vi è inoltre una cupola costituita da due diverse calotte sovrapposte, inserite in un unico tiburio, introducendo una terza assialità verticale che aggiunge ulteriore tensione alla composizione (fig. 4).
L'attenzione alla progettazione della luce, insieme alla scelta inusuale della fruizione anulare rialzata dell'aula, confermano l'attenzione di Pozzo nei confronti di un'esperienza dell'architettura caratterizzata da notevole qualità percettiva. Questa trova un'accurata rappresentazione nella ricostruzione tridimensionale, seppur dalle geometrie semplificate mediante l'esclusione delle componenti decorative, tale restituzione diventa un efficace strumento di analisi percettiva poiché non solo fornisce una simulazione dell'illuminazione naturale e degli effetti di chiaroscuro, ma permette di rapportare l'architettura alla misura d'uomo dell'osservatore.

Sperimentazione della realtà virtuale per la fruizione dello spazio di San Tommaso

La comprensione dei fondamenti teorici della Realtà Virtuale (VR) è essenziale per contestualizzare la sperimentazione e apprezzarne appieno l'importanza nel campo dell'architettura. La Realtà Virtuale rappresenta un'intersezione avanzata tra tecnologia e percezione umana, offrendo esperienze immersive che vanno oltre i confini della realtà fisica.
L'immersione è uno dei concetti centrali e si riferisce alla capacità di un sistema di coinvolgere completamente gli utenti, trasportandoli in un ambiente simulato (Martin et al. 2022). L'obiettivo è creare una sensazione di presenza, ovvero far sentire agli utenti di essere effettivamente presenti nello spazio virtuale, esperienza strettamente legata alla percezione sensoriale il cui senso predominante è indubbiamente la vista ma che può arrivare a comprendere l'udito e, nei casi più coinvolgenti, il tatto.
Le modalità di interazione rappresentano un aspetto cruciale nella progettazione di sistemi RV. Le tecnologie chiave abilitanti della Realtà Virtuale includono visori VR che

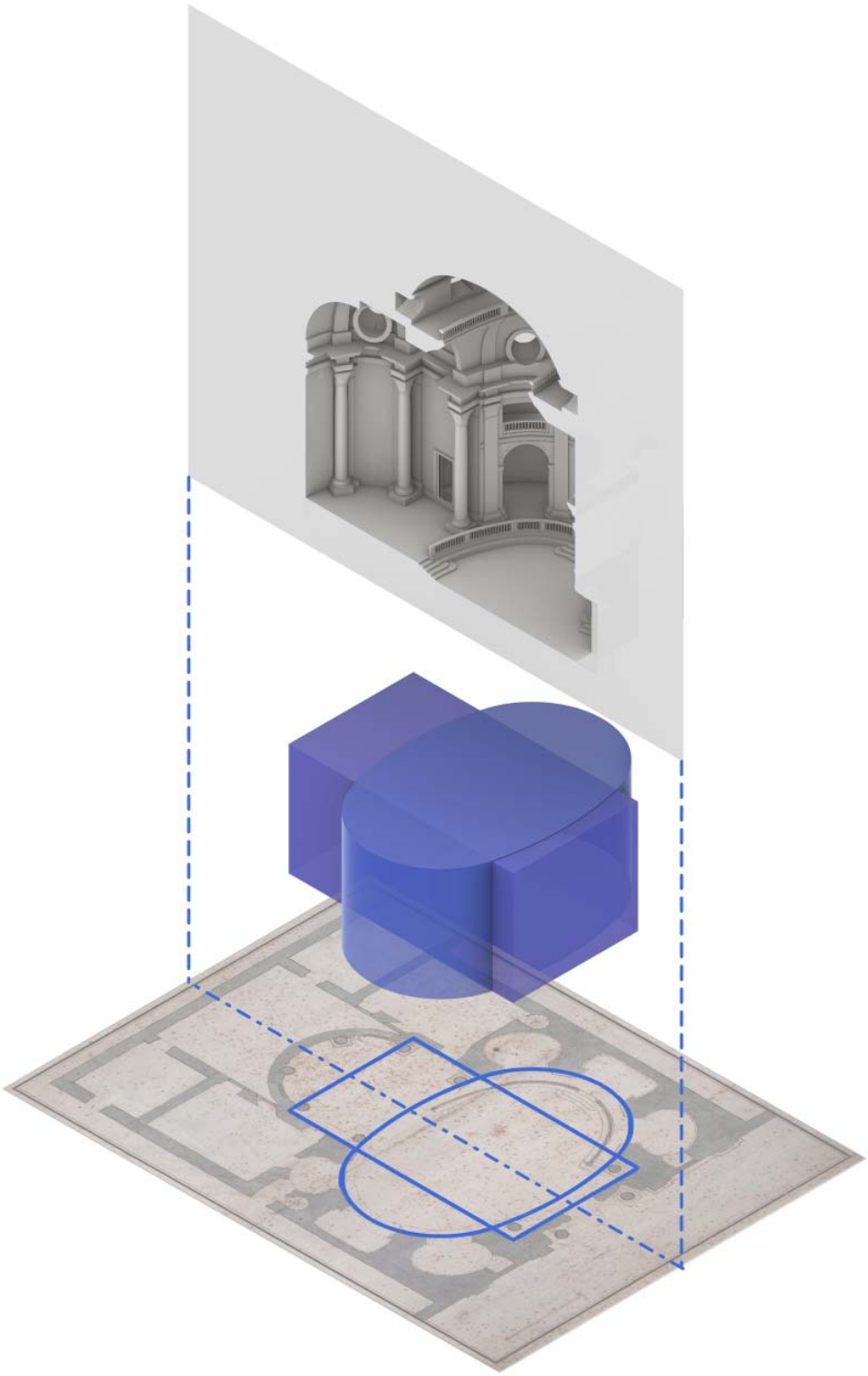


Fig. 4 - Composizione spaziale dell'ambiente interno della chiesa di San Tommaso.

offrono una visualizzazione stereoscopica in grado di creare una profonda sensazione di tridimensionalità, per valutare a pieno le potenzialità dello strumento selezionato sono stati progettati due tipi di sistemi, entrambi immersivi ma che si differenziano per livello di autonomia dell'utente nella fruizione dello spazio, perché la scelta della modalità di interazione può influenzare significativamente l'esperienza utente.
Il primo sistema, che possiamo chiamare Realtà Virtuale Vincolata (Costrain Virtual Reality – CVR), prevede che l'utente possa osservare lo spazio muovendosi attraverso un percorso composto da punti di vista privilegiati (e predefiniti).
L'altro sistema, che possiamo definire Realtà Virtuale Interattiva (Interactive Virtual Reality – IVR), consente all'utente di muoversi liberamente all'interno dello spazio digitale, ciò si traduce con la possibilità di spostare in piena autonomia il punto di vista virtuale all'interno del modello, rendendolo interamente esplorabile.
Nel contesto dell'architettura, l'applicazione della Realtà Virtuale apre nuove possibilità per l'esplorazione e la visualizzazione degli spazi in quanto la capacità di esplorare ambienti architettonici in modo immersivo può influenzare la concezione spaziale e migliorare la lettura dei progetti. La combinazione di concetti come immersione, presenza virtuale e interazione offre uno strumento potente, permettendo una comprensione più intuitiva e partecipativa.
Un aspetto significativo della sperimentazione riguarda la possibilità di consentire agli utenti di percepire e comprendere uno spazio progettato da Pozzo, anche se non realizzato fisicamente. Attraverso la Realtà Virtuale, è possibile offrire un'esperienza immersiva di ambienti che esistono solo digitalmente, aprendo nuove prospettive nella valutazione e nella fruizione di progetti architettonici a prescindere della loro effettiva realizzazione.
Molti sono gli studi sull'esplorazione digitale degli ambienti architettonici, i primi contributi si devono a Riccardo Migliari sulla Visualizzazione Interattiva dell'Architettura (VIA) (Migliari, 2008). L'evoluzione di questa ricerca include le recenti indagini sulla navigazione attraverso immagini panoramiche sulla Sala dei Cento Giorni (Fasolo, 2022) che si sono focalizzati per l'approfondimento sull'aspetto percettivo di spazi illusori, mentre quelli di Alberto Sdegno si sono concentrati sull'esplorazione di architetture esistenti mediante navigazioni virtuali interattive (Sdegno, 2019 e 2022), altri studi, di matrice internazionale, come quelli di Pedro Cabezos sulla comunicazione delle trasformazioni urbane (Cabezos, 2018).
La Realtà Virtuale Vincolata rappresenta uno dei due sistemi progettati per la sperimentazione. Questo tipo di esperienza immersiva si struttura su un percorso di visita preconfigurato mediante un insieme di punti stazionari disposti all'interno dello spazio architettonico. L'utente viene dunque vincolato a dei punti specifici di osservazione, mantenendo la libertà di scegliere autonomamente le direzioni da intraprendere per gli spostamenti da un punto di vista al successivo, in questo modo ogni utente può personalizzare il suo tracciato di esplorazione della chiesa di San Tommaso di Canterbury.

Fig. 5 - Immagini equirettangolari desunte dalla ricostruzione digitale della chiesa.

Ogni punto di vista è caratterizzato da un'immagine 360° ottenuta da una camera posizionata strategicamente, questa soluzione mira ad accompagnare gli utenti attraverso una narrazione visiva in grado di enfatizzare gli aspetti salienti della progettazione di Pozzo.
Un elemento distintivo della CVR è il livello di autonomia dell'utente limitato rispetto alla Realtà Virtuale Interattiva, questa limitazione mira a guidare l'esperienza in modo coerente, garantendo una fruizione orientata e controllata dello spazio architettonico.
Il risultato finale della Realtà Virtuale Vincolata si concretizza principalmente attraverso due fasi distintive: la prima fase riguarda la creazione delle immagini panoramiche, le quali vengono generate in un ambiente dedicato alla visualizzazione rendering (fig. 5), la seconda fase è quella dell'allestimento, che avviene in un ambiente di sviluppo dotato

della capacità di creare diversi tipi applicativi basati sulla programmazione C#. Questo passaggio è determinante per implementare le modalità di navigazione e comporre il sistema che guiderà gli utenti attraverso l'esperienza immersiva. In questa fase è importante la definizione del sistema di navigazione, che regola la transizione fluida e coerente da un panorama all'altro, questo sistema permette agli utenti di spostare la loro visualizzazione immersiva, creando l'illusione di muoversi con naturalezza all'interno dello spazio virtuale progettato.
La possibilità di spostarsi senza soluzione di continuità tra i panorami contribuisce alla sensazione di immersione, permettendo agli utenti di esplorare in modo fluido gli ambienti architettonici predeterminati. L'attenzione dedicata a questa fase di allestimento rappresenta un elemento chiave nella creazione di un'esperienza virtuale vincolata che risulti intuitiva e coinvolgente per gli utenti.
È fondamentale partire da un forte livello di coerenza rispetto alla fotografia delle immagini sferiche che compongono il progetto CVR, a tal proposito si è proceduto mantenendo invariato l'orientamento della luce e costante l'altezza della camera rispetto al piano di calpestio, facendo altresì attenzione ai limiti fisici dati dai cambi di quota. Per quel che concerne invece la disposizione dei punti di vista privilegiati di cui si è appena parlato, questa segue un criterio opportunamente individuato che permette una percorrenza dell'architettura secondo i due assi principali, quello longitudinale e quello trasversale, e che si completa nell'anello ovale dell'ambulacro rialzato, dove i punti di stazionamento sono posti in asse con le cappelle minori ad esso radiali e per le quali quest'ultimo funge proprio da spazio distributivo (fig. 6).
La modalità di navigazione avviene attraverso l'utilizzo di hotspot, consentendo agli utenti di esplorare lo spazio architettonico progettato senza l'uso di joypad o cursori. Questo sistema si basa sull'implementazione di icone, collocate strategicamente all'interno dell'ambiente virtuale, e sfrutta un puntatore (gaze) al centro della visuale dell'utente.
Le icone, rappresentate come pittogrammi chiaramente comprensibili e coerenti con l'ambiente architettonico, fungono da punti di interazione (hotspot). L'utente, utilizzando il puntatore, può dirigere lo sguardo su una specifica icona, posizionandola al centro della visuale. Un tempo di fissazione di un hotspot superiore a 5 secondi funziona come un *trigger*, innescando il comando di movimento associato a quella particolare icona (fig. 7). Questa modalità di navigazione senza l'uso di joypad offre un approccio più naturale, consentendo agli utenti di esplorare lo spazio virtuale con movimenti del capo e lo sguardo. Il sistema risponde in modo sensibile alle interazioni visive dell'utente, senza la necessità di dispositivi aggiuntivi per la trasmissione dei comandi.
Per un accurato posizionamento degli hotspot nei punti di vista scelti si è provveduto all'inserimento nel modello di dischi posti sui piani di calpestio che stanno a rappresentare la posizione a terra dei diversi punti di osservazione. Questi ultimi hanno la funzione di consentire all'osservatore di avere una migliore percezione di quale sarà

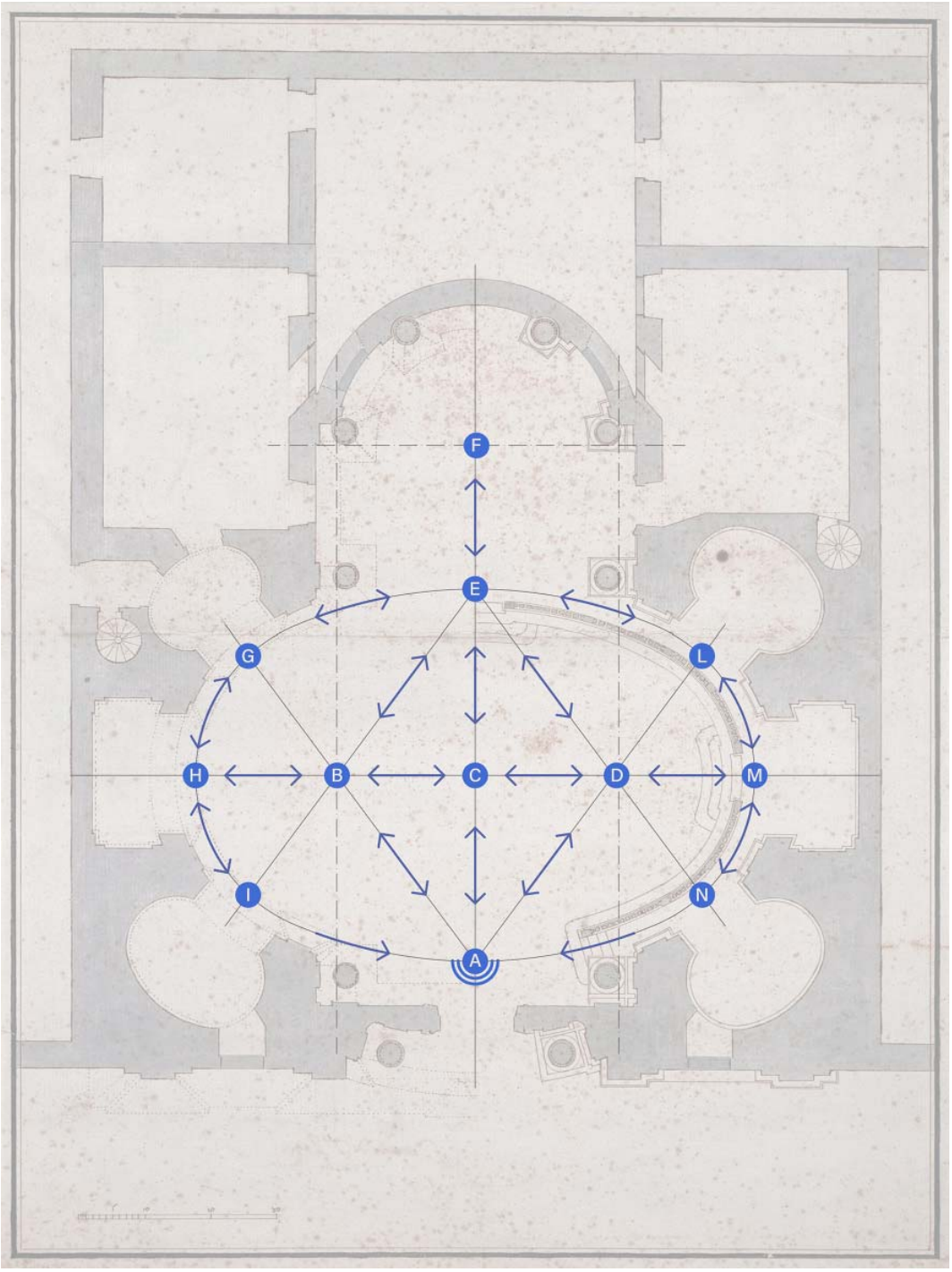


Fig. 6 - Schema del posizionamento dei punti di vista per la navigazione in CVR.

la posizione nello spazio a seguito del suo spostamento al successivo.
Per un'esperienza più realistica da ogni panorama è possibile muoversi liberamente verso i panorami subito circostanti, ovvero quelli immediatamente traguardabili senza alcuna

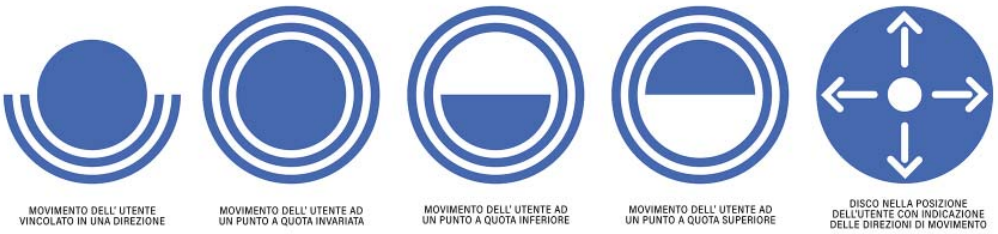


Fig. 7 - Allestimento del sistema CVR all'interno del software in cui ogni posizione spaziale è costituita da tante sfere quante sono le direzioni di arrivo.

interferenza, né di ulteriore panorama né di alcun elemento fisico che ne ostacolerebbe nella realtà il raggiungimento diretto. Inoltre, per evitare senso di spaesamento nello spostamento da un panorama all'altro ogni camera inserita nell'ambiente sferico è stata opportunamente orientata in modo che abbia la direzione di osservazione coerente con quella che si aveva prima di effettuare il movimento: l'osservatore ha in questo modo la sensazione di procedere sempre in avanti, come nel naturale movimento nello spazio.
Per ottenere questo nell'allestimento del progetto del CVR sono state predisposte tante sfere quanti sono gli arrivi in un determinato punto di osservazione (fig. 8).
Le applicazioni della Realtà Virtuale Interattiva si avvalgono della tecnologia di rendering in tempo reale per esplorare modelli tridimensionali. In questo contesto, l'utente, oltre ad indossare un visore, dispone di cursori o joypad che consentono di gestire il movimento all'interno del modello architettonico progettato da Pozzo. Questo approccio tecnologico comporta un carico computazionale significativamente maggiore rispetto alla Realtà Virtuale Vincolata, il quale non tutti i visori all-in-one sono in grado di supportare in autonomia, di conseguenza si fa affidamento a visori specializzati collegati a un PC dedicato per garantire un'esperienza ottimale.
La IVR offre un livello di interazione più avanzato, consentendo agli utenti di muoversi liberamente all'interno dello spazio digitale creato. L'uso di cursori o joypad amplifica la capacità di gestire il proprio movimento, fornendo un grado di libertà notevolmente superiore rispetto alla navigazione vincolata della CVR. La maggiore interazione si traduce in una fruizione più dinamica e personalizzata degli ambienti progettati.
In alternativa, è possibile sfruttare la tecnologia in tempo reale anche senza l'uso del visore, in questo caso l'utente può navigare il modello architettonico utilizzando una versione dell'applicazione da desktop o tablet. Benché questa modalità di fruizione meno immersiva rispetto all'uso del visore rappresenta un'opzione valida in situazioni in cui l'indossare il visore non sia pratico o consigliabile. Questo approccio offre maggiore flessibilità nella fruizione dell'applicazione IVR, adattandosi a diverse situazioni e preferenze degli utenti.
La Realtà Virtuale Interattiva, differentemente dalla CVR, ha un allestimento composto di un'unica fase ma estremamente complessa, perché come detto in precedenza, prevede una renderizzazione costante della scena che segue il continuo variare dell'orientamento

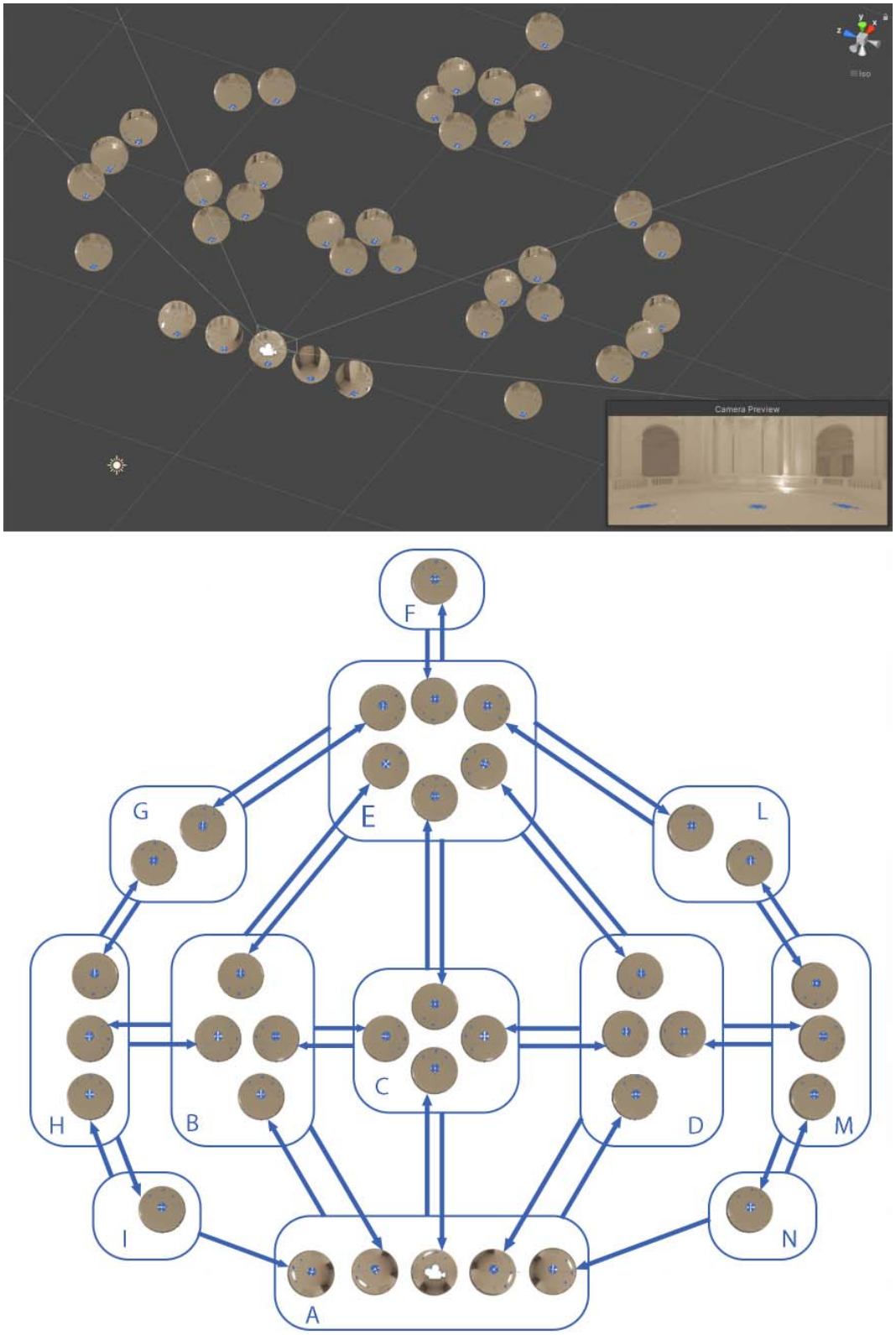


Fig. 8 - Sistema delle icone scelte come hotspot nell'esperienza in CVR.

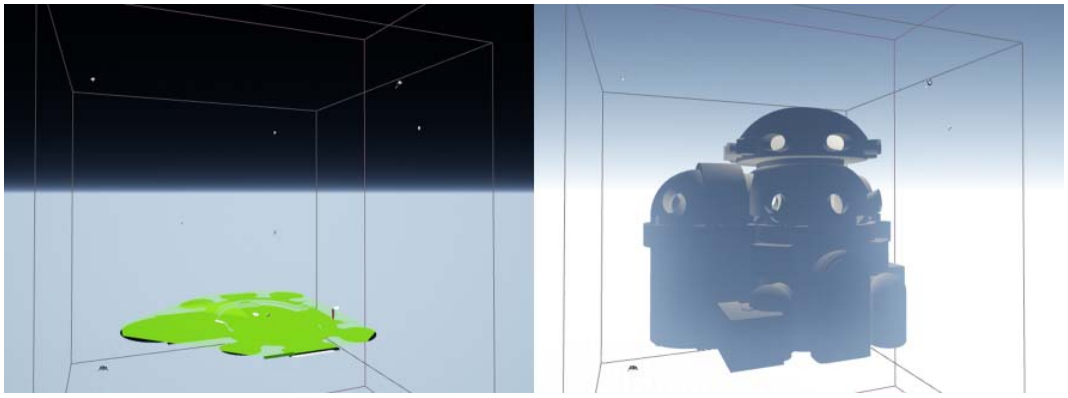


Fig. 9 - Allestimento del sistema IVR in cui sono visibili i piani di calpestio utilizzati per la navigazione (sx) e il modello completo a cui è affidata la visualizzazione e la gestione dei limiti fisici (dx).

dello sguardo dell'osservatore e della sua posizione, esattamente come nella realtà.
In questo caso l'allestimento della scena e l'ideazione del progetto in VR avvengono in maniera conseguenziale nello stesso ambiente mediante il duplice utilizzo della programmazione C++ e del sistema di scripting visuale Blueprint. Importando all'interno del software il modello se ne gestiscono i parametri di rendering, quali luce e materiali, per poi procedere all'implementazione della realtà virtuale attraverso la definizione dei piani di calpestio, dei limiti fisici e dell'osservatore (fig. 9); quest'ultimo avrà come unico vincolo di posizione la partenza, per poi muoversi autonomamente e con fluidità all'interno dello spazio.
All'interno del progetto è stato importato il modello di ricostruzione digitale nella sua interezza al quale è stato attribuito un physic collider in grado di garantirne matericità, delineando così attraverso le sue geometrie i limiti fisici non attraversabili dall'utente.
Con il visore VR c'è la possibilità di scegliere tra due tipi di movimenti dell'utente che possono essere distinti con i termini di movimento fluido e teletrasporto. Il primo è caratterizzato da una continuità nello spostamento dell'osservatore, per il raggiungimento di una determinata posizione è necessario percorrere lo spazio che intercorre dal punto di partenza. Questo tipo di movimento, inoltre, conserva nella sua struttura un forte parallelismo con il corpo umano poiché la direzione di osservazione, dunque quella della camera, non vincola in alcun modo il verso di movimento del corpo: l'utente può continuamente ruotare la testa per esplorare visivamente lo spazio mentre fisicamente lo attraversa, esattamente come accade nella realtà.
Il secondo consiste in una successione discontinua di spostamenti immediati da una certa posizione ad un'altra posta a distanza più o meno elevata e scelta mediante un apposito puntatore di ancoraggio (fig. 10). Questo movimento risulta essere per sua natura poco fluido, non coerente con la realtà e configura l'esperienza come intermedia rispetto alla CVR e alla IVR con movimento fluido. In quest'ultimo caso sarà necessario individuare nella scena le superfici navigabili mediante un mesh collider, nella sperimentazione assegnato alle mesh relative al pavimento e alle pedate dei gradini preventivamente isolate,

Fig. 10 - L'esperienza con il sistema IVR durante l'utilizzo del visore.

inserite nella scena e rese non visibili durante la navigazione.
Per il tipo di esperienza in oggetto il primo metodo è sicuramente da privilegiare, soprattutto nell'ottica del confronto tra le potenzialità delle due tipologie di VR in analisi.

Conclusione

La sperimentazione condotta finora non sminuisce la validità dell'esperienza in CVR che si conferma un ottimo strumento di comunicazione soprattutto nel caso di spazi particolarmente articolati, nei quali l'imbrigliamento dell'utente in punti di vista strategicamente scelti può essere la tecnica più adeguata ai fini di un'esplorazione in cui il possibile disorientamento viene ridotto al minimo. In termini di immersività l'esplorazione libera dell'ambiente mediante l'IVR, soprattutto mediante il movimento fluido, rende l'esperienza più accattivante e più vicina alla realtà.
A tal proposito sembra doveroso parlare delle potenzialità di quest'ultima, non affrontate in quest'occasione ma sicuramente degne di successivi studi. Tra queste l'inserimento di fonti sonore trattate con software appositi in grado di riprodurne la propagazione del suono a seconda della morfologia spaziale dell'ambiente, o ancora la possibilità di rendere la luce variabile e coerente con la traiettoria del sole, potendo così ammirare la variazione dei contrasti delle ombre a seconda della mutazione dell'inclinazione dei raggi luminosi, permettendo alle geometrie di essere lette al massimo della loro resa plastica.
Per quel che concerne il movimento mediante teletrasporto in IVR è necessario specificare che l'esperienza non pecca di piacevolezza, resta coerente l'orientamento

Fig. 11 - Confronto tra i due sistemi: CVR a sinistra e IVR a destra.

dell'osservatore dal punto di vista di partenza a quello di arrivo, non destando un senso di disorientamento nell'utente. In generale nella IVR l'acquisizione di manualità per il movimento non è immediata e necessita di un iniziale tempo di adeguamento, soprattutto quando entra in gioco il teletrasporto. Per tale ragione può essere consono corredare l'esperienza immersiva con una breve demo o un breve tutorial da proporre all'utente prima dell'esplorazione vera e propria, non necessariamente in un ambiente virtuale diverso.
Infine, tornando all'obiettivo di comunicare una spazialità mai fisicamente esistita ma indubbiamente ben progettata, entrambe le modalità sembrano raggiungerlo permettendo due tipi di esperienze apparentemente simili (fig. 11). In quest'occasione il confronto è stato condotto tra un'esperienza in CVR progettata con un livello di attenzione al dettaglio elevata e quasi al massimo della sua potenzialità, con una in IVR ad un livello base, traendo la conclusione che proprio quest'ultima con tutte le sue potenzialità promette un'esperienza maggiormente implementabile, capace di far entrare in gioco la percezione mediante l'utilizzo di altri sensi oltre la vista e ponendosi proprio in quest'ottica più vicina alla reale esperienza dell'architettura.

Note

[1] L'intersezione tra gli spazi principali, ovale e longitudinale, e tra questi e gli spazi secondari genera una serie di curve sghembe (Fasolo, 2020, pp. 601-602).

Attribuzioni

Pur nella condivisione di quanto espresso nel contributo frutto di comuni riflessioni, la redazione del paragrafo *Introduzione* è da attribuire a Marco Fasolo, il paragrafo *Dai disegni al modello tridimensionale della chiesa* è da attribuire a Flavia Camagni, il paragrafo *Sperimentazione della realtà virtuale per la fruizione dello spazio di San Tommaso* è da attribuire a Flavia Camagni per ciò che concerne la *Realtà*

Virtuale Vincolata, a Elisa Guarino per ciò che riguarda la *Realtà Virtuale Interattiva*, il paragrafo *Conclusione* è da attribuire a Elisa Guarino.

Riferimenti bibliografici

Bösel, R., & Salviucci Insolera, L. (2010). *Mirabili disinganni*. Editoriale Artemide.

Cabezos P. M., & Cisneros Vivó, B. J. J. (2018). Valorization and dissemination of lost urban heritage. *DISEGNARECON*, *21*, 12.1-12.11. https://doi.org/10.20365/disegnarecon.21.2018.12

Fasolo, M., & Mancini, M. F. (2019). The 'architectural' projects for the Church of St. Ignatius by Andrea Pozzo. *Diségno*, *4*, 79-90. https://doi.org/10.26375/disegno.4.2019.09

Fasolo, M., Mancini, M. F. & Camagni, F. (2020). L'Architettura disegnata di Andrea Pozzo. La chiesa di San Tommaso di Canterbury a Roma. *EGA, El patrimonio gráfico. La gráfica del patrimonio. XVIII Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*, pp. 259-262.

Richardson, C. M. (2011). Andrea Pozzo e il Venerabile Collegio Inglese a Roma. In R. Bösel, & L. Salvinucci Insolera (a cura di), *Artefizi della metafora* (pp. 117-125). Editoriale Artemide.

Fasolo, M., Baglioni, L. & Camagni, F. (2022). Immersion in Virtual Reality for Studying Architectural Perspectives. In M. A. Ródenas-López J. Calvo-López, & M. Salcedo-Galera (Eds.), *Architectural Graphics. Volume 2 – Graphics for Knowledge and Production* (pp. 155-164). Springer.

Martin, D., Malpica, S., Guitierrez, D., Masia, B., & Serrano, A. (2022). Multimodality in VR: A Survey. *ACM Computing Surveys*, *54*(10s), art. 216, pp. 1-36. https://doi.org/10.1145/3508361

Migliari, R. (2008). *Prospettiva dinamica interattiva. La tecnologia dei videogiochi per l'esplorazione dei modelli 3D di architettura*. Kappa.

Pozzo, A. (1700). *Perspectiva pictorum et architectorum. Pars secunda*. Joannis Jacobi Komarek.

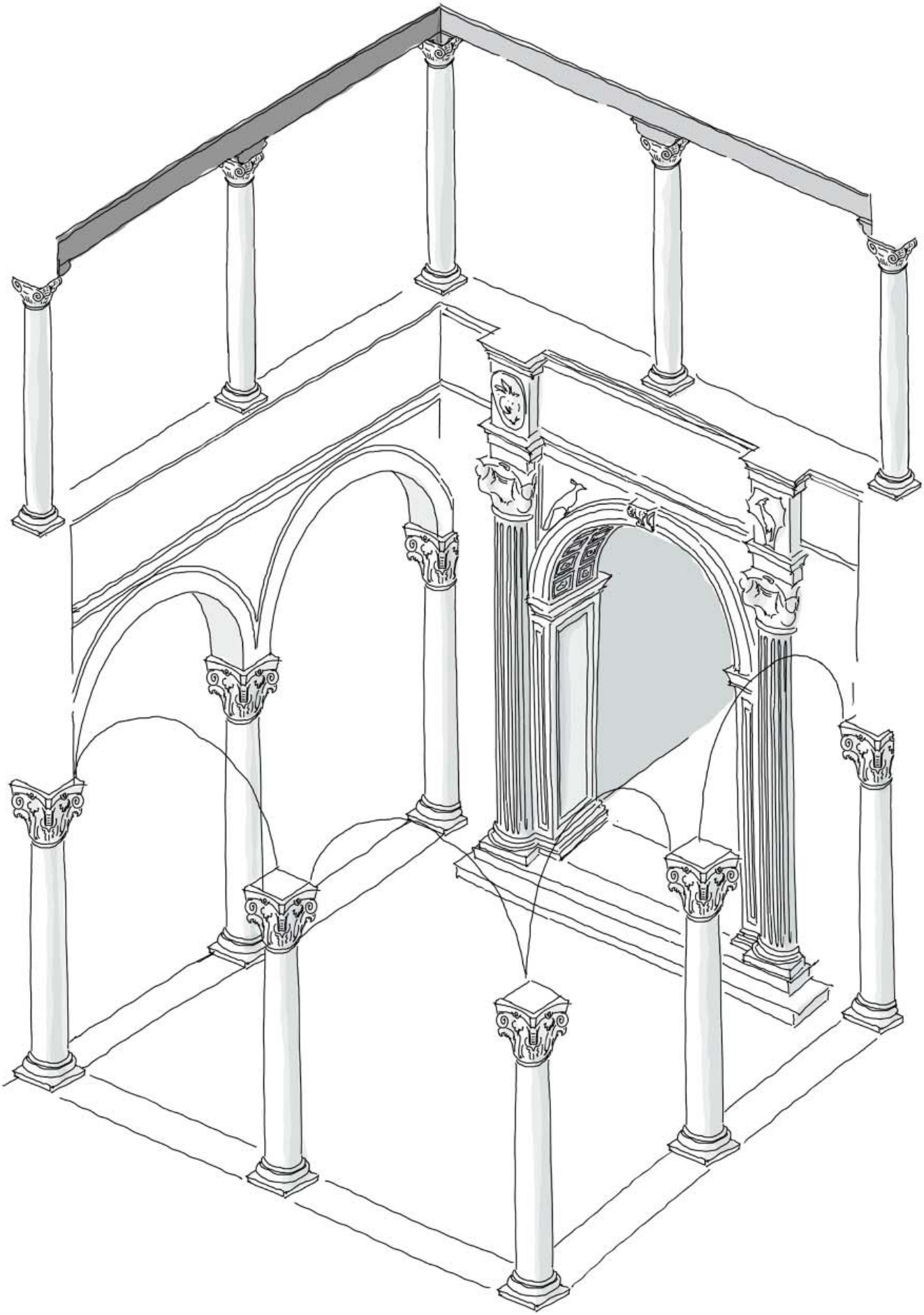
Purini, F. (2019). Il disegno come teoria. *The science of futures. Promises and previsions in architecture and philosophy*, *71*, 19-37. https://doi.org/10.4000/estetica.5452

Sanzio, R. (1519). Memoria a Leone X. In S. Ray (1974), *Raffaello architetto* (pp. 362-370). Editori Laterza.

Sdegno, A., Cochelli, P., Riavis, V., & Veneziano, S. (2018). Advanced Simulation of Frank Lloyd Wright's Fallingwater: Digital Reconstruction and Virtual Reality. In A. Luigini (Eds.), *Proceedings of the 1st International and Interdisciplinary Conference on Digital Environments for Education, Arts and Heritage* (pp. 587-596). Springer.

Sdegno, A., Riavis, V., Cochelli, P., & Comelli, M. (2022). Virtual and Interactive Reality in Zaha Hadid's Vitra Fire Station. In A. Giordano, M. Russo, & R. Spallone (Eds.), *REPRESENTATION CHALLENGES New Frontiers of AR and AI Research for Cultural Heritage and Innovative Design* (pp. 317-324). FrancoAngeli.

Zevi, B. (1962). *Saper vedere l'architettura*. Einaudi.



I cortili rinascimentali all'Aquila: un progetto per l'esplorazione di un patrimonio nascosto

Luca Vespasiano [1], Stefano Brusaporci[1]

[1]Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile - Architettura e Ambientale, Università degli Studi dell'Aquila, ITALY

luca.vespasiano@univaq.it; stefano.brusaporci@univaq.it

Keywords: Accessibility; Renaissance courtyards; Documentation; Virtual tour / *Accessibilità; Cortili rinascimentali; Documentazione; Virtual tour.*

Abstract

The paper presents a work of documentation and communication of the Renaissance courtyards of the historic center of L'Aquila, a determining heritage in the architectural history of the city but hidden and inaccessible. Accessibility is the prevailing key of the project, in which a series of digital tools such as interactive maps, geo-referenced images galleries, 3D models and a virtual tour, were collected in an information system and made available through a website.

L'articolo presenta un lavoro di documentazione e comunicazione dei cortili rinascimentali del centro storico dell'Aquila, un patrimonio determinante nella storia architettonica della città ma nascosto e poco accessibile. L'accessibilità è la chiave di lettura prevalente del progetto, in cui una serie di strumenti digitali come mappe interattive, gallerie di immagini georeferenziate, modelli 3D e virtual tour*, sono stati raccolti in un sistema informativo e resi fruibili tramite un sito web.*

Introduzione

Una peculiarità specifica del patrimonio architettonico del centro storico dell'Aquila è l'importanza che i cortili assumono nella definizione spaziale e formale delle architetture civili. In un tessuto abbastanza omogeneo, scandito da percorsi generalmente rettilinei che soggiacciono a uno schema pseudo-ortogonale d'impianto medievale, in buona misura conservatosi senza sconvolgimenti fino alla fine del XX secolo, le possibilità di invenzioni spaziali o di particolari articolazioni plastiche nelle facciate sugli spazi pubblici sembra essere stata sempre preclusa, limitandosi ad alcuni tardi e isolati episodi concentrati nell'ultimo scorcio del XVIII secolo e l'inizio del XXI (Clementi & Piroddi, 1986). Le facciate, salvo alcuni elementi architettonici ricorrenti come i portali e le logge, si articolano in impaginati aperti, con una netta prevalenza dei pieni sui vuoti, con gli assi delle bucature allineate verticalmente ma solitamente privi di un

Fig. 1. Schema assonometrico del cortile di palazzo Carli in Via Accursio (elaborazione grafica di L. Vespasiano).

ritmo sistematico (Brusaporci & Centofanti, 2011, p.164). La particolare attenzione riservata allo spazio cortilivo può dunque essere letta come una sorta di reazione alla limitatezza delle possibilità di articolazione dell'esterno degli edifici, da cui risultano complessi palaziali introversi, nettamente rivolti verso l'interno, non solo per il ricorrente concentramento dei connettivi verticali e orizzontali in questo spazio, ma anche per l'addensarsi attorno allo stesso degli ambienti più importanti e rappresentativi.
Il progetto presentato mira al censimento e alla documentazione di questi spazi così significativi, su cui sviluppare uno studio analitico e sul quale basare programmi di comunicazione e valorizzazione. Tenendo conto delle problematiche di accessibilità di questi spazi, derivanti in primo luogo dalla loro proprietà generalmente privata, nonché dalle problematiche conseguenti il protrarsi delle inagibilità dovute al terremoto del 2009, non si è potuto prescindere dalla previsione di una fruizione mista, sia reale che virtuale per quanto attiene ai programmi di comunicazione e valorizzazione, sia per portare avanti gli studi analitici.

Il tema del cortile all'Aquila

Il centro storico dell'Aquila è caratterizzato da un impianto medievale con la generalità degli assi viari che seguono uno schema pseudo-ortogonale. Quest'impianto, dovuto alla lottizzazione angioina della seconda metà del XIII secolo (Clementi & Piroddi, 1986, pp.32-40), pur contemplando locali variazioni, generalmente dovute al raccordo tra i tracciati rettilinei e l'accidentata orografia del sito su cui sorge la città, dà luogo a isolati sostanzialmente rettangolari che aggregavano originariamente sedici lotti di 4 x 8 canne, equivalenti a 8.3 x 16.6 m. Gli statuti della città (Spagnesi & Properzi, 1972) prescrivevano l'edificazione della porzione su strada per metà della profondità dei lotti, lasciando libera l'area centrale degli isolati a formare delle corti (Zordan, 1992, pp.88-95).
Il processo di prima edificazione della città si protrae dalla metà del XIII secolo fino alla seconda metà del XIV secolo. Da quel momento in poi l'area edificata non subirà rilevanti variazioni fino alla fine del XIX secolo, e le vicende edificatorie della città vanno progressivamente intersecandosi ad altre dinamiche di trasformazione, legate al concentramento e alla conseguente refusione di più unità edilizie sotto la stessa proprietà, nonché alle ricostruzioni conseguenti ai terremoti, che già dall'inizio del XVI secolo ne condizionarono le vicende architettoniche e le dinamiche urbane. Proprio attorno a queste concentrazioni di unità contermini cominciarono a prendere forma le prime sperimentazioni di edilizia palaziale (Colapietra, 1997, pp.10-16). Come si è detto, in ragione della rigida scansione degli isolati, i fronti degli edifici non assurgeranno mai, fin oltre la metà del XVIII secolo, a particolari risultati plastici, e l'ambito di maggiore caratterizzazione delle architetture civili resterà abbastanza costantemente lo spazio del cortile. Questo spazio semi-pubblico assume particolare rilievo soprattutto per la classe mercantile che dalla metà del XVI secolo acquisisce preminenza nel tenimento ad arti

della città, e un ruolo considerevole nell'economia del territorio, accumulando notevoli capitali, e intessendo una rete di scambi molto intesi sulla "Via degli Abruzzi", tra la capitale del regno, Napoli, e la Toscana, in particolare Firenze. È con tutta probabilità che proprio seguendo l'esempio delle famiglie fiorentine i mercanti aquilani eleggono lo spazio della corte a centro delle attività economiche e della famiglia, nonché a spazio di rappresentanza e di rappresentazione del potere e dello status della famiglia stessa (Colapietra, 1984, pp.223-254). Agli scambi commerciali corrispondono anche quelli

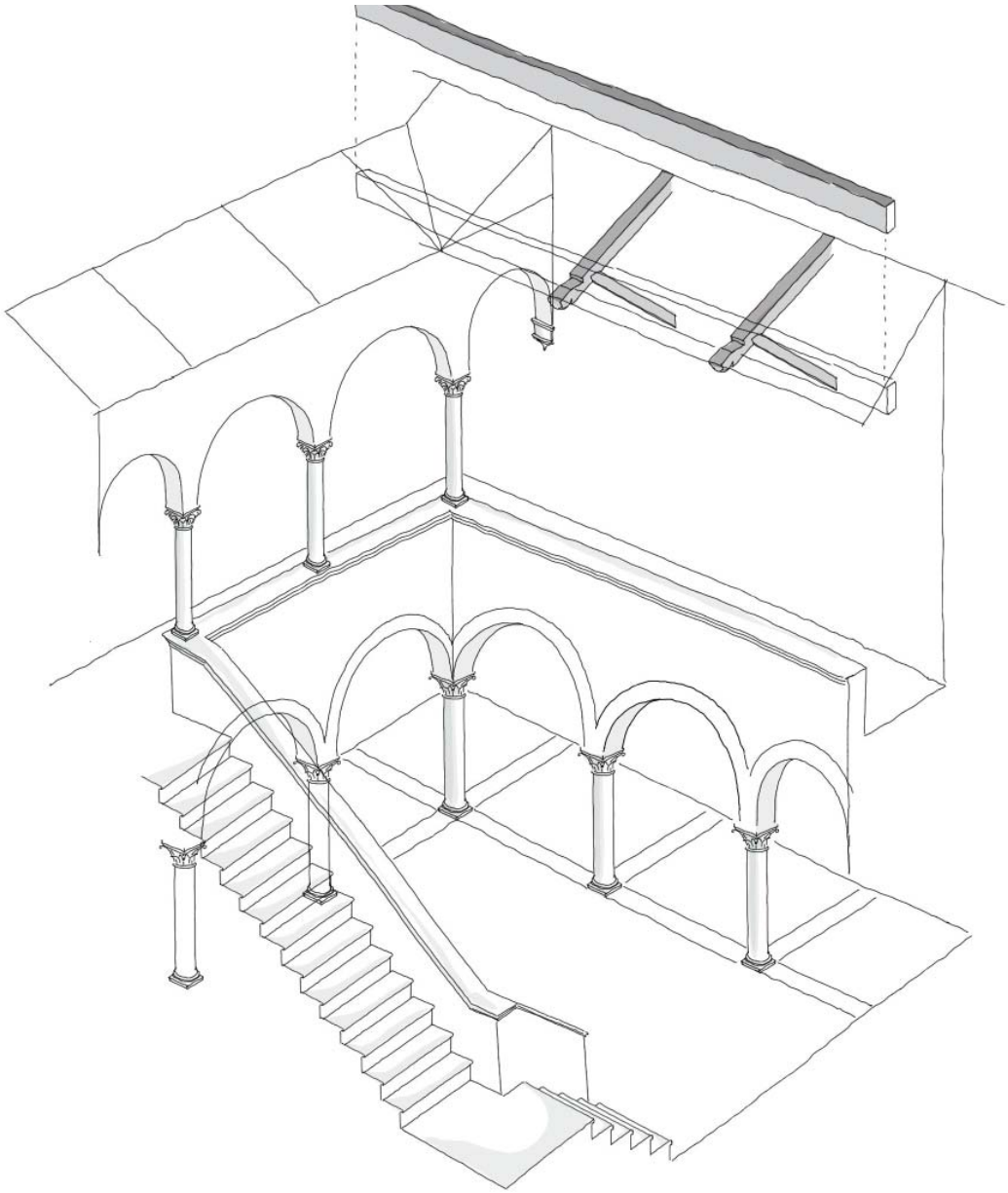


Fig. 2 - Schema assonometrico del cortile Burri - Gatti in Corso Vittorio Emanuele II (elaborazione grafica di L. Vespasiano).

culturali e conseguentemente proprio l'architettura dei cortili diviene il primo ambito in cui vengono introdotti in città gli stilemi e i principi dell'architettura rinascimentale (fig.2). Data la conformazione dell'edificato, questi interventi sono caratterizzati dalla riscrittura e della trasformazione dello spazio delle corti medievali, piuttosto che da impianti ex-novo.
Nonostante l'inevitabile stratificazione e i problemi conservativi conseguenti la travagliata storia sismica dell'area, la città conserva ancora decine di cortili in cui questa dinamica di riscrittura dello spazio-corte per la creazione di cortili risulta ben leggibile. La rispondenza del linguaggio architettonico, dei temi decorativi e dei sintagmi ornamentali tra questi ambienti cortilivi a una serie di elementi coevi nelle architetture religiose consente di definire meglio l'attività delle botteghe artistiche presenti in città e valutarne la produzione su una casistica più ampia (Chini, 1954; Maccherini, 2011).

L'accessibilità dei cortili

Il primo livello di accessibilità con cui è stato necessario confrontarsi è stato quello di accessibilità fisica, ovvero con impossibilità di accedere ad alcuni spazi, in ragione della loro chiusura al pubblico, sia essa dovuta all'inagibilità conseguente il danneggiamento sismico, allo svolgimento dei lavori di riparazione, ovvero alla pertinenzialità privata degli stessi. Un secondo livello di accessibilità è quello relativo alla presenza di barriere architettoniche. Rispetto a questo tema, sono state riscontrate notevoli criticità, sia per ragioni intrinseche, ovvero la presenza di dislivelli superabili solo con gradinate tra la quota dell'androne e quella del cortile, sia estrinseche, poiché la soglia d'accesso ai portoni non è complanare al piano stradale; criticità quest'ultima aggravata anziché risolta da recenti lavori di ripavimentazione. Da questo punto di vista, il fatto che molti spazi siano preclusi al pubblico *tout court*, fornisce l'occasione di ripensare all'accessibilità dei cortili in maniera più inclusiva, in un'ottica di Universal Design (United Nations, 2007, art.2). Il tema dell'accessibilità infatti, è di portata ben più vasta e non va limitato alla sola accessibilità fisica. Sono numerosi gli esempi in cui le possibilità offerte dalla tecnologia hanno consentito di perseguire risultati di effettiva inclusione (Candito & Meloni, 2022; Sdegno & Riavis, 2023). Il tema dell'accessibilità condiziona anche l'ambito della cultura e della conoscenza. Infatti, nonostante l'importanza del tema del cortile sia stata più volte rilevata in letteratura [1], al di fuori di alcuni casi determinanti nella storia artistica e culturale della città, come il Palazzo Carli in Via Accursio, o il palazzo di Margherita d'Austria, la documentazione è scarsa e frammentaria. Pertanto, a una inaccessibilità fisica, si sovrappone una inaccessibilità culturale, poiché vengono a mancare gli strumenti conoscitivi per poter godere di questo patrimonio. Si può ritenere del resto che proprio la difficoltà di accesso, la non visibilità esterna di tali spazi, abbia portato a rendere difficoltoso e frammentario anche lo studio e l'approfondimento delle conoscenze riguardo a questo tema. In qualche modo, non si può escludere che all'inaccessibilità fisica consegua quella culturale. Proprio per questo l'intento del

progetto è quello di portare avanti entrambe queste accezioni rispetto all'accessibilità, e in questa direzione è stato sviluppato il lavoro. Da questo intendimento è scaturita la scelta di elaborare un sistema informativo in cui raccogliere i dati progressivamente prodotti dalla ricerca portata avanti, da rendere poi fruibili tramite un sito web che consentisse di navigare tra questi dati.

Il sistema informativo

Il primo passo necessario per poter intraprendere questo lavoro è stato quello di realizzare un censimento dei cortili nell'ambito del centro storico. Il censimento ha riguardato innanzitutto un'operazione di mappatura della bibliografia, intesa come operazione preliminare per avere un punto di partenza e una prima serie di cortili su cui lavorare. Lo studio della bibliografia e l'analisi di alcuni casi preliminari hanno messo in evidenza come la definizione di una limitazione cronologica, oltre che estremamente difficoltosa data la scarsità di datazioni reperibili in letteratura, poteva rivelarsi controproducente, poiché la forte stratificazione presente nel patrimonio edilizio, avrebbe portato a escludere casi che a un'analisi più approfondita avrebbero potuto rivelarsi significativi. Le fonti prese in considerazione in questa mappatura sono state innanzitutto quelle che si occupano sistematicamente di tutto il territorio del centro storico (Moretti & Dander, 1974; Centofanti, 1984), ovvero raccolgono più casi significativi (Centofanti, Colapietra, Bartolomucci & Amedoro, 1997; Milano, Morisi, Calderini & Donatelli, 2011; Antonini, 2013). Oltre a queste fonti bibliografiche, di ambito strettamente architettonico si è aggiunta anche una fonte di ambito storico-documentale, ricchissima tuttavia di notizie inerenti l'ambito d'interesse, ovvero l'Antinoriana di Raffaele Colapietra (1978). La georeferenziazione delle informazioni bibliografiche, e la loro accessibilità tramite una mappa interattiva realizza un ambiente di lavoro estremamente efficace per accedere alla documentazione bibliografica disponibile, estesa a tutto il territorio del centro storico (fig.3).
Parallelamente è stata creata una raccolta di fotografie storiche, attingendo prevalentemente all'archivio fotografico dell'ICCD (Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione, del Ministero della Cultura) e da alcune pagine sui social media dedicate proprio alla collezione d'immagini d'epoca (Tata, 2023). Anche in questo caso la georeferenziazione e l'accessibilità tramite mappa interattiva facilitano la consultazione e l'accesso alle informazioni disponibili (fig.4).
A questa prima fase ha fatto seguito una campagna sul campo, rispetto alla quale si è presentata una vasta casistica in quanto ad accessibilità. Vi sono infatti cortili che si trovano in edifici ancora del tutto inagibili a seguito del terremoto, altri in cui i lavori sono in itinere e pertanto si presentano come cantieri, altri in cui i lavori sono stati ultimati, ma risultano ancora non abitati e altri ancora abitati, ma in maniera discontinua. Il caso dei cortili aperti, in cui l'accesso nelle ore diurne è libero, ad esempio per la presenza di esercizi commerciali o di studi professionali è decisamente esiguo. Nel

Fig. 3 - La mappa interattiva dedicata alla bibliografia. Elaborazione grafica di L. Vespasiano.

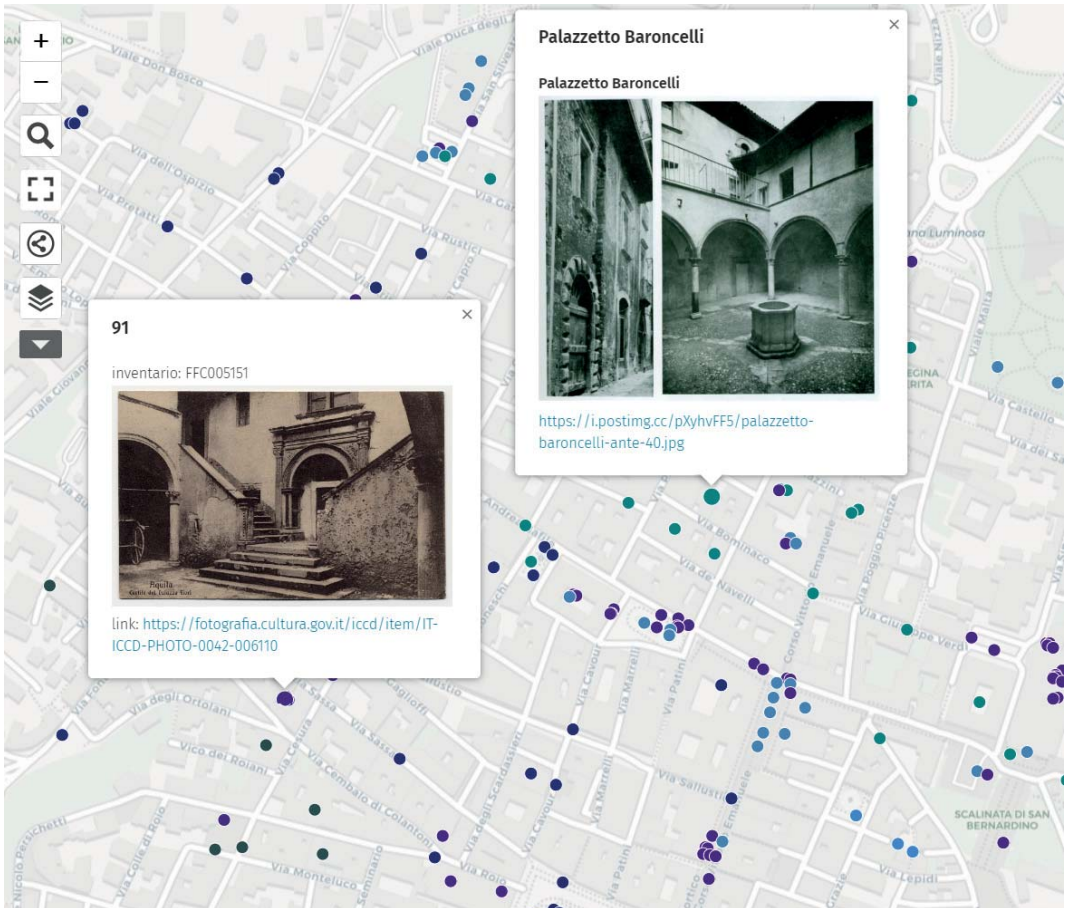


Fig. 4 - La mappa interattiva dedicata alle fotografie storiche. Elaborazione grafica di L. Vespasiano.

Fig. 5 - Una delle foto sferiche del *virtual tour*. Elaborazione grafica di L. Vespasiano.

tentativo di superare il problema dell'accesso è stata effettuata una ricognizione aerea con drone per individuare ulteriori cortili d'interesse per lo studio. Tale ricognizione ha portato alla realizzazione di decine di foto sferiche, con punti di presa a una quota compresa tra i 70 e i 120 m, esplorabili tramite *virtual tour* (fig.5). La varietà delle condizioni di accesso comporta una inevitabile dilazione nel tempo della possibilità dei sopralluoghi e dei rilievi. Si è pertanto ritenuto di operare perseguendo un modello di ricerca aperta, sviluppando un sistema informativo basato su piattaforme collaborative *open source*, che consentisse di raccogliere e rendere disponibili le informazioni progressivamente nel corso della raccolta dati, consentendo una gestione flessibile degli stessi, e una loro progressiva integrazione. Nelle sperimentazioni effettuate si è rivelato di grande efficacia l'utilizzo sinergico di più strumenti, sia software che piattaforme, e una particolare attenzione è stata riservata alla ricerca delle modalità operative che consentissero una maggiore interoperabilità. In particolare, si è dimostrato molto efficace l'impiego della piattaforma *Umap*, un progetto di *OpenStreetMap*. Questa piattaforma consente di sviluppare, in un ambiente completamente open source, SIT anche molto complessi e privi di particolari limitazioni, garantendo ampi margini di personalizzazione dell'interfaccia e la possibilità di incorporare le mappe in siti web terzi. La versatilità della piattaforma è tale da consentire, oltre alla creazione di mappe direttamente all'interno dell'ambiente di lavoro, anche l'importazione di livelli in diversi formati esportabili dai principali software GIS, nonché l'importazione di livelli in formato '.csv'. Quest'ultima caratteristica consente quindi di utilizzare come sorgente per la presentazione dei livelli dei fogli elettronici elaborati con un software come *Microsoft Excel* o da strumenti online come Fogli di Google. Utilizzando poi questi strumenti in cloud, si ha la possibilità di rendere dinamica la sorgente dei dati, ovvero di collegare il livello al foglio elettronico, in modo tale che qualunque modifica effettuata sull'uno abbia riscontro immediato sull'altro consentendo di tenere sempre

Fig. 6 - La home page del sito web. Elaborazione grafica di L. Vespasiano.

aggiornato il sistema anche in caso di modifiche o manutenzione. Un sito internet sviluppato con lo strumento *Sites* di Google ha costituito infine lo spazio in cui raccogliere tutto il materiale così raccolto e organizzato.
Definito questo complesso di strumenti per la gestione e la raccolta delle informazioni si sono cominciate a realizzare le campagne fotografiche e di rilievo, la ricerca delle fotografie storiche e delle fonti documentarie, arricchendo progressivamente i contenuti accessibili tramite la mappa interattiva e il sito web.

Modalità di fruizione (orientarsi nell'esplorazione)

Il sito web è inteso come un portale in grado di orientare l'utente nell'esplorazione del centro storico secondo un percorso tematico relativo ai cortili (fig. 6). Tre sono le modalità messe a disposizione. Innanzitutto quella delle mappe interattive che

consentono di georeferenziare il proprio dispositivo, e quindi di mettere in dialogo l'utente con lo spazio fisico della città. Nella mappa, un layer specifico informa l'utente rispetto all'accessibilità dei vari cortili, distinguendo tra quelli generalmente aperti, quelli accessibili su richiesta e quelli accessibili solo virtualmente, nonché della presenza di barriere architettoniche. Dalla mappa è possibile visualizzare direttamente le informazioni bibliografiche, e accedere ai contenuti virtuali (modelli 3D e foto sferiche) e alla pagina dedicata al singolo cortile che raccoglie il materiale grafico e fotografico (fig. 7). La seconda modalità è quella della galleria (fig. 8), in cui sono riportati tutti i cortili per i quali è disponibile del materiale grafico o fotografico, raccolto nelle pagine dedicate. I vari disegni elaborati, piante, prospetti, sezioni e viste assonometriche, sono a un tempo intesi quali strumenti analitici e restitutivi, utilizzati sia per approfondire e mettere in evidenza alcune tematiche specifiche, sia per ricomporre spazialmente i cortili

Fig. 7 - Viste di alcuni dei modelli 3D dei capitelli accessibili tramite il sito web. Elaborazione grafica di L. Vespasiano.

Fig. 8 - Layout della sezione "galleria" del sito web. Elaborazione grafica di L. Vespasiano.

non accessibili di cui si disponeva soltanto di poche immagini frammentarie. In questo senso, il disegno è stato impiegato come strumento di esplorazione di quella parte del patrimonio che resta ancora del tutto inaccessibile (fig.9). Infine, l'ultima modalità è quella del *virtual tour*, che consente di accedere ai cortili dall'alto, muovendosi tra foto sferiche aeree che coprono buona parte del centro storico e quelle dei cortili. In quest'ultima sezione, tramite la mappa incorporata nella pagina è possibile accedere

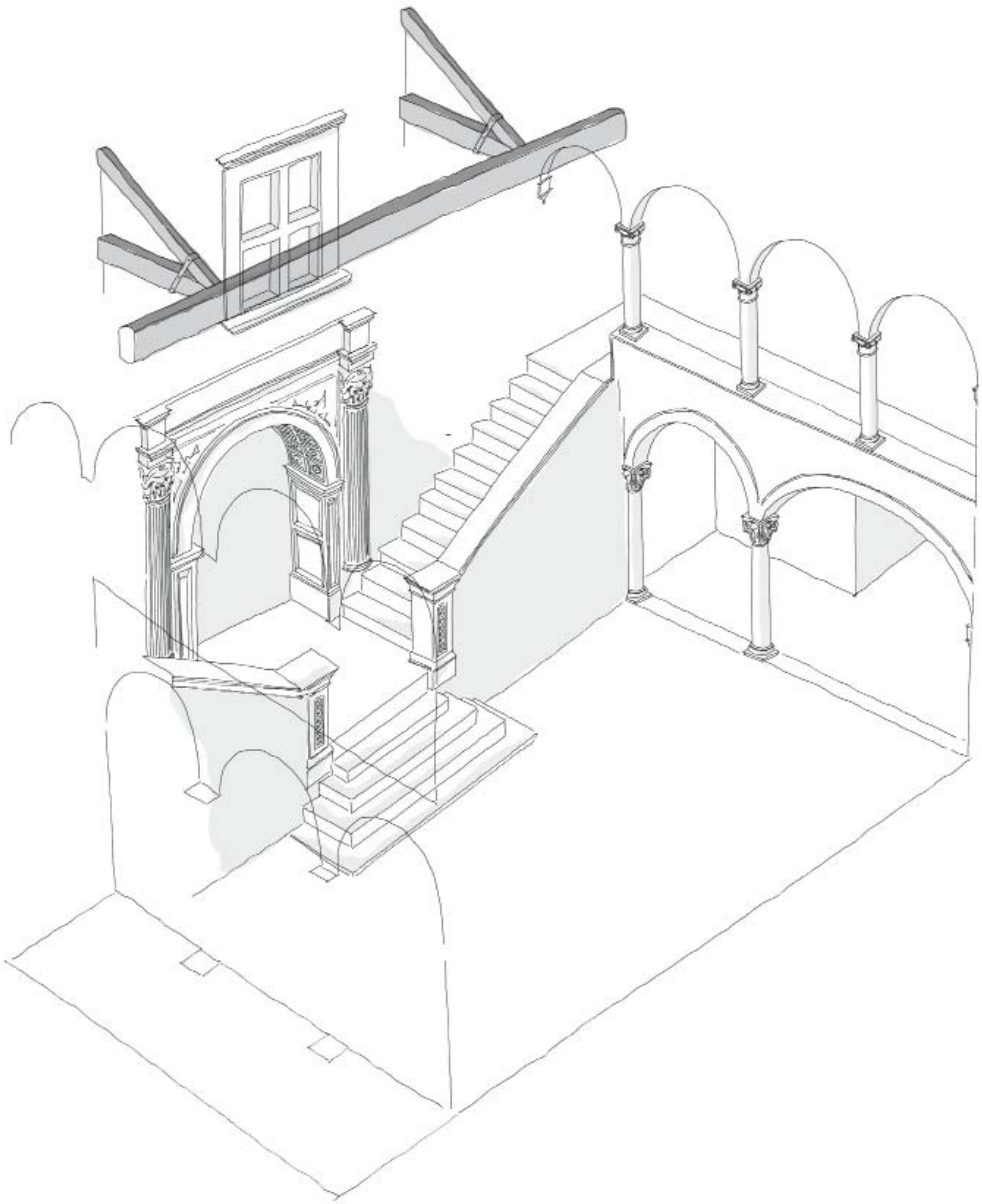


Fig. 9 - Schema assonometrico del cortile di palazzo Franchi in Via Sassa. Elaborazione grafica di L. Vespasiano.

direttamente a ciascuna foto sferica [2].

Conclusioni

I cortili rinascimentali costituiscono un fondamentale snodo nella storia architettonica della città e un'importante testimonianza di valore artistico e culturale. Tuttavia, la loro natura tendenzialmente privata, nonché il protrarsi delle vicende della ricostruzione post-sisma 2009, compromettono seriamente l'accessibilità e la fruibilità di tali spazi. Il progetto presentato, avvalendosi a un tempo di tecnologie digitali e del disegno come strumento imprescindibile di conoscenza e di analisi, intende superare i problemi di accessibilità supplendo, mediando e integrando con le possibilità di visualizzazione virtuale, da remoto o *in situ*.
Il cortile è per sua natura uno spazio di mediazione, tra pubblico e privato, tra la città e l'edificio, tra l'esterno e l'interno. Una volta attraversata la soglia del portale, dopo essere penetrati nella penombra dell'androne, lo sguardo è richiamato verso l'alto, verso il rettangolo di cielo ritagliato dai quattro prospetti e dalle loro cimase. Ripensare l'accessibilità ha portato a invertire lo sguardo, a ribaltare il punto di vista, facendo delle vedute aere uno strumento di inclusione. Il punto di vista ipotetico diventa virtuale, o tende all'infinito nelle restituzioni assonometriche che rileggono lo spazio interpretandone la gerarchia e discretizzandone gli elementi costitutivi. Questo ribaltamento e questa virtualizzazione sono paradigmatici del lavoro da svolgere per dare corpo al tema dell'inclusività e ai principi della carta di Ename (ICOMOS, 2008).

Note

[1] In particolare sul tema i riferimenti principali sono Chini (1954, pp.378 – 400), Moretti & Dander (1974), Zordan (1992), Colapietra, Centofanti, Bartolomucci & Amedoro (1997), Centofanti & Brusaporci (2011).

[2] Il sito web è stato allestito, ma non è ancora accessibile per questioni autorizzative relative all'uso di parte delle fotografie storiche e di fotografie di edifici privati.

Acknowledgments

We acknowledge the support of the PNRR ICSC National Research Centre for High Performance Computing, Big Data and Quantum Computing (CN00000013), under the NRRP MUR program funded by the NextGenerationEU.

Attribuzioni

A eccezione del paragrafo 'Introduzione', di Stefano Brusaporci, il testo del contributo è di Luca Vespasiano.

Riferimenti bibliografici

Antonini, O. (2017) *L'Aquila quarto di S. Maria*, L'Aquila: One Group.

Candito, C. & Meloni, A. (Eds.).(2022). *DAI Il disegno per l'accessibilità e l'inclusione.* Alghero: Publica.

Centofanti, M. (1984). *L'Aquila 1753-1983 il restauro della città.* L'Aquila: Libreria Colacchi.

Centofanti, M. & Brusaporci, S. (2011). Il disegno della città e le sue trasformazioni. *Città e storia*, 1 (IV), 151-187.

Centofanti, M. & Colapietra, R. (2009). *Aquila: dalla fondazione alla renovatio urbis*. L'Aquila: Textus.

Chini, M. (1954). *Silvestro aquilano e l'arte in Aquila nella seconda metà del sec. XV*. L'Aquila: La Bodoniana.

Clementi, A. & Piroddi, E. (1986). *L'Aquila*. Bari: Laterza.

Colapietra, R. (1978). *L'Aquila dell'Antinori: strutture sociali ed urbane della città nel Sei e Settecento*. L'Aquila: Deputazione di Storia Patria degli Abruzzi.

Colapietra, R. (1984). *Spiritualità coscienza civile e mentalità collettiva nella storia dell'Aquila*. L'Aquila: Deputazione di Storia Patria degli Abruzzi.

Colapietra, R. (1997). Edilizia residenziale aquilana in M. Centofanti, R. Colapietra, C. Bartolomucci & T. Amedoro. *L'Aquila: i palazzi*. L'Aquila: Ediarte.

D'Antonio, M. (2013). *Ita terraemotus damna impedire*. Pescara: Carsa.

Di Gennaro, V. (2010). Silvestro di Giacomo e la Scuola Aquilana in M. Maccherini (a cura di) *L'arte aquilana del rinascimento*. L'Aquila: L'Una.

ICOMOS. (2008). *Charter for the Interpretation and Presentation of Cultural Heritage Sites*. https://www.icomos.org/images/DOCUMENTS/Charters/interpretation_e.pdf (01.2024)

Maccherini, M. (Ed.) (2010). *L'Arte aquilana nel rinascimento*. L'Aquila: L'Una.

Milano, L., Morisi, C., Calderini, C. & Donatelli, A. (2011). *L'università e la ricerca per l'Abruzzo.* L'Aquila. Textus.

Moretti, M. & Dander, M. (1974). *Architettura civile aquilana*. L'Aquila: Iapadre.

Sdegno, A. & Riavis, V. (Eds.).(2023). *DAI Il disegno per l'accessibilità e l'inclusione*. Alghero: Publica.

Spagnesi, G. & Properzi, P. (1972). *Problemi di forma e storia della città*. Bari: Dedalo.

Tata, A. (2023) Memoria e fotografia nell'era digitale: il caso dell'Aquila in S. Brusaporci, P. Maiezza, A. Marra, I. Trizio, F. Savini & A. Tata (Eds.) *IMG23 Atti del IV Convegno Internazionale e Interdisciplinare su Immagini e Immaginazione*. Alghero: Publica.

United Nations. (2007). *Convention on the rights of persons with disabilities*. https://treaties.un.org/doc/Publication/CTC/Ch_IV_15.pdf (01.2024)

Zordan, L. (1992). Tecniche costruttive dell'edilizia aquilana, tipi edilizi e apparecchiatura costruttiva. In M. Centofanti, R. Colapietra, C. Conforti, P. Properzi & L. Zordan. *L'Aquila città di piazze.* Pescara: Carsa.

TRACCE D'ACQUA

Immersi nei misteri di Palazzo Barberini

Via delle Quattro Fontane, 13, 00184 Roma RM

15 Marzo - 15 Giugno

BARBERINI GALLERIE CORSINI NAZIONALI

DIPARTIMENTO DI STORIA DISEGNO E RESTAURO DELL'ARCHITETTURA
SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

Master M1
Comunicazione dei Beni Culturali
a.a. 2023/24
Bucci, Grattalo, Marchegiani, Marinucci

MINISTERO DELLA CULTURA

Progetto: “Tracce d’Acqua”

Giulia Bocci[1], Giulia Grottolo[1], Valentina Marchegiani[1], Alessandra Marinucci[1]

[1]Dipartimento di Storia disegno e restauro dell’architettura, Sapienza Università di Roma

bocci.1906098@studenti.uniroma1.it; grottolo.1854081@studenti.uniroma1.it;
marchegiani.1854980@studenti.uniroma1.it; marinucci.1851045@studenti.uniroma1.it

Parole chiave: Comunicazione del patrimonio culturale; Comunicazione e percezione visiva; Comunicazione multimediale; Palazzo Barberini; Serious game.

Abstract

La comunicazione e la fruizione dei Beni Culturali rappresentano due elementi cruciali per il coinvolgimento delle giovani generazioni nel contesto del patrimonio culturale. Il progetto “Tracce d’Acqua” si propone di ridurre la distanza tra l’Arte e i giovani mediante l’utilizzo di nuove tecnologie e metodologie. Difatti, sfruttando la *Augmented Reality* (AR), la *Virtual Reality* (VR), i QR code e lo schema del gioco investigativo all’interno di Palazzo Barberini, si mira a coinvolgere i visitatori proponendo un percorso che stimoli la loro capacità di osservazione e analisi.
L’utilizzo dell’AR costituisce uno degli elementi chiave del progetto, poiché consente ai visitatori di vivere un’esperienza immersiva, trasformando il museo in uno spazio dinamico e coinvolgente. La sovrapposizione di elementi virtuali offre nuove prospettive di fruizione e apprendimento delle opere d’arte.
Il VR, invece, consente un’esperienza flessibile e personalizzata, adattandosi agli interessi dei singoli visitatori. Questa modalità consente una maggiore libertà di esplorazione, superando i limiti spaziali.
Il progetto, quindi, offre un’esperienza volta a promuovere la comprensione e l’apprezzamento del patrimonio culturale in maniera accessibile e coinvolgente.

Communication and enjoyment of Cultural Heritage represent two crucial elements for the involvement of the younger generations in the contest of cultural patrimony. The project “Tracce d’Acqua” aims to reduce the distance between Art and young people through new technologies and methodologies. In fact, by exploiting Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR), QR codes and an investigative game scheme inside Palazzo Barberini, the purpose is to involve visitors by proposing an itinerary that stimulates their ability to observe and analyse.
The use of AR constitutes one of the key elements of the project, as it allows visitors to live an immersive experience, transforming the museum into a dynamic and engaging space. The superimposition of virtual elements offers new perspectives for enjoying and learning about the artworks.
The VR, on the other hand, allows for a flexible and customised experience, adapting to the interests of individual visitors. This mode allows greater freedom of exploration, overcoming spatial limitations.
The project, therefore, offers an experience that promotes understanding and appreciation of cultural heritage in an accessible and engaging way.

Introduzione

La comunicazione è il processo che consiste nel trasmettere e far circolare informazioni

Fig. 1. Progetto: “Tracce d’Acqua” (elaborazione grafica degli autori).

(ovvero un insieme di dati) in parte o totalmente sconosciute al ricevente prima dell'atto comunicativo. Si tratta di un concetto cruciale nell'ambito culturale e artistico e per questo uno degli obiettivi principali dei musei deve essere garantire l'accesso a tutti i tipi di fruitori [1].
"A chi ci si deve rivolgere è quindi una domanda pertinente e stimolante, in quanto pone il fondamentale problema del pubblico, del rapporto che l'istituzione culturale intende tenere e anche di come debba fare per catturare anche chi pubblico non è, chi dal museo resta lontano. [...] In questo contesto diventa importante saper creare significati molteplici e diverse narrazioni, in grado di comunicare anche con chi di solito non entra al museo. La sfida è acchiappare chi non ci va" [2].
Nell'ambito culturale gli adolescenti vengono inseriti nella categoria del "non pubblico" [3]. Le ragioni di questo distacco possono risiedere in diversi fattori, in primis la visione del museo come il proseguimento di attività scolastiche e non come un modo alternativo per trascorrere il tempo libero.
Per i giovani il museo rimane nella sua dimensione più arcaica, con modalità comunicative e di visita lontane dalla loro quotidianità. Le esperienze a cui vengono legati ricordi più duraturi dipendono da visite in cui i ragazzi hanno vissuto forti emozioni. Si afferma, quindi, una predominanza dell'aspetto emozionale e di diletto rispetto a quello cognitivo nella determinazione del valore dell'esperienza.
Il museo rappresenta un ambiente di interazione tra i beni culturali e i cittadini, offrendo un'opportunità educativa e di partecipazione attiva. La visita al museo, che può essere tradizionale o svolgersi attraverso attività strutturate, è un'esperienza densa di stimoli: permette l'interiorizzazione dell'apprendimento, facendo sedimentare e rendendo durature le conoscenze apprese.
Il nostro obiettivo è quello di creare un'accessibilità studiata per un pubblico ben delineato, sfruttando linguaggi, strumenti e modalità chiari e diversificati in base alle esigenze dei fruitori, che in questo caso sono gli adolescenti.
Quando avviene un profondo mutamento tecnologico nella società i nuovi strumenti agiscono in due sensi opposti, tendendo al passato e al futuro. I musei sembrano servirsi delle nuove tecnologie in entrambi i sensi: da un lato abbiamo il recupero e ri-funzionamento del patrimonio, dall'altro si sviluppano nuove forme di interattività e variabilità.
L'utilizzo delle nuove tecnologie consente la trasmissione di informazioni attraverso un approccio multimediale, che favorisce l'apprendimento e un legame emotivo con ciò che si guarda.
Dalle analisi ISTAT (2022) risulta che la diffusione delle tecnologie digitali nei musei italiani è ancora limitata. Per tutte le tecnologie prese in considerazione la diffusione si attesta al di sotto del 50%. L'uso più diffuso è quello dei video e/o touch screen (31%), seguiti a breve distanza dai QR Code e/o sistemi di prossimità come Bluetooth, WiFi, ecc... (28%). Infine, solo il 22% dei musei impiega strumenti multimediali, come allestimenti interattivi, VR e AR.

Stato dell'arte

Durante la fase iniziale di ricerca, sono stati individuati diversi materiali da esaminare. Questi comprendono progetti che incorporano le nuove tecnologie in misura differente e che sono mirati a pubblici diversificati, oltre a essere implementati in contesti variati, quali istituzioni museali o persino intere città.
Sono stati analizzati non solo progetti museali, che impiegavano gli strumenti virtuali per fornire spiegazioni complementari sulle opere target, ma soprattutto quelli che adottavano l'AR al fine di creare esperienze più distanti dal tradizionale modello di visita.
Sono stati studiati progetti dedicati agli adolescenti, in modo da capire quali metodologie hanno un approccio più funzionale. Ad esempio, il Webcomic "ISA", nato nel 2021 al Palazzo Ducale di Mantova per raccontare le peripezie della celebre marchesa Isabella d'Este, mostra come sia possibile incuriosire i giovani rispetto a una figura storica attraverso lo storytelling.
Sono state poi prese in esame le nuove tecnologie, con particolare attenzione a VR e AR. La Domus Aurea, ad esempio, consente di effettuare un vero e proprio viaggio nel tempo attraverso tour virtuali, rivedendo gli ambienti originari della reggia di Nerone del I secolo d.C. [4]. L'AR proposta a Palazzo Poggi, invece, consente una doppia interpretazione del luogo, fornendo al visitatore percorsi paralleli, visibili grazie a un visore [5].
Infine, le ricerche si sono incentrate su tutti quei lavori che in qualche modo richiamano il tema centrale del progetto, ossia il gioco investigativo.
"Find the future", ad esempio, trasforma ogni anno le sale della Public Library di New York nell'ambientazione di un'enorme reality game, in cui i partecipanti danno la caccia a 100 oggetti nei sotterranei della struttura.
Nel gioco investigativo "MURDER AT THE MET - An American Art Mystery", invece, l'utente deve raccogliere indizi con il proprio telefono per risolvere il mistero celato dietro l'assasinio di Madame X.
Il videogioco danese "Museum Mistery", fruibile attraverso l'app Useeum, è utilizzabile solo all'interno dello spazio fisico di un museo e costringe gli utenti a cercare nell'ambiente circostante le soluzioni agli enigmi che incontrano.
"Tracce d'Acqua" si pone a metà tra tutte queste esperienze, proponendo un gioco investigativo che si avvale dell'AR per risolvere il mistero di Palazzo Barberini.

Progetto

"Tracce d'Acqua" nasce dall'analisi di alcuni elementi caratteristici di Palazzo Barberini, come il tema dell'acqua e del riflesso, che ne diventano il filo conduttore. Il progetto è stato ideato e realizzato per il Master in Comunicazione dei Beni Culturali (Università La Sapienza, Roma 2023/4), con l'ausilio dei Docenti: Battisti Carlo Settimio, Camagni Flavia, Casale Andrea, Flenghi Giulia, Guadagnoli Francesca, Ippoliti Elena, Meschini Alessandra, Paris Leonardo e Volante Stefano.L'idea prevede lo sviluppo di

questi temi attraverso un gioco di investigazione, basato sulla contrapposizione tra reale immaginario (realtà e riflesso) e sul dualismo tra il mondo fisico e quello digitale, ricercando indizi nelle opere e nell'architettura.Durante il gioco, una strana figura si aggira tra le sale di Palazzo Barberini, senza mai essere vista né sentita. Si tratta del fantasma di Alessandro Barberini, figlio illegittimo di Papa Urbano VIII. In vita, il ragazzo gli scrisse una lettera, ma non ricevendo risposta morì di dolore. La missiva di riscontro del padre in realtà esiste e si trova nascosta all'interno di Palazzo Barberini. Scoperta l'esistenza di tale lettera, il curioso e irrequieto spettro decide di cimentarsi nella sua ricerca e l'utente ha la possibilità di aiutarlo in tale impresa.Il primo prodotto con cui il fruitore viene in contatto è un video, che servirà da presentazione della storia e come introduzione alle prime domande.
Dopodiché si avvia il vero e proprio gioco, strutturato su due livelli: il Virtual Tour, pensato per essere fruito a distanza, e l'esperienza di AR (in presenza). Questi possono essere svolti in maniera indipendente o in successione. Questa struttura flessibile offre un'esperienza coinvolgente e personalizzata ai partecipanti.
Il progetto sfrutta diversi media per massimizzare il coinvolgimento, aumentare l'interesse e mantenere alta l'attenzione del pubblico. Le varie parti del gioco sono distribuite tra prodotti grafici, materiali video, Virtual Tour ed esperienze interattive in AR.

Materiale video: due prospettive, una verità nascosta

Il materiale video ha lo scopo di invogliare l'utente a recarsi a Palazzo Barberini, con l'intento di scoprire il segreto che si cela dietro questa famiglia.
L'idea è quella di proporre una doppia visuale, sia in prima persona (dello stesso Alessandro Barberini), sia dalla prospettiva delle telecamere di sicurezza. Nel video sono dunque proposti i due punti di vista, dove le inquadrature si susseguono (fig. 2).
Il percorso ha come punto di arrivo la sala contenente il dipinto "Narciso", realizzato da Caravaggio (1571-1610), che come narrato ne "Le Metamorfosi" di Ovidio (8 d.C.), accecato dalla propria bellezza, cercherà di abbracciare la sua immagine riflessa sull'acqua, morendo annegato [6]. In tale sala avviene uno scontro tra il fantasma e un ipotetico visitatore. Con l'inquadratura oggettiva (telecamera di sicurezza), viene rivissuto l'evento dello scontro, notando però solo una persona nella sala: l'utente.
Il video termina con un invito a immergersi nei misteri di Palazzo Barberini e a trovarne la soluzione.

Materiale di grafica: il mistero si fa arte

È stato realizzato un poster, che vede come protagonista il già citato quadro "Narciso" di Caravaggio, ma stilizzato (fig. 3).
Sono stati poi ideati alcuni post per Instagram, con protagoniste alcune delle opere principali, al fine di promuovere e pubblicizzare il progetto anche su tale social.

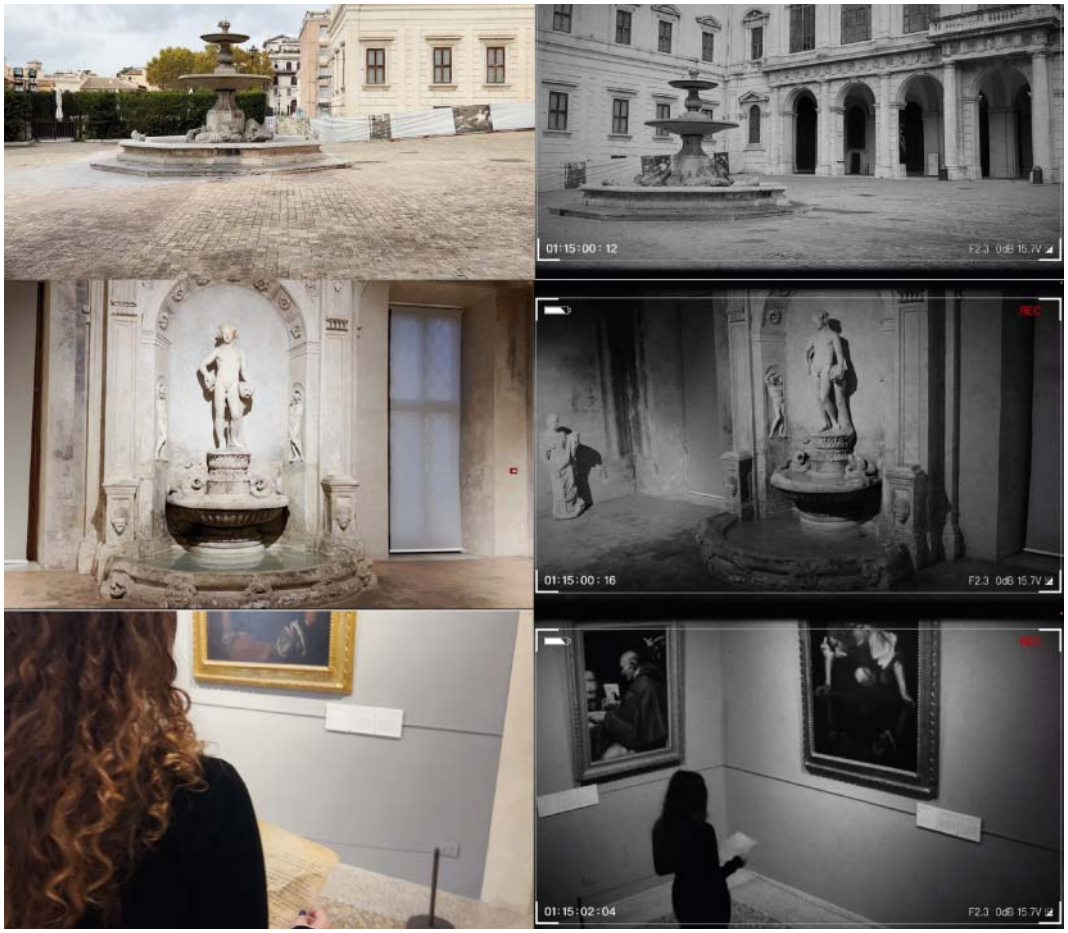


Fig. 2. Dimostrazione della doppia visuale presente nel video, a sinistra la visuale in prima persona a destra la visuale delle telecamere di sorveglianza.

Sono stati realizzati anche alcuni prodotti pubblicitari e di merchandising, che riprendono elementi centrali del progetto come l'acqua, il riflesso e alcune delle opere incontrate dall'utente sia nel Virtual Tour, che attraverso l'AR.
Infine, è stato elaborato un leporello, un prodotto tipografico pensato in modo da offrire un ricordo tangibile a tutti i visitatori (fig. 4).
Questo fornisce una mappa del museo che l'utente potrà utilizzare durante l'indagine, ma anche i QR code che rimandano al video di presentazione del progetto, all'app per l'AR e al Virtual Tour. Al suo interno, un ritaglio permette di visualizzare la sala 5, dove è presente la "Fontana di Bacco", uno degli indizi fondamentali del progetto.
Inoltre, il leporello contiene anche l'indizio finale, essenziale per la risoluzione del mistero, che l'utente ha in realtà sempre avuto a disposizione. Inquadrando la mappa, difatti, apparirà la lettera che il fantasma di Alessandro stava cercando.
L'obiettivo è quello di realizzare prodotti fruibili non solo dal target principale del progetto (ossia i giovani) attraverso i social, ma anche da un pubblico che non ne fa

parte, sfruttando poster e cartelloni pubblicitari (fig. 5).

Virtual tour: scoprendo il museo attraverso le sale

Il mistero di Palazzo Barberini viene ripreso e proposto anche all'interno di un Virtual Tour. Il percorso si differenzia da quello dell'AR, offrendo nuove esperienze e prospettive all'utente, senza mai svelare tutta la verità. Questa potrà essere colta, infatti, solamente visitando il Palazzo.
Durante il tour vengono visitate alcune sale scelte, nelle quali si dovranno cercare indizi ben celati, essenziali per poter procedere nel percorso. Questi permettono, inoltre, di comprendere la storia del protagonista del progetto, Alessandro Barberini, figura sfuggente e intrigante (fig. 5)
Le opere e lo spazio interagiscono con l'utente in maniera diretta, attraverso audio, immagini, video e dialoghi. A volte suggeriscono, altre ingannano. Riuscire a decifrare i loro indizi è il compito principale dell'utente.
Un'antica lettera è l'ultimo indizio fornito, utile ma al contempo incompleto. Il mistero resta quindi irrisolto e l'ultima opera invita l'utente a recarsi a Palazzo Barberini per continuare con l'indagine e scoprire finalmente la verità.
Link al Virtual Tour: https://ths.li/gptbJBB.

AR: Immergendosi tra le opere

L'AR ha lo scopo di guidare l'utente durante l'indagine dal vivo, rivelando indizi utili alla risoluzione del mistero.
Sono state selezionate diverse opere per la creazione di indizi utili all'indagine, stimolando l'osservazione e l'analisi. L'utente è dunque invitato a soffermarsi di fronte alle opere e, data la tipologia del target, viene chiesto di inquadrarle con il dispositivo mobile, sul quale verrà scaricata un'apposita app per la fruizione di contenuti digitali.
Le opere scelte per la prototipazione del progetto sono 6, ma il sistema è implementabile e modificabile nel tempo.
Il primo indizio da cogliere è nascosto nel "Narciso" di Caravaggio, che con il suo riflesso racconta la storia di Alessandro Barberini e indica all'utente due possibili strade da percorrere, di cui solo una sarà risolutiva (fig. 6).
Continuando la ricerca tra le sale si è indirettamente obbligati a esaminare le varie opere, in modo da poter individuare quali saranno utili per proseguire con il percorso. I contenuti digitali rendono l'indagine dinamica e stimolante; N. Mandarano sottolinea come non siano le tecnologie a dover fornire l'effetto sorpresa, ma quello che l'opera riesce a raccontare coinvolgendo [7].
Mettere a confronto reale e digitale, ascoltare i soggetti e fermarsi di fronte a un quadro per imprimere nella memoria scene e dettagli da portare come riferimento per gli indizi successivi, stimolano l'utente e lo rendono parte attiva (e non più osservatore passivo).
Si giunge infine al piano terra, nella sala più suggestiva del Palazzo, caratterizzata da una

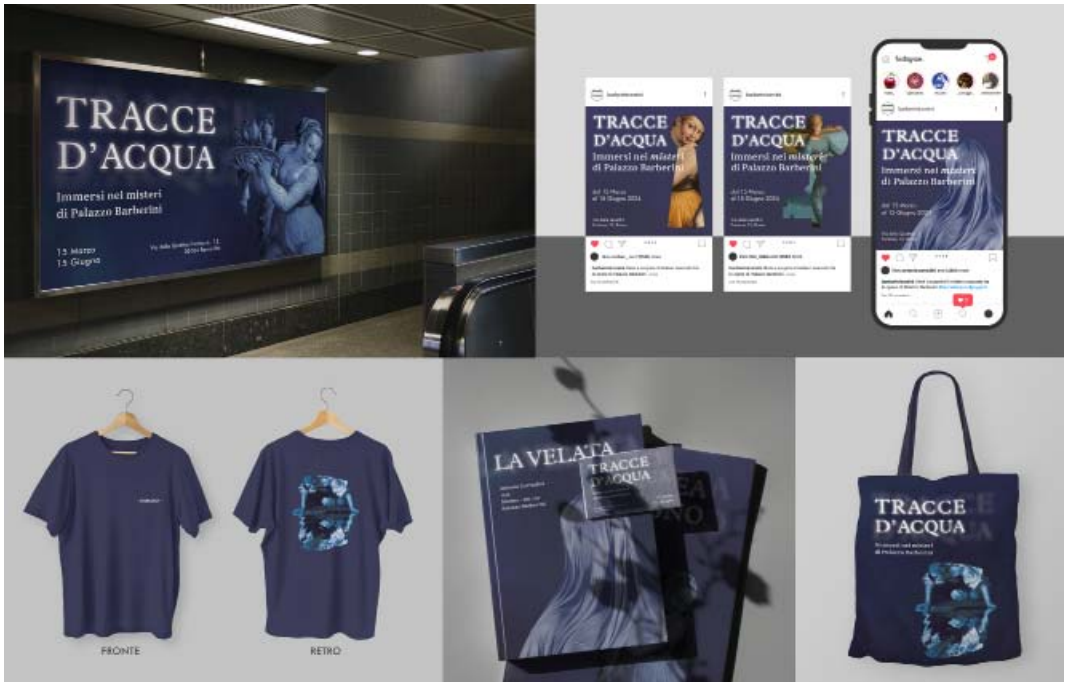


Fig. 3. Mockup dei prodotti di *merchandising* (elaborazione degli autori).

Fig. 4. Proposta di Leporello (elaborazione grafica degli autori).

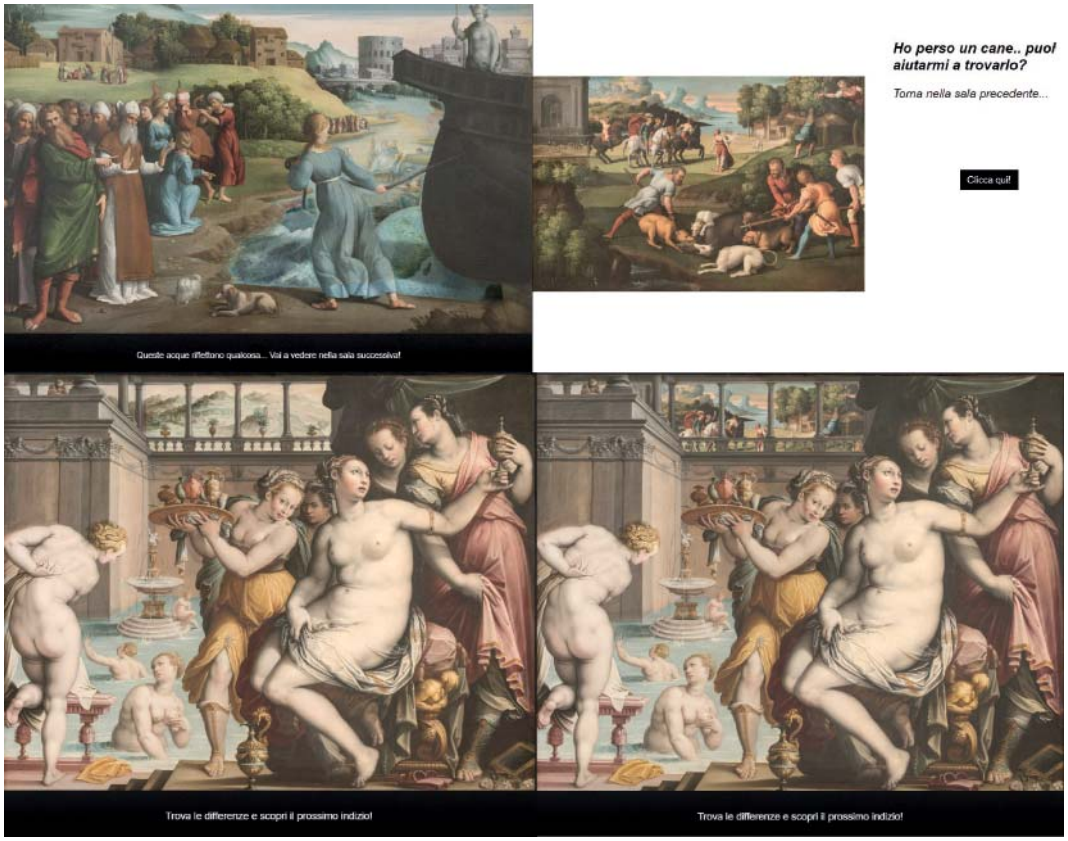


Fig. 5. Dimostrazione del VR, esempi di alcuni indizi da trovare..

fontana interna: la sala di Bacco. In tale contesto, il mistero viene parzialmente svelato inquadrando l'acqua della fontana, la quale mostra sotto forma di flashback la verità riguardo la lettera di Papa Urbano VIII. Tramite tale contenuto, però, non sarà ancora possibile leggere la risposta del padre di Alessandro, da sempre nascosta all'interno del leporello.

Conclusioni

Nel panorama della comunicazione museale in rapporto con le nuove tecnologie, la progettazione di un gioco investigativo può rispondere alla domanda posta nell'introduzione, ossia "a chi vogliamo comunicare i Beni Culturali?"
Il target preso in considerazione sono gli adolescenti, con l'obiettivo di stimolare il loro interesse a visitare fisicamente il museo e a prestare attenzione ai dettagli delle opere. Da qui nasce la voglia di sperimentare, ricorrendo ai nuovi sistemi tecnologici (AR e VR). Questi strumenti innovativi consentono la valorizzazione ed educazione al patrimonio, in quanto favoriscono, per dirlo come Macauda e Panciroli (2018), la "conoscenza, rielaborazione e partecipazione" [8]. Aggiungono dunque un elemento d'intrattenimento, ma offrono anche un approccio didattico e accattivante, stimolando

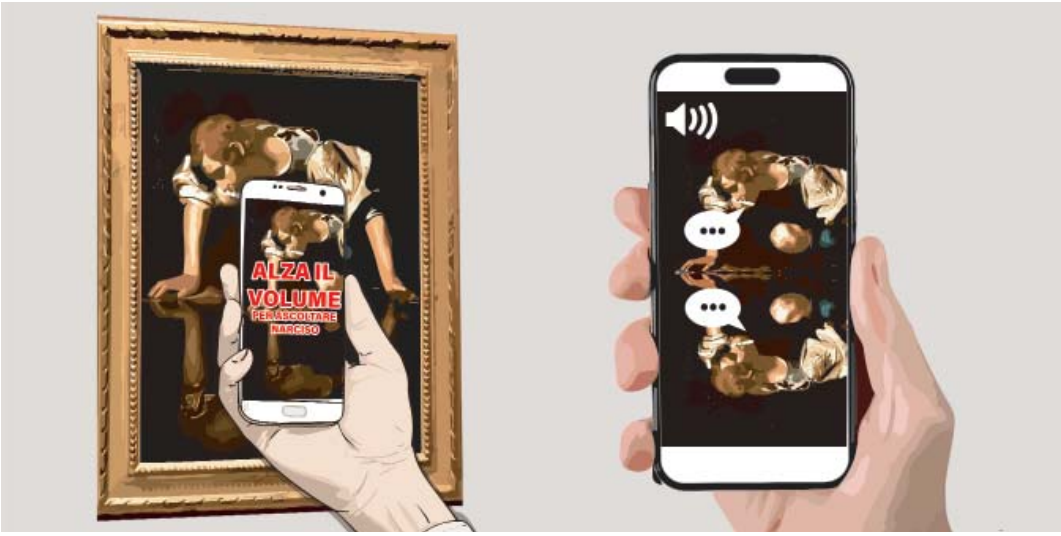


Fig. 6. Dimostrazione dell'AR, il primo indizio Narciso.

la curiosità degli adolescenti e rendendo la visita al museo un'esperienza memorabile. In questo modo, la progettazione di un gioco investigativo non solo risponde alla sfida di coinvolgere un pubblico specifico, ma intende aprire la porta a una nuova era di comunicazione museale, che sfrutta appieno il potenziale delle tecnologie emergenti per rendere il patrimonio culturale accessibile, avvincente e rilevante per le generazioni più giovani.

Note di chiusura

[1] Coquillon, N., & Staples, J. (2015). Webcasting for Secondary Students: Notes from the Field. *Journal of Museum Education, (40)*2,110-118. Routledge.

[2] Branchesi, L., Curzi, V., & Mandarano, N. (Eds.). (2016). Comunicare il museo oggi: Dalle scelte museologiche al digitale. *Op. Cit., 162*, 73-77. Skira.

[3] Cimoli, A. C. (Ed.). (2017). *Che cosa vedi? Musei e pubblico adolescente.* Nomos Edizioni.

[4] Castelli Gattinara, F. (2017). Realtà virtuale per la Domus Aurea: Tour virtuale nelle stanze neroniane. *Il Giornale dell'arte.*

[5] Mosca, O. (2020). Realtà aumentata: Enunciazioni digitali in museo. *E|C Rivista dell'Associazione Italiana di Studi Semiotici, 14*(30). Mimesis Edizioni.

[6] Grego, F. (2020). Dentro il capolavoro di Palazzo Barberini: Caravaggio e l'enigma di Narciso. *Arte.it, The Map of Art in Italy.*

[7] Mandarano, N. (2019). *Musei e media digitali.* Carocci.

[8] Macauda, A., & Panciroli, C. (2018). Ambienti virtuali e aumentati per valorizzare l'arte e il

patrimonio. In A. Luigini & C. Panciroli (Eds.), *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio* (p. 29). FrancoAngeli.

Riferimenti bibliografici

Bollo, A., & Gariboldi, A. (2008). Io non vado al museo: Esplorazione del non pubblico degli adolescenti. In A. Bollo (Ed.), *I pubblici dei musei: Conoscenza e politiche* (pp. 204-220). FrancoAngeli.

Branchesi, L., Curzi, V., & Mandarano, N. (Eds.). (2016). Comunicare il museo oggi: Dalle scelte museologiche al digitale. *Op. Cit., 162,* 73-77. Skira.

Cimoli, A. C. (Ed.). (2017). *Che cosa vedi? Musei e pubblico adolescente.* Nomos Edizioni.

Coquillon, N., & Staples, J. (2015). Webcasting for secondary students: Notes from the field. *Journal of Museum Education, 40*(2), 110-118. Routledge.

Ippoliti, E., Camagni, F., & Casale, A. (Contributo di). (2023). Urbino con gli occhi del Rinascimento: Un taccuino di viaggio multimediale. In S. Brusaporci, P. Maiezza, A. Marra, I. Trizio, F. Savini, & A. Tata (Eds.), *IMG23 IV convegno internazionale e interdisciplinare su immagini e immaginazione.* L'Aquila..

Macauda, A., & Panciroli, C. (2018). Ambienti virtuali e aumentati per valorizzare l'arte e il patrimonio. In A. Luigini & C. Panciroli (Eds.), *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio* (pp. 204-220). FrancoAngeli.

Zerbini, L. (Ed.). (2006). *La didattica museale.* Aracne Editrice.

Sitografia

https://www.istat.it/it/archivio/292298;

https://www.isavincetutto.com;

https://www.ilgiornaledellarte.com/Articolo/Realt%C3%A0-virtuale-per-la-Domus-Aurea;

https://www.artribune.com/television/2017/01/video-domus-aurea-realta-virtuale-roma/;

https://useeum.com/institutions/the-museum-mystery/;

https://www.arte.it/notizie/roma/caravaggio-e-l-enigma-di-narciso-17117.

Dal rilievo laser scanner al tour virtuale: un flusso di lavoro per favorire l'accessibilità al patrimonio costruito

Raffaele Argiolas[1]

[1]DICAAR – Università degli Studi di Cagliari, ITALY

raffaele.argiolas@unica.it

Keywords: Laser scanner; Virtual tour; WebGL; Accessibility; Built heritage / *Laser scanner; Tour virtuale; WebGL; Accessibilità; Patrimonio costruito.*

Abstract

The survey of the built heritage through laser scanner technology is now a consolidated technique that often becomes indispensable when the geometries to be surveyed are particularly complex; the speed of execution, the level of detail and precision that can be obtained, in addition to the possibility of recording both dimensional and chromatic data, in fact allow for the generation of point clouds that are a precious source of information for the study and digital reproduction of historical architecture.
Moreover, in addition to these executive advantages, and net of the well-known problems related to the management and processing of the great masses of data that these techniques generate, the visual potential that point clouds have in telling the story of built architecture remains undoubted.
The design of the complete survey of a building, determining the choice of station points from which to perform the scans, often leads to the creation of an actual tour, even without the conscious intention of the surveyor himself. This, combined with the 'coverage' offered by the individual scans, comparable to the gaze of a visitor looking around, leads to the creation of an almost ready-made virtual tour of the building being studied with each survey.
The aim of the experimentation presented is to hypothesise a synthetic workflow that allows for the creation of a virtual tour starting from what is produced during a classic laser scanner survey, without the need to produce additional materials specifically for this purpose; additional materials that can instead enrich the tour, extending the experience beyond the simple virtual visit of the places.
Taking as an example case study the Church of Hope, located in the historical district of Cagliari (Italy), and today used as a venue for the celebration of the rites of the Orthodox Church, the proposed workflow describes the steps and tools leading to the development of the virtual tour and some possible interactions to be offered to a generic user. The tour, based entirely on web-based technologies, thus allows the exploration of the church spaces, access to which is limited to the performance of rites or for study purposes, offering a series of additional information on the architecture, rich furnishings and artefacts that characterise the building's interior.
Where, therefore, the building is difficult to access, both physically and cognitively, a tool such as the virtual tour makes it possible to visit the church and learn some of its peculiarities thanks to the information support offered.

Il rilievo del patrimonio costruito mediante tecnologie laser scanner è ormai una tecnica consolidata che diviene spesso imprescindibile quando le geometrie da rilevare sono particolarmente complesse; la rapidità di

Fig. 1. Scansioni laser, foto sferiche e interazioni come elementi di base di tour immersivi (elaborazione grafica dell'autore).

esecuzione, il livello di dettaglio e precisione ottenibili, oltre alla possibilità di rilevare sia i dati dimensionali e cromatici, consentono infatti generare nuvole di punti che sono una fonte di informazioni preziosa per lo studio e la riproduzione digitale di un'architettura storica.
Inoltre, in aggiunta a questi vantaggi esecutivi, e al netto delle ben note problematiche legate alla gestione ed elaborazione delle grandi moli di dati che queste tecniche generano, restano indubbie le potenzialità visive che le nuvole di punti hanno nel racconto delle architetture costruite.
La progettazione del rilievo completo di un edificio, determinando la scelta dei punti di stazione da cui eseguire le scansioni, porta spesso e volentieri alla creazione di un vero e proprio tour, anche senza che ve ne sia la cosciente volontà da parte di chi esegue il rilievo stesso. Ciò, unito alla 'copertura' offerta dalle singole scansioni, paragonabile allo sguardo di un visitatore che si guardi intorno, porta ad avere ad ogni rilievo dei materiali pressoché pronti per la creazione di un tour virtuale per la navigazione dell'edificio studiato.
Scopo della sperimentazione presentata è quello di ipotizzare un sintetico flusso di lavoro che consenta la creazione di un tour virtuale a partire da quanto prodotto durante un classico rilievo laser scanner, senza che sia necessario produrre ulteriori materiali appositamente per tale scopo; ulteriori materiali che invece potranno arricchire il tour, ampliando l'esperienza oltre la semplice visita virtuale dei luoghi.
Preso come caso studio d'esempio la Chiesa della Speranza, sita nel quartiere storico di Cagliari (Italia), ed oggi destinata a sede per la celebrazione dei riti della Chiesa ortodossa, nel flusso di lavoro proposto vengono descritti i passaggi e gli strumenti che portano allo sviluppo del tour virtuale e di alcune possibili interazioni da offrire ad un generico fruitore. Il tour, basato interamente su tecnologie web, consente l'esplorazione degli spazi della chiesa, il cui accesso è limitato allo svolgimento dei riti o per motivi di studio, offrendo una serie di informazioni aggiuntive sull'architettura, sui ricchi arredi e sui manufatti che caratterizzano l'interno dell'edificio.
Laddove, quindi, l'edificio risulti difficilmente accessibile, sia fisicamente che cognitivamente, uno strumento come quello del tour virtuale consente di visitare la chiesa e di apprenderne alcune peculiarità grazie al supporto informativo offerto.

Introduzione

Le moderne tecnologie digitali per il rilievo, come la fotogrammetria e il laser scanning, sono ormai strumenti imprescindibili per lo studio di architetture complesse, quali quelle spesso presenti nel patrimonio storico costruito. Queste tecnologie forniscono una mole di dati enorme che ne costituisce di fatto sia uno dei maggiori punti di forza che l'origine delle principali problematiche, legate appunto alla gestione ed elaborazione di tali dati; i lunghi tempi di manipolazione, la difficoltà di automatizzare operazioni quali la segmentazione e la classificazione delle nuvole di punti relative a geometrie complesse, costituiscono sicuramente alcuni dei principali temi della ricerca scientifica relativamente a queste tecnologie.
Nonostante ciò, è evidente come i dati generati dalle scansioni laser costituiscano una fonte inestimabile di informazioni spaziali, geometriche e cromatiche, caratterizzate da un sempre maggior grado di dettaglio e precisione, e con tempi di realizzazione dei rilievi estremamente contenuti se paragonati ad altre tecnologie come la fotogrammetria. Motivi questi per cui le nuvole di punti vengono utilizzate come base per definire e modellare semanticamente gli elementi architettonici.
Che tale modellazione avvenga in forma di mesh, direttamente dalla nuvola di punti, o mediante NURBS basate sui profili estratti dalle stesse nuvole, il fine ultimo più frequente è quello di estrarre dati geometrico-spaziali (Spallone et al, 2021). Meno

frequente è invece l'utilizzo di queste nuvole per il potenziale visivo che offrono, nonostante la loro efficacia nella rappresentazione e nel racconto delle architetture. Le scansioni offrono infatti, anche nella loro forma più grezza, una densa quantità di informazioni di tutto l'ambiente circostante; questo aspetto le rende quindi dualmente interessanti in termini di riproduzione digitale dello spazio. Se da un lato la precisione e la densità dei punti generabili offre, come detto, un'importante base per la generazione di modelli 3D, la copertura visiva offerta ad un osservatore posto nei punti di stazione risulta, nella sua completezza, un valido supporto da affiancare alla fotografia panoramica o come alternativa a quest'ultima.
Lo studio presentato va ad affiancare una più ampia ricerca sulla documentazione e modellazione delle volte nervate appartenenti allo stile tardo-gotico mediterraneo, presenti in Sardegna; tale stile è di per sé caratterizzato da vari elementi architettonici le cui complessità geometrico-costruttive li rende spesso particolarmente complicati da rilevare in maniera efficace, e le volte ne costituiscono un esempio emblematico. Proprio a causa di ciò, lo studio di questi sistemi voltati, presenti principalmente in edifici religiosi, ha portato nel tempo a svolgere diversi rilievi integrati che hanno coinvolto l'uso del laser scanner per l'acquisizione di dati geometrico-spaziali dei casi di studio di volta in volta individuati.
Come si avrà modo di vedere nei capitoli seguenti, rilievi di questo tipo portano in maniera quasi intrinseca, alla produzione di materiali digitali che, pur senza una elaborazione specifica, possono costituire un'ottima base per la creazione di tour virtuali a supporto della visita da remoto degli edifici.
Sulla base di queste considerazioni nasce l'idea di ipotizzare un semplice flusso di lavoro che consenta di sviluppare facilmente e velocemente un tour virtuale, anche a chi non ha particolare famigliarità con gli strumenti informatici utilizzati, in cui un generico utente può esplorare architetture non sempre facilmente visitabili, e la cui comprensione richiede un apparato conoscitivo non comune tra gli utenti esterni alle discipline architettoniche.

Il caso di studio

Tra i molteplici edifici rilevati ed analizzati nell'ambito della ricerca già menzionata, si è scelto come primo esempio di applicazione del flusso di lavoro ipotizzato, la Chiesa della Speranza nel quartiere storico di Castello a Cagliari (Italia)(Fig. 02).
La chiesa di Nostra Signora della Speranza è anche nota come cappella Aymerich, nome dovuto alla sua funzione originaria di cappella gentilizia dei marchesi di Laconi, gli Aymerich. Nonostante non sia facile da datare, si hanno tracce scritte della chiesa già nel 1494, anno in cui vi fu istituito un beneficio (Garau, 2011). La facciata principale, caratterizzata da un coronamento piatto, presenta un portale architravato sormontato da un arco ogivale; lo stemma nobiliare della famiglia Aymerich è allineato al portale. L'interno della chiesa è costituito da una navata a una sola campata, affiancata da

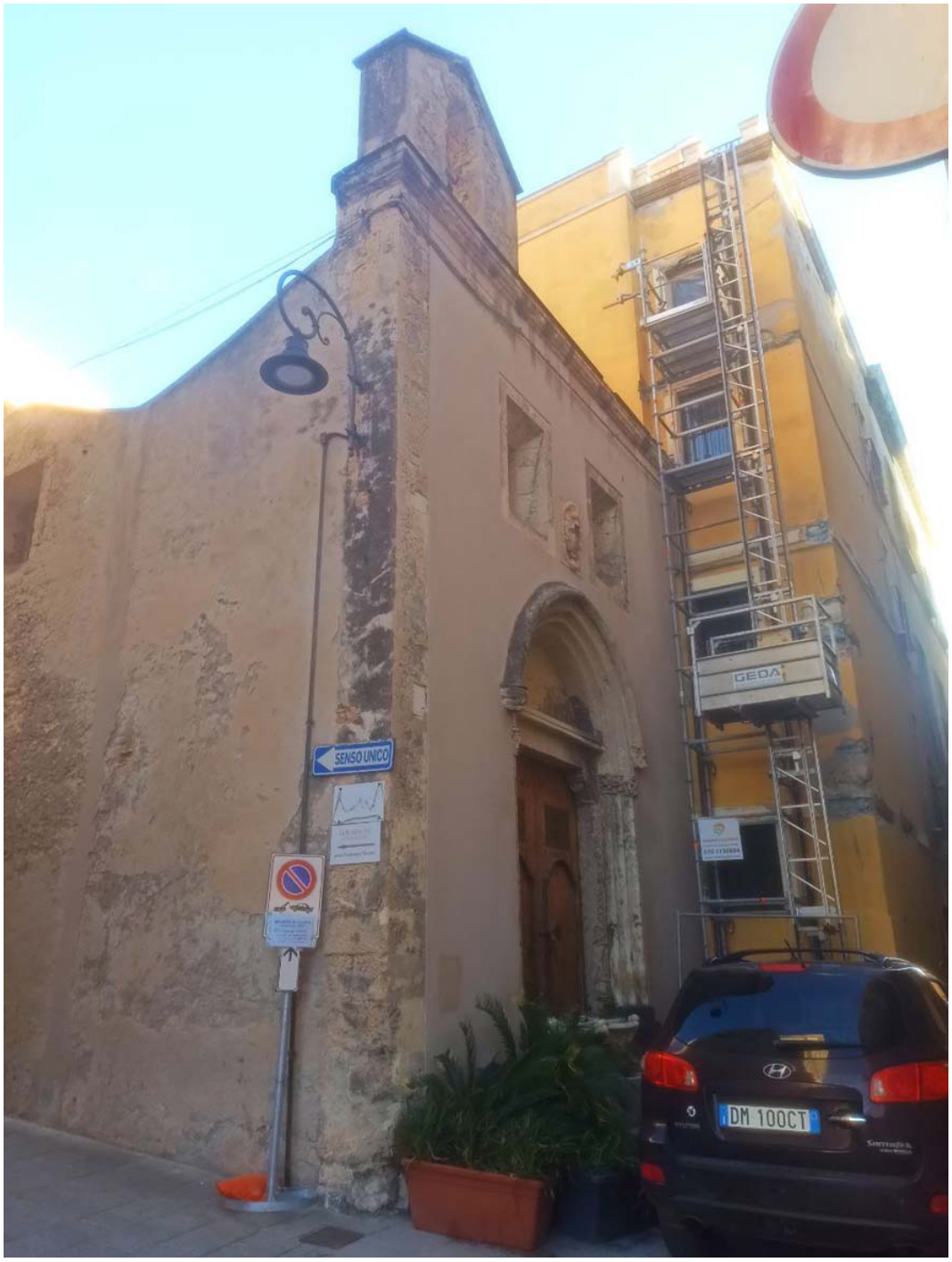


Fig. 2 - Esterno della Chiesa della Speranza (fotografia dell'autore).

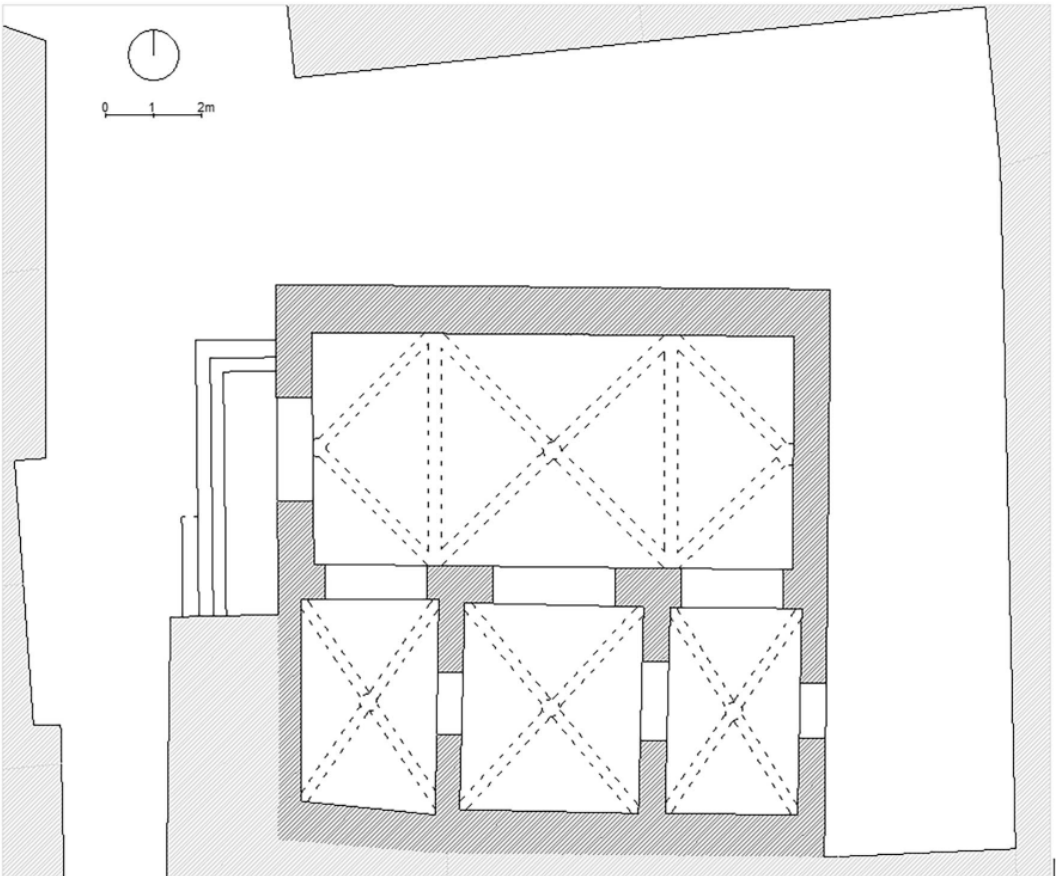


Fig. 3 - Pianta della chiesa (elaborazione grafica dell'autore).

tre cappelle. La copertura della navata è insolita, costituita da una volta a crociera costolonata su base quadrata, affiancata da due semi-volte costolonate i cui capi sono parzialmente incassati nella muratura (Fig. 03). Soluzioni simili si trovano anche nella vicina Chiesa di Santa Lucia, a copertura di una delle cappelle laterali, e all'interno della Cattedrale nella Sacrestia dei Beneficiati (Schirru, 2013), entrambe nel quartiere di Castello.

In principio la chiesa è stata selezionata proprio per la presenza di interessanti soluzioni adottate nelle coperture voltate, ed in particolare il già menzionato sistema a copertura della navata principale. La volontà di studiare nel dettaglio la conformazione di questa particolare soluzione, difficilmente rilevabile con metodi di rilievo più tradizionali, ha portato alla decisione di impiegare nelle operazioni raccolta delle informazioni l'utilizzo del laser scanner.

Nel merito della presente sperimentazione, la scelta della Chiesa della Speranza come esempio applicativo della metodologia ipotizzata è dettata dall'attuale situazione di utilizzo in cui si trova il monumento; la Chiesa è di particolare interesse in quanto dal

2001 è concessa in uso temporaneo per la celebrazione dei riti della Chiesa ortodossa. Tale funzione ha portato gli spazi interni ad ospitare arredi e manufatti in uso nelle celebrazioni ortodosse, aumentando ulteriormente il fascino della piccola chiesa. Di contro però, l'odierno uso liturgico ha portato ad una limitazione delle possibilità di visitare l'edificio, operazione possibile solo durante le funzioni religiose, particolari eventi culturali o, su richiesta, per motivi di studio.

Processo di sviluppo del tour

Lo scopo della presente ricerca è, come detto, la formulazione di un flusso di lavoro che consenta, in tempi rapidi e con strumenti accessibili a tutti, lo sviluppo di tour virtuali all'interno degli ambienti scansionati (Masciotta et al, 2023); tour che possano sfruttare le immagini panoramiche per la generazione degli ambienti immersivi (Banfi et al, 2018; Argyriou et al, 2020), ed i dati spaziali delle nuvole, opportunamente segmentate, per visualizzare manufatti ed elementi architettonici presenti nell'edificio analizzato, il tutto in remoto tramite un semplice browser web.
Le immagini panoramiche utilizzate sono quelle generate automaticamente dallo scanner in fase di cattura, come anteprima della scansione.
La scelta di offrire l'esperienza virtuale mediante browser è data dalla volontà di garantire un'accessibilità quanto più ampia possibile, motivo che ha portato alla decisione di sviluppare la metodologia utilizzando unicamente strumenti web-based di libero accesso. L'esclusione di piattaforme o software commerciali consente un accesso alla consultazione ed uno sviluppo affrancati da limiti tecnici spesso imposti dai prodotti commerciali, primo tra tutti l'obbligo speso presente di avere una registrazione ai servizi offerti, consentendo quindi anche la libera riproducibilità ad altri campi di applicazione.
Nello specifico, la creazione delle varie scene del tour avviene mediante il Framework A-Frame, basato su Three.js e focalizzato sullo sviluppo di ambienti immersivi interattivi; la notevole semplificazione offerta da A-Frame nello sviluppo delle scene, specie se paragonato alla libreria Three.js, rende estremamente accessibile questo tipo di tecnologie anche ad utenti non specializzati.
Il flusso di lavoro, decritto più nel dettaglio a breve, è schematizzato in Figura 04.
La struttura del tour virtuale in sé può essere immaginata come un percorso non necessariamente lineare costituito da più scene interconnesse (Fig. 05), la cui generazione avviene mediante il framework A-Frame; l'ambiente, come detto, è costituito dalle foto sferiche, all'interno delle quali vengono identificati dei punti di passaggio alla cui interazione si viene spostati in un'altra scena, anch'essa su foto sferica. La meccanica di spostamento non libero, tipica delle applicazioni VR offre il doppio vantaggio di evitare fenomeni di *motion-sickness*, motivo per cui il movimento libero trova limitati utilizzi in queste applicazioni, e di non doversi preoccupare di possibili lacune dovute a zone d'ombra nelle scansioni, completamente assenti nei punti di stazione delle scansioni.

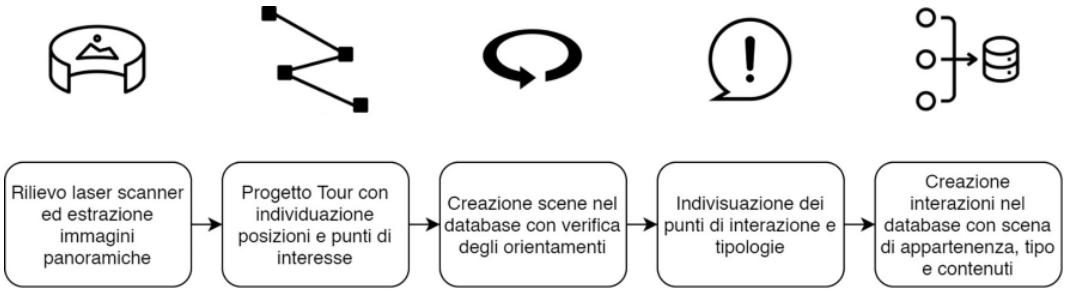


Fig. 4 - Flusso di lavoro generale (elaborazione grafica dell'autore).

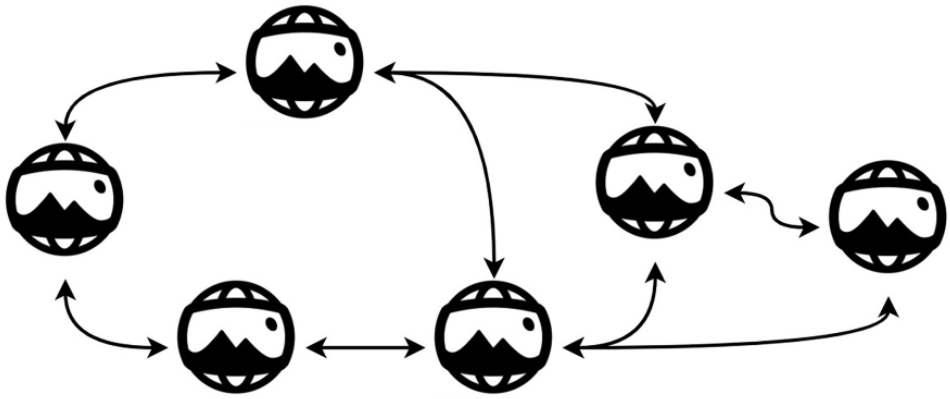


Fig. 5 - Schematizzazione del Tour (elaborazione grafica dell'autore).

Oltre ai punti di passaggio tra le scene, all'interno di ogni scena possono essere individuati dei potenziali punti di interesse, ai quali associare le interazioni possibili all'utente (Figg. 06, 07); ad ogni interazione viene associata la visualizzazione di contenuti inerenti al punto di interesse attivato (Mezzino, 2023).
Lo sviluppo vero e proprio del tour segue un processo estremamente semplice (Fig. 08) basato principalmente su una scena A-Frame di progettazione e sulla compilazione delle tabelle di un database che conterrà tutte le informazioni relative ai tour sviluppati (Fig. 09).
La scena di progettazione consente di caricare la singola immagine panoramica da usare come sfondo, identificato in A-Frame dal tag *a-sky*, il cui orientamento iniziale è impostabile mediante uno slider che definisce la rotazione dell'immagine intorno all'asse verticale; in questo modo è possibile stabile la direzione verso cui sarà rivolto il visitatore una volta entrato nella scena.
Alla scena di progettazione è inoltre associato un semplice script che consente, in seguito ad un click del mouse, di ottenere le coordinate del punto in cui il click è stato eseguito; tali coordinate saranno quelle da utilizzare per il posizionamento delle icone di interazione all'interno della scena. Mediante questo meccanismo l'utente può quindi guardarsi liberamente intorno, decidere in che punto collocare un'interazione

Fig. 6 - Tipologie di interazioni e relative icone (elaborazione grafica dell'autore).

Fig. 7 - Esempio di scena del tour (elaborazione grafica dell'autore).

ed ottenere le coordinate di tale punto. È inoltre bene notare che la sola posizione delle interazioni in realtà non sarebbe sufficiente per una visualizzazione ottimale delle icone, in quanto queste potrebbero risultare orientate in modo da non essere visibili all'utente; rimanendo fedeli all'idea di facilitare quanto più possibile i passaggi di sviluppo, le pagine principali che costituiscono il tour contengono uno script che andrà ad orientare in maniera completamente automatica le icone affinché queste siano sempre rivolte verso il visitatore.
Stabilita quindi l'immagine di sfondo da usare, il suo orientamento e le posizioni delle interazioni si può passare alla compilazione del database.
Le tipologie di interazione sono principalmente due: spostamenti e accesso ai contenuti aggiuntivi. Le interazioni di spostamento sono definite nel database dall'identificativo della scena di appartenenza (origine), dalla scena di arrivo (destinazione), le coordinate per il posizionamento nella scena e la rotazione che dovrà avere lo sfondo della scena di arrivo; quest'ultimo parametro può dimostrarsi utile nel caso in cui arrivando nella

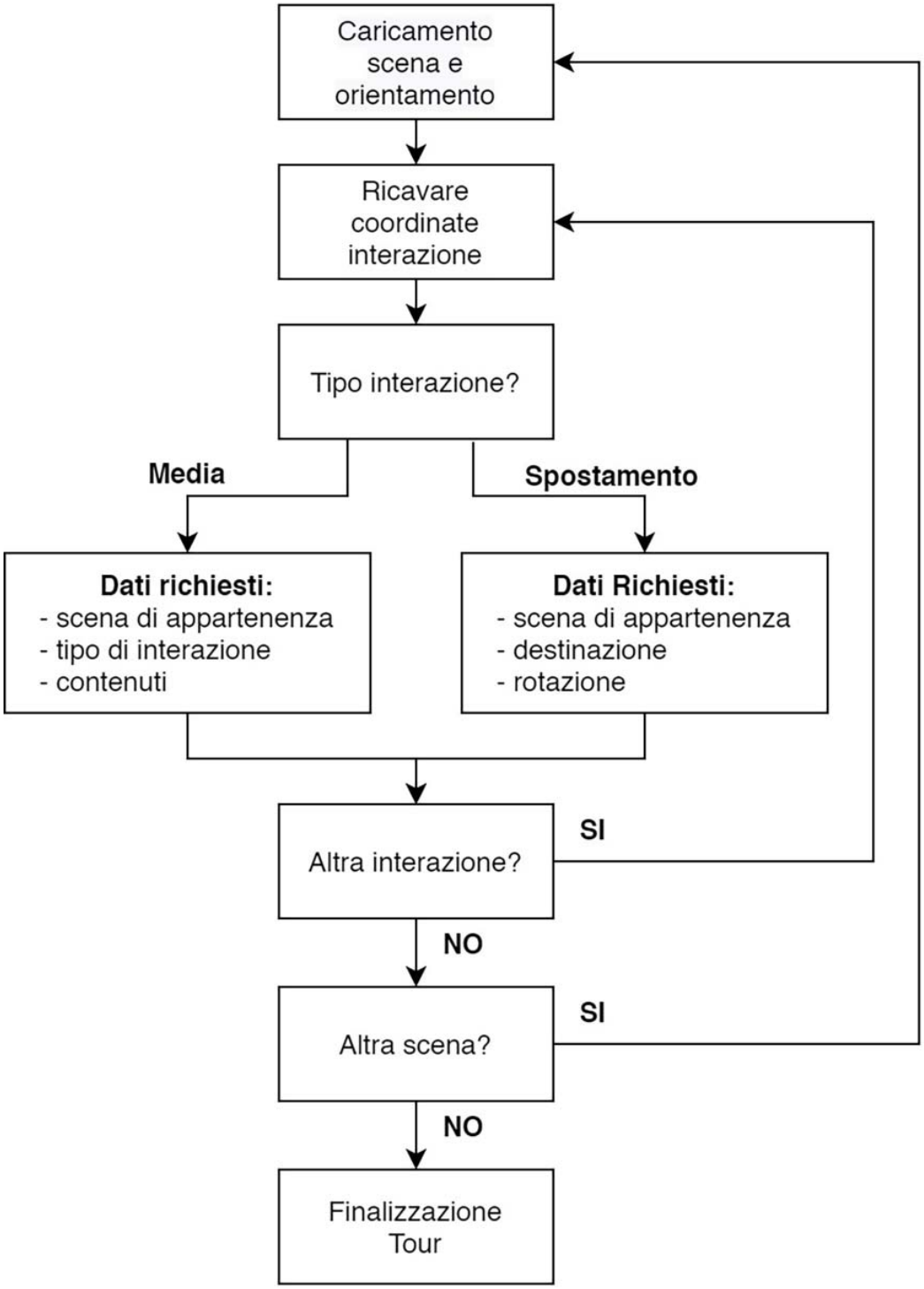


Fig. 8 - Flusso di lavoro per lo sviluppo di una scena (elaborazione grafica dell'autore).

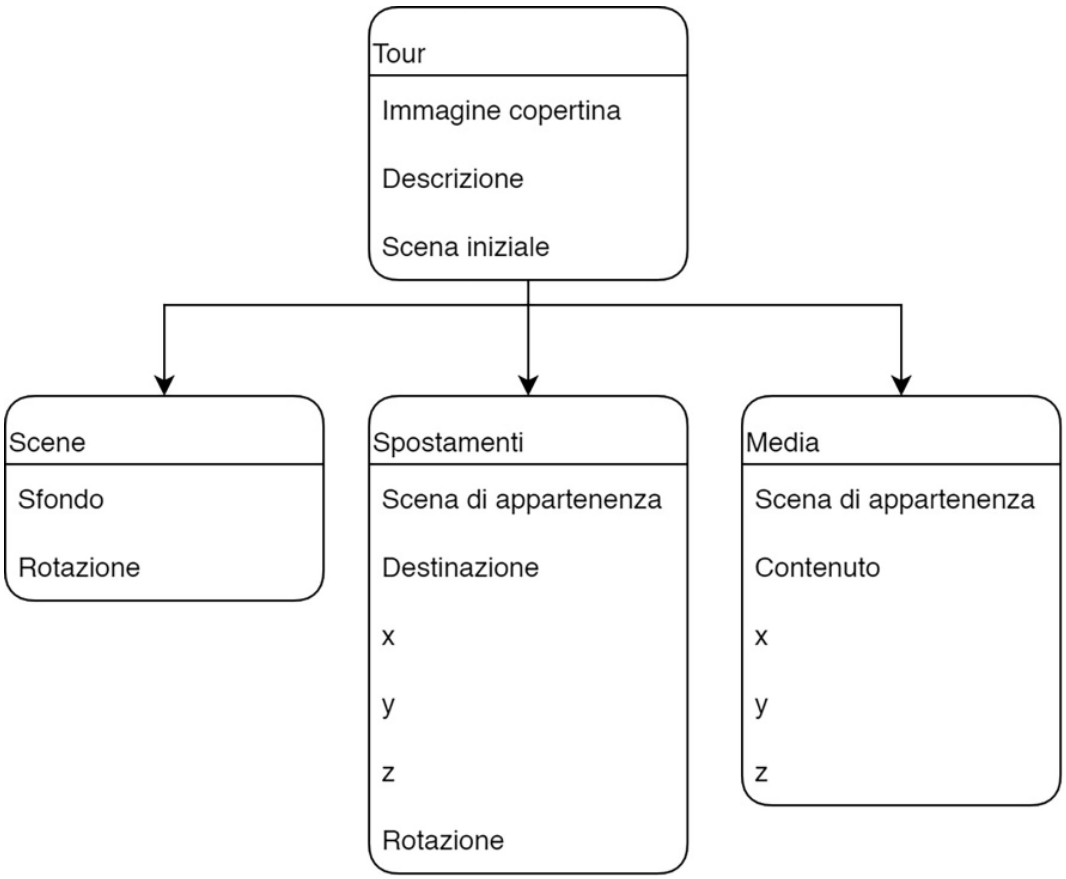


Fig. 9 - Struttura schematica del database (elaborazione grafica dell'autore).

medesima scena da origini differenti sia necessario cambiare l'orientamento dello sfondo visualizzato.
Le interazioni della seconda tipologia sono tutte definite dall'identificatore della scena che le dovrà contenere, la posizione dello spazio, la tipologia di contenuto ed il contenuto stesso. In merito alla tipologia di contenuto da mostrare, l'uso di strumenti web-based offre possibilità praticamente infinite sulla tipologia di contenuti visualizzabili, dalle semplici immagini e testi a media audio-visivi, sino ad arrivare a modelli tridimensionali manipolabili dall'utente.
Proprio quest'ultima possibilità, implementata mediante il framework 3DHop, si avvantaggia dei dati spaziali offerti dalle scansioni laser; è infatti possibile mostrare all'utente porzioni di nuvole di punti o mesh rappresentanti gli oggetti presenti nella scena, così come loro riproduzioni 3D di sintesi che ne consentono una più facile lettura e che, a loro volta, possono divenire punti di accesso ad ulteriori informazioni.
La visualizzazione delle informazioni è affidata a pagine modali preimpostate in cui vengono caricati i contenuti di volta in volta richiamati dalle interazioni; unica eccezione

è quella del visualizzatore di 3DHop per il quale si è deciso di utilizzare una nuova finestra pop-up, al fine di rendere più libera la manipolazione del modello mostrato (Fig. 10). In particolare, stabilito il tipo di contenuto, lo script di compilazione delle pagine modali andrà a formattare i contenuti secondo quanto inserito nel database: semplice trascrizione per i testi, inserimento di un lettore multimediale per audio, video e immagini, ed infine collegamento al visualizzatore di 3DHop per i modelli tridimensionali.
Nel database, oltre alle tabelle relative alle scene e alle interazioni, è presente una tabella dei tour in cui vengono inserite le informazioni generali quali il nome del tour, una possibile copertina ed una descrizione che costituiranno la pagina iniziale del tour stesso; a queste si aggiunge l'identificativo della prima scena, che stabilirà la prima tappa della visita e quindi della rete di spostamenti a disposizione per il singolo tour.
Sviluppato il tour, la sua visualizzazione si basa solamente su tre pagine standard che si compilano automaticamente mediante di dati recuperabili dal database: pagina dedicata alle scene del tour, pagine modali a scomparsa in cui mostrare testi o contenuti multimediali, ed infine la pagina con il visualizzatore di 3DHop. Poiché tutte le informazioni sono automaticamente lette dal database, lo sviluppatore non ha necessità di agire direttamente sul codice, ma solo sui dati interni al database.

Fig. 10 - Esempio di visualizzazione dei modelli mediante 3DHop (elaborazione grafica dell'autore).

Conclusioni e sviluppi futuri

L'uso del laser scanner per un rilievo di un edificio storico prevede l'esecuzione di scansioni cadenzate che definiscono una vera e propria rete di spostamenti all'interno dell'architettura studiata e del suo intorno; per ogni punto di stazione viene quindi definita una ipotetica tappa di un tour che esplora la complessità dell'edificio. Tappa di cui si ha una visione globale sotto forma di rappresentazione panoramica, oltre alla ricercata riproduzione digitale degli spazi.
La sperimentazione presentata ha cercato di dimostrare come, forniti degli strumenti base preimpostati liberamente accessibili a chiunque e condivisibili, è possibile mettere un utente generico nelle condizioni di sviluppare un semplice tour virtuale basato principalmente su alcuni aspetti spesso sottovalutati in fase di rilievo. Eliminati gli oneri della programmazione e della produzione di scenari appositi, lo sviluppatore è libero di concentrarsi sulla produzione delle informazioni a corredo del tour, che andranno a guidare l'utilizzatore finale nella scoperta delle architetture. La scelta di utilizzare tecnologie aperte e di libero accesso recide i vincoli, per chi crea e per chi utilizza il tour, a formati o piattaforme specialistiche come ad esempio quelle legate ai flussi Scan-to-BIM (Fassi et al., 2016).
Va inoltre ricordato che la scelta di partire da uno strumento, comunque, non comune e poco accessibile ad un generico utente come può esserlo un laser scanner, è dettata in questo caso specifico dalla presenza a monte di numerosi rilievi di questo tipo, prodotti per altri scopi. Se è pur vero che questi strumenti stanno diventando sempre più accessibili, è anche vero che la medesima metodologia analizzata è riproducibile con altre strumentazioni più accessibili, sia in temini economici che di semplicità di utilizzo.
Fotocamere per la fotografia sferica o lo stesso smartphone che ognuno di noi oramai possiede, consentono di generare immagini panoramiche da utilizzare come scene di un possibile tour virtuale, ampliando notevolmente l'accesso a questo tipo di soluzioni.

Riferimenti bibliografici

Argyriou, L., Economou, D., & Bouki, V. (2020). Design methodology for 360° immersive video applications: the case study of a cultural heritage virtual tour. *Personal and Ubiquitous Computing*, 24(6), 843-859. https://doi.org/10.1007/s00779-020-01373-8

Banfi, F., Stanga, C., Brumana, R. (2018). Correction to: A Digital Workflow for Built Heritage: From SCAN-to-BIM Process to the VR-Tour of the Basilica of Sant'Ambrogio in Milan. In: Ioannides, M., et al. *Digital Heritage. Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection. EuroMed 2018. Lecture Notes in Computer Science*, vol 11196. Springer, Cham.

Fassi, F., Mandelli, A., Teruggi, S., Rechichi, F., Fiorillo, F., Achille, C. (2016). VR for Cultural Heritage. In: De Paolis, L., Mongelli, A. (eds) *Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics. AVR 2016. Lecture Notes in Computer Science*, vol 9769. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-40651-0_12

Garau, M. (2011). I rapporti commerciali della famiglia Aymerich con Barcellona, Valenza e Maiorca

tra ‘400 e ‘500 attraverso i documenti d’Archivio. *AMMENTU-Bollettino Storico e Archivistico del Mediterraneo e delle Americhe*, 1(1), 179-192.

Masciotta, M. G., Sanchez-Aparicio, L. J., Oliveira, D. V., & Gonzalez-Aguilera, D. (2023). Integration of laser scanning technologies and 360º photography for the digital documentation and management of cultural heritage buildings. *International Journal of Architectural Heritage*, 17(1), 56-75.

Mezzino, D. (2023). Digital visualization for cultural dissemination. *SCIRES-IT-SCIentific RESearch and Information Technology*, 13(1), 135-152.

Schirru, M. (2013). Forme e modelli architettonici tra la Spagna e la Sardegna del ‘500. *ArcheoArte*, 2. http://ojs.unica.it/index.php/archeoarte/article/download/1274/1051

Spallone, R., López González, M. C., Vitali, M., Bertola, G., Natta, F., & Ronco, F. (2021). From survey to 3d modelling to digital fabrication. A workflow aimed at documenting and transmitting built heritage. *ISPRS - Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, XLIII-B2-2021, 619-626. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-xliii-b2-2021-619-2021

Marburger Wissensräume – representing 500 years of university history in form of 4D reconstructions of cultural heritage.

Peter Bell[1], Katharina Hefele[1]

[1]Chair of art history and digital humanities, Philipps-Universität Marburg, GERMANY

peter.bell@uni-marburg.de; katharina.hefele@uni-marburg.de

Keywords: Research Project; University Buildings; Crowdsourcing; Wikimedia; Semantic Web; Linked Open Data / *Progetto di Ricerca; Edifici Universitari; Crowdsourcing; Wikimedia; Web Semantico; Linked Open data.*

Abstract

In the project "Marburger Wissensräume" (Marburg Knowledge Spaces) 2023-2027, the university and scientific history of Marburg is to be prepared on the basis of its architecture and interiors for the interested public of the 500th anniversary of the university 2027, while the data should be made permanently available. In Marburg everyone is familiar with the slogan "Marburg has no university, Marburg is a university". Accordingly former and existing university buildings can be found throughout the city: medieval monasteries, historicism of the 19th century (fig. 1) and an award-winning modular architecture of Brutalism (fig. 2).

The project compiles existing research and archival material, but at the same time calls for a university-wide indexing of memories, a collection of historical photographs and sources. It relies on crowdsourcing and on a strong involvement of students in the form of project-oriented courses, internships, and qualification work. All current and former buildings (complexes), interiors as well as their special research apparatus and teaching aids of all university institutions are suitable for mapping as knowledge spaces. Of particular interest is the constant movement of subjects in the urban space as well as the double change: of research and teaching on the one hand and the stylistic and functional transformations of architecture and academic dispositives on the other.

The project should have numerous applications in the sense of the Local Time Machine concept (www.timemachine.eu), in other words it should offer insights and reconstructions into past study situations and enable location-based apps and games.

A multimodal Unity interface will present via VR and AR a keyhole perspective for the Marburg's inhabitants, students, and tourists to look into university buildings which are closed to the public or which are representing a lost condition of the building.

These interactive architectural models and 3D scanned objects from research and teaching are annotated and enriched with audio files and videos and use data which the project directly stores in the open access platforms Wikidata, Wiki Commons and Wikipedia.

A striking example of the value of this application is the fact that generations of students in the art building (Kunstgebäude) do not know that under the roof exists an Art Deco concert hall closed for structural reasons (fig. 3).

The project is a university transdisciplinary research project between art history/ history of architecture, digital humanities, software development, computer graphics, fine arts, and the German Documentation

Center for Art History (DDK). This is intended to intensify collaboration within the Marburg Center of Digital Culture and Infrastructure MCDCI and advance the university's digital transformation.

Nel progetto "Marburger Wissensräume" (Spazi di Conoscenza di Marburgo) 2023-2027, la storia universitaria e scientifica di Marburgo verrà raccontata attraverso la sua architettura e gli interni, in vista del pubblico interessato al 500° anniversario dell'università nel 2027, rendendo permanentemente disponibili i dati raccolti. A Marburgo, tutti conoscono lo slogan "Marburgo non ha università, Marburgo è un'università". Di conseguenza, edifici universitari storici e attuali si trovano in tutta la città: monasteri medievali, edifici storicisti del XIX secolo (fig. 1) e un'architettura modulare premiata nel Brutalismo (fig. 2).
Il progetto raccoglie ricerche esistenti e materiale d'archivio, ma al contempo promuove una catalogazione su scala universitaria dei ricordi, una collezione di fotografie storiche e fonti. Si basa sul crowdsourcing e su un forte coinvolgimento degli studenti attraverso corsi orientati ai progetti, tirocini e lavori di qualificazione.
Tutti gli edifici (complessi), gli interni, nonché i loro apparati di ricerca e strumenti didattici di tutte le istituzioni universitarie sono adatti per essere mappati come spazi di conoscenza. Di particolare interesse è il costante movimento delle discipline nello spazio urbano, così come il doppio cambiamento: da un lato quello della ricerca e dell'insegnamento, e dall'altro le trasformazioni stilistiche e funzionali dell'architettura e dei dispositivi accademici.
Il progetto dovrebbe avere numerose applicazioni nel senso del concetto di Local Time Machine (www.timemachine.eu), ossia offrire intuizioni e ricostruzioni delle passate situazioni di studio e abilitare app e giochi basati sulla localizzazione. Un'interfaccia multimodale Unity presenterà, tramite VR e AR, una prospettiva a "spioncino" per permettere agli abitanti di Marburgo, agli studenti e ai turisti di sbirciare all'interno di edifici universitari chiusi al pubblico o che rappresentano una condizione ormai perduta dell'edificio.
Questi modelli architettonici interattivi e oggetti scansionati in 3D dalla ricerca e dall'insegnamento sono annotati e arricchiti con file audio e video, e utilizzano dati che il progetto archivia direttamente sulle piattaforme open access Wikidata, Wiki Commons e Wikipedia.
Un esempio significativo del valore di questa applicazione è il fatto che generazioni di studenti nell'edificio delle Arti (Kunstgebäude) non sanno che sotto il tetto esiste una sala da concerto Art Deco chiusa per motivi strutturali (fig. 3).
Il progetto è una ricerca transdisciplinare universitaria che coinvolge storia dell'arte/storia dell'architettura, scienze umane digitali, sviluppo software, grafica computerizzata, belle arti e il Centro di Documentazione Tedesco per la Storia dell'Arte (DDK). L'obiettivo è intensificare la collaborazione all'interno del Marburg Center of Digital Culture and Infrastructure (MCDCI) e favorire la trasformazione digitale dell'università.

1. Introduction: Spaces of knowledge

In 2027, Philipps-Universität Marburg (UMR) will celebrate its 500th birthday. It is considered the oldest still operating Protestant university and bears the name of its founder, Landgrave Philipp the Magnanimous of Hesse (1504-1567).
The first buildings of the university were former Franciscan, Dominican and Brethren monasteries, so that the architectural history of Marburg University ante litteram begins as early as the 13th century with the first two monastery buildings.
The medieval development of the town is thus formative for the university town in two respects: 1. because, in addition to the monasteries, many other prominent buildings still characterize the townscape today like the gothic Elisabeth-church, parish church and landgrave's palace (which is now also part of the university) and 2. because the historicist university architecture of the 19th century was strongly oriented towards the Gothic style (fig. 1). In particular, the neo-Gothic buildings erected by Carl Schäfer (1844-1908), e. g. the old university and the old pharmacy building, attempt to form

Fig. 1 - Historicism of the 19th century and Middle Ages: Old University / Alte Universität and Dominican Church. Photo by Rolf K. Wegst (https://www.uni-marburg.de/de/universitaet/presse/bilderpool/alte-uni)

an ensemble with the surrounding medieval architecture.
After the student numbers remained manageable in the first almost 300 years, the university was enlarged somewhat under Napoleon in the 19th century and then extensively under the Prussians, which continued into the 20th century.
As Marburg was hardly bombed in the WW II, many of these buildings have been preserved, but could barely accommodate the largely increasing number of students of the second half of the 20th century. Therefore, modern university buildings were erected, now also on the other bank of the river Lahn and on the "Lahnberge", the ridge opposite the city. In the field of architecture, the Marburg building system used there became known as the first prefabricated construction method for universities (fig. 2). Today, the buildings are polarizing due to the vast use of concrete and the rejection of and fascination with brutalism.
In the 21st century, this trend towards expansion was partially reversed and central university facilities, seminar buildings and research institutes were once again located in the center of the city, and a campus was formed around the old botanical garden.
The long history of the buildings and the diverse academic history of the multidisciplinary

Fig. 2 - Lahnberge in construction: H. Hensel, in: Alma Mater Philippina. Sonderheft, Marburg 1966, p. 52; Lahnberge aktuell: Photo by M. Schwedler 2020

comprehensive university have led to an eventful history in which the location of individual institutes has changed several times. Institutes are in a constant state of flux, changing in size and shape. Accordingly, the study and research locations of famous students and professors such as the Brothers Grimm, Gottfried Benn, Emil von Behring, or Hannah Arendt are difficult to reconstruct. By dropping these names, we have to underline that the history of the university should not only be told through famous individuals, but also through the changing practices of teaching and research and the shaping of its housing. The challenges lie primarily in the early modern period. Here, the source situation is far more difficult and yet the project also aims to reconstruct research and teaching for these centuries.

Finally, the unknown and supposedly lost is not only in the past. Many rooms, e.g., laboratories or university collections, are difficult or (currently) impossible to access. Other buildings are threatened with demolition, so that a greater understanding of this architecture can lead to joint decisions about its future.

In summary we are interested in the constant movement of subjects in the urban space as well as the double change: of research and teaching on the one hand and the stylistic and functional transformations of architecture and academic dispositives on the other. The complex development of the building and scientific history of the university motivated the project "Marburger Wissensräume. Einblicke in 500 Jahre Universitätsarchitektur" ("Marburger Wissensräume. Insights into 500 years of university architecture").

The project aims to provide information on the buildings and rooms for a broad public and make it permanently available.

Initial preparations for the project were made in 2022, the coordinating position was filled in spring 2024 and the project is set to run until 2027, the anniversary year.

The working group at the Institute of Art History is headed by Peter Bell with the project

Fig. 3 - Art Deco concert hall / Konzertsaal in the roof of the Art building (1927). Photo by H. Fenchel. Bildarchiv Foto Marburg, DDK (https://www.bildindex.de/document/obj20161823?part=7)

coordinator Andreas Schübeler. Several other members of the institute are involved, as are four positions for student assistants. The project is realized in close cooperation with Germany's documentation center for art history (Deutsches Dokumentationszentrum für Kunstgeschichte, DDK) and with the Marburg Center for Digital Culture and Infrastructure (MCDCI), the Institute of History, Fine Arts, the University Archives, the University Library, and the Future Workshop. Furthermore, there are discussions with the team from the art museum, LevelUp (Data Literacy and Serious Games, joint project of the Universities of Marburg and Gießen), the Department of Pre- and Early History and the Herder Institute. Finally the project is supported and supervised by the University's Presidential Board and a Jubilee Advisory Board.

2. Data

The history of Marburg University architecture and the history of science is not a desideratum in the strict sense. There are detailed histories of the university [1] and numerous publications on the architectural history [2] of single buildings and construction phases. The university archives have made numerous register books and university calendars (with site maps) available online [3] and many sources on the development of the university have been preserved there and in other Marburg archives. However, there is no synopsis through which chronology, topography and the history

of architecture and science can be recognized in their complexity and is still readable. There is a lack of research transfer into the interested public and a need to give university members integrative access to the long history of the university. This attempt will be made in two steps. First, the data will be compiled and made publicly accessible. Then the data will be linked, processed, and made accessible in a broad variety of ways on a multimodal platform. This includes classic mediation methods such as short texts, audio, and video content (2D and 360 degrees) as well as augmented and virtual reality applications. Some of this multimedia content is already available, e. g. when institutes offer virtual tours for presentation or orientation purposes [4]. However, these applications have mostly one objective and now should be enriched with historic data and multimedia content to create a more instructive and entertaining experience. The project is therefore divided into data acquisition and the creation of new 2D and 3D data, where this is not available yet. The most demanding form of data creation are reconstructions of heavily altered or no longer preserved buildings. This results in a wide range of different formats. There is data that is, for example, integer, machine-readable and briefly contains facts about the buildings, such as construction time or dimensions, and there are longer texts describing the architecture and its history more precisely with source information and there are all forms of visual representation, and, finally, there are anecdotal trivia and scientific measurements.
Accordingly, it is difficult to store the data in a single database or standardize the data and the storytelling.

3. Crowd Sourcing in the Academic Community

Caused by the large amount of data and its constant changes it is impossible to carry out the project with just the few people mentioned above.
We are solving this problem by involving the university community, students, staff, and the wider environment (alumni, Marburg residents) in a citizen science project. The Presidential Board is calling on people to contribute information and source material in order to promote crowdsourcing. We count on the intrinsic motivation of the departments, who like to represent the history of their fields at the anniversary and will use our platform as infrastructure. The university library, DDK and other research institutions and departments already showed their interest to join the endeavor. The concept has three areas of community building, data storage and applications (fig. 4).
For the students we create special courses during the whole workflow of the project. We ran and will run courses on university architecture in general, storytelling and multi modal content (audio, video, 360-degree video, VR/AR) as well as reconstruction of cultural heritage (Blender, Unity). In the upcoming semester, seminars will be offered on Wikimedia, knowledge graphs, the reconstruction of the founding collection and early exhibitions of the university museum as well as the construction and renovation phases of the old university [5]. Starting with art history, now the subjects of computer

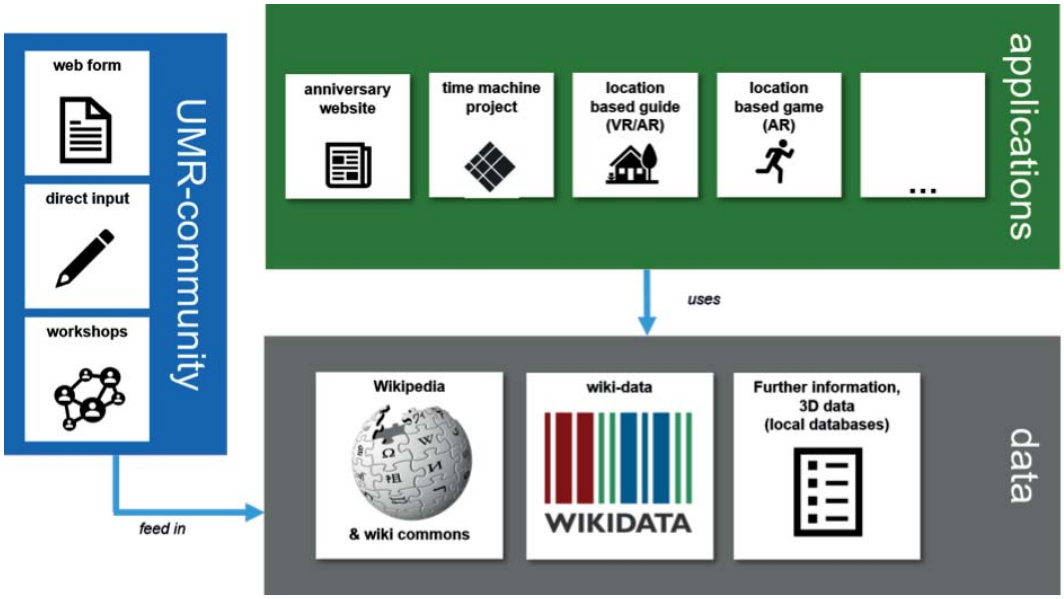


Fig. 4 - Workflow of the "Wissensräume" project. Figure by T. Thormählen, 2023.

science, history, fine arts, archeology, media studies, the university library, the university archive and the photo archive DDK are also involved. The DDK shows more than 47,000 historical objects of the city of Marburg in about 107k photos. We will sort these huge amount of photos supported by machine learning models and combine them with some hundred handpicked old post cards (mainly 1900-1930) and current Flickr photography and localize the photos on the city map.

Even with all the subjects and partners mentioned, the courses can only reach a few hundred students.

However the whole academic community and interested citizens of Marburg should be involved as well. This is done via a low-threshold web form and the option of making direct entries in Wikidata, Wikipedia and Wiki commons, which is prepared via project pages [6] and workshops. The content of the web form is also compiled into Wikimedia. By entering the data into the Wikimedia platforms, it can be viewed and updated in the long run. The aim is to record all university buildings and academically used buildings in Marburg in Wikidata, while particularly relevant buildings will receive their own, revised, or new Wikipedia articles, image sources will be stored in a structured manner in Wiki Commons and 3D data on their own server (Wikibase). A main goal is to structure the data in events, so that historical developments are represented clearly. An important step here is the strict division between institution and building. For the buildings we identified 66 Wikidata properties, and developed a standardized structure for Wikipedia articles and Wiki commons categories. The web form collects the information of these three Wikimedia platforms with user-friendly drop-down menus and saves them in a mark down file which can be easily exported in

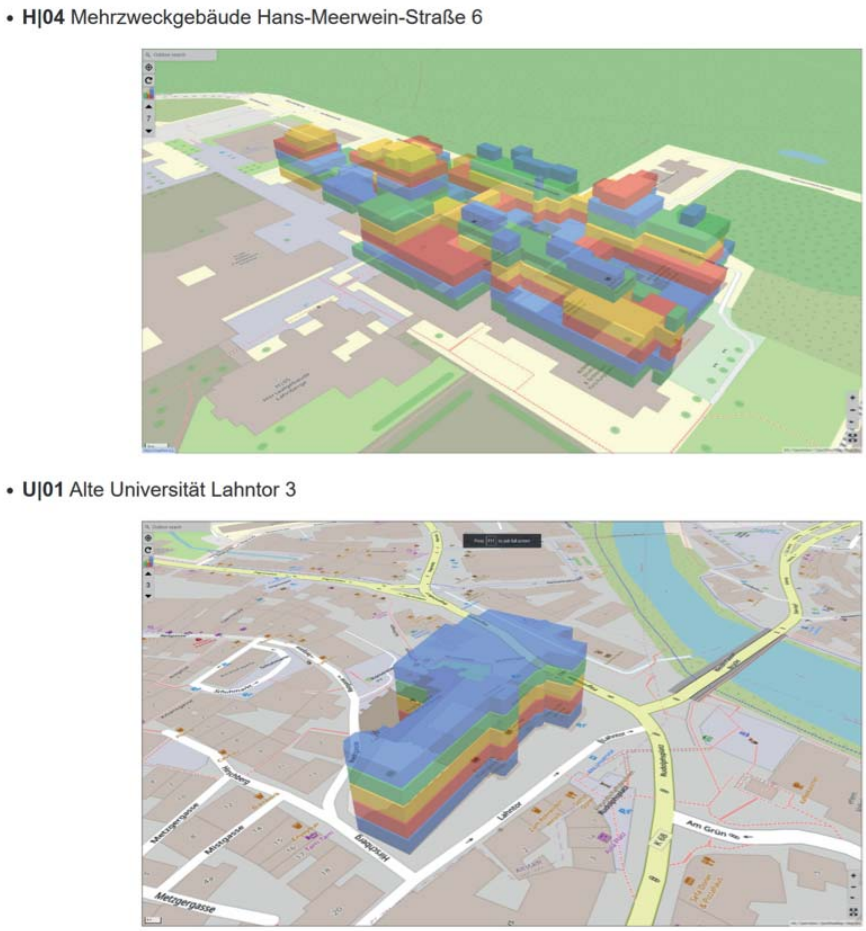


Fig. 5 - Openstreetmaps and openindoor view of the multipurpose building (Lahnberge) and the old university, chair of T. Thormählen, 2024. A closer view, shows the different floors with every single room.

the Wikimedia formats.

4. Preliminary and Related Work

The result is a multimodal collage of data that can be assembled and navigated primarily via the four dimensions, i.e., georeferencing, dimensions/shape and time.
A project of the chair of Graphics and Multimedia Programming in collaboration with the Gender Equality Office already built a representation of current buildings with their interior structure and facilities . We here use OpenStreetMap and openindoor [7] in which already many current locations of institutes are defined (fig. 5) and add historical layers to implement former floor plans and interiors.
The "Orangerie digital" project [8] at Friedrich-Alexander-Universität Erlangen Nürnberg can serve as a reference project with an exemplary character for individual

building reconstructions. The project reconstructs the Erlangen Orangerie, which between 1906 and 1934 contained loans from the Königliche Gemäldegalerie in Munich and primarily served as a teaching collection. The data on the art objects was made permanently accessible within a database and made virtually tangible by a tour within the created 3D model. In our project, this example serves as an orientation for the reconstruction of past (permanent) exhibitions in the Museum für Kunst und Kulturgeschichte and its former connections to the Institute of Art History [9]. Due to a weaker source situation, a complete reconstruction of exhibitions is unfortunately not possible in Marburg; the challenge here will be to deal with the uncertainties and to find new forms of visualization that cope with these issues.

In general "Wissensräume" is inspired by numerous Local Time Machines in the consortium of the European Time Machine Organization (TMO) [10], especially Dresden [11], as well as by the earlier project "Virtual reconstructions in transnational research environments: the web portal 'Palaces and Parks in former East Prussia'"[12]. The latter stands out in particular because it combines a variety of source genres (findings in situ, objects from museums, photographs, architectural drawings, eyewitness accounts) with its own conjectures to create a 3D reconstruction. The composition always remains transparent and comprehensible, uncertainty is clearly highlighted.

The difference to many previous projects is that the "Wissensräume" data is open access and only the visualizations and other media content (3D reconstructions, location-based games, and guides) are hosted by the university–but also by other institutions such as the city marketing–and operated via *Unity*, for example.

5. Visualization and implementation

The project should have numerous applications in the sense of the Local Time Machine concept, in other words it should offer insights and reconstructions into past study situations and enable location-based apps and games. A multimodal *Unity* interface will present via VR and AR a keyhole perspective for the Marburg's inhabitants, students, and tourists to look into university buildings which are closed to the public or which are representing a lost condition of the building. The interface should be usable during a city walk as well as from home. The project *LevelUp* develops a location based game in which the players pick up virtual cards in the urban space.

The interactive architectural models and 3D scanned objects from research and teaching are annotated and enriched with audio files and videos and use the data from Wikidata, Wiki Commons and Wikipedia.

A striking example of the value of this application is the fact that generations of students in the art building (*Kunstgebäude*) do not know that under the roof exists an Art Deco concert hall closed for structural reasons. So we will implement a 3D representation of the hall with a piano concert for a virtual audience (fig. 3).

6. Conclusion

The "Wissensräume" project for 2027 thus is a presentation of university knowledge and university architecture focused on the 500th anniversary. At the same time, by calling on and guiding university members and alumni to transfer existing knowledge to the semantic web, it will contribute to a sustainable infrastructure that corresponds to the open access strategy for cultural heritage of the state of Hesse [13]. Furthermore, the project aims to facilitate the integration of 3D and 4D visualizations as a standard workflow for cultural heritage data storage. This is based on the thesis that understanding is promoted by spatial data. The history of science is structured, experienced, and memorized through the urban space and by exploring the city.
In conclusion we want to underline the idea of the collage and the "Wissensräume" as spaces of knowledge in plural. We do not aim to simulate one immersive 4D space in a virtual reality, but connected spaces which are individually formed and have to be explored intellectually and individually by the user. The applications are used to transfer research data into the public; It's storytelling when people can watch a virtual concert in the closed Art Deco concert hall, watch a pre-war exhibition in the museum or see the location of the print shop where the first books were printed in 1527, which we have not localized yet.

Acknowledgments

We thank Marburg university for founding this project and our partners in the computer science department Gabriele Taentzer and Thorsten Thormählen, the colleagues of the MCDCI, Andreas Schübeler and Angelika Fricke.

Notes / References

[1] H. Hermelink, S. A. Kaehler (ed.), *Die Philipps-Universität zu Marburg, 1527 - 1927: 5 Kapitel aus ihrer Geschichte <1527 - 1866>*, Marburg 1927/1977.

[2] W. Fritzsche, J./Hardt, K.Schade, Universitätsbauten in Marburg 1945–1980. Baugeschichte und Liegenschaften der Philipps-Universität, Marburg; K. Schaal (ed.), *Von mittelalterlichen Klöstern zu modernen Institutsgebäuden: aus der Baugeschichte der Philipps-Universität Marburg.* Münster: Waxmann, 2019.

[3] https://www.uni-marburg.de/de/uniarchiv/recherche/digitale-ressourcen

[4] University library: https://ilias.uni-marburg.de/data/UNIMR/lm_data/lm_4024206/index.html and prison (1879-1931): https://uniarchiv.pages.uni-marburg.de/karzer/

[5] These include the following courses by Katharina Hefele (summer semester 2023 "Marburg Time Machine - Fotogrammetrie und Storytelling", summer semester 2024: "Digitale Brücken in die Vergangenheit: Rekonstruktion und Vermittlung der frühen Ausstellungen im Kunstgebäude"), Lisa Beißwanger (now Junior Professor of Art Studies and Art History at the University of Koblenz, summer semester 2023: "Betonmonster? Universitätsbauten der 1960er- und 1970er-Jahre"), former university professor/president? Katharina Krause (summer semester 2024: "Marburger Wissensräume: Die Alte Universität. Architektur, Ausstattung, Ereignisse", planned for winter semester 2024: "Marburger

Wissensräume: Die Bauten der Universität im 21. Jahrhundert") and Peter Bell (winter semester 2024: "Wissen, Wiki, KI. Kritischer Umgang mit Wikimedia, chatGPT & co. in der Kunstgeschichte").

[6] Wikidata: https://www.wikidata.org/wiki/Wikidata:WikiProject_Philipps-Universit%C3%A4t_Marburg, Wikipedia: https://de.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:WikiProjekt_Philipps-Universit%C3%A4t_Marburg

[7] GitHub - open-indoor/openindoor6

[8] https://orangerie-digital.wisski.data.fau.de/ cf. N. Raddatz, *Orangerie Digital. Virtuelle Rekonstruktion und Erschließung der Erlanger Filialgemäldegalerie (1906-1934)*, Heidelberg: arthistoricum.net 2023, https://doi.org/10.11588/artdok.00006999

[9] Cf. A. Tieze, "Richard Hamann und die Anfänge des Museums für Kunst und Kulturgeschichte der Philipps-Universität Marburg", in: A. Tieze (ed.), *Wege zur Moderne. Richard Hamann als Sammler.* München 2009, S. 14-35.

[10] https://www.timemachine.eu/ltms/ cf. F. Kaplan, I. di Lenardo, "Big Data of the Past", *Frontiers in Digital Humanities,* vol. 4, 2017, https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fdigh.2017.00012.

[11] Research Project HistKI – Explore and discover city history in four dimensions (urbanhistory4d.org)

[12] P. Kuroczyński, "Neuer Forschungsraum für die Kunstgeschichte: Virtuelle Forschungsumgebungen für digitale 3D-Rekonstruktionen, in P. Kuroczyński, P. Bell, L. Dieckmann (ed.), *Computing art reader: Einführung in die digitale Kunstgeschichte*, Heidelberg: arthistoricum.net 2018, S. 160 - 181, https://doi.org/10.11588/arthistoricum.413

[13] https://doi.org/10.17192/es2021.0029

DADES VALLEY
TODHRA VALLEY
ZIZ VALLEY
DRAA VALLEY

Marocco: viaggio virtuale nelle architetture di terra

Marinella Arena[1], Paola Raffa[1]

[1]Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, Reggio Calabria, ITALY

marinella.arena@unirc.it; paola.raffa@unirc.it

Parole chiave: Maghreb, Tighremt e Igherm, Rilievo fotogrammetrico, Point cloud, Virtual tour / *Maghreb, Tighremt and Igherm, Photogrammetric survey, Point cloud, Virtual tour*

Abstract

Le architetture di terra del sud del Marocco rappresentano un singolare esempio del patrimonio materiale in contesto mediterraneo. Sono architetture vernacolari, levigate dallo scorrere del tempo, nelle forme e nella tipologia; sono le manifestazioni tangibili e fragili di una cultura che ha affidato la costruzione alla tradizione orale e ad apparati simbolici proprie delle comunità autoctone. Una sinergia di equilibri tenuti insieme dalla sapienza dell'uomo. Il progetto che si presenta in questo contributo ha per oggetto i quattro principali fiumi del sud marocchino: Draa, Dades, Ziz, e Todhra; lungo le sponde di questi fiumi sono stati individuati catalogati e 123 fra *tighremt* e *igherm*, 24 sono stati documentati con un rilievo diretto, 10 sono stati rilevati con strumentazioni multimediali.
Il progetto salvaguardia e valorizzazione prevede l'analisi di un caso studio, la Valle del Draa, come modello replicabile agli altri tre ambiti. Si propone una strategia '*cognitive walkthrough*', come modalità per monitorare, e al tempo stesso rendere fruibili digitalmente, alcune architetture collocate nelle aree più remote della Valle del Draa. Il progetto denominato *Draa_in_Cloud* prevede la definizione di una app che orienta l'utente nel suo percorso alla scoperta e alla salvaguardia dei beni in questione. L'app, attraverso una grafica coinvolgente e intuitiva, guida il turista che, attraverso i dispositivi, è in grado di implementare i dati relativi allo stato di fatto. Le immagini scattate sotto la guida dell'app consentono di ricostruire, attraverso la fotogrammetria, la morfologia del bene e di monitorane, in tempo reale, lo stato di conservazione. L'utente così non solo partecipa al processo di tutela e di documentazione ma contribuisce ad aumentare la visibilità e la conoscenza per un pubblico vasto di architetture altrimenti difficilmente accessibili.

The earthen architecture of southern Morocco represents a singular example of material heritage in a Mediterranean context. They are vernacular architectures, smoothed by the passage of time, in forms and typology; they are the tangible and fragile manifestations of a culture that has entrusted construction to oral tradition and symbolic apparatuses typical of native communities. A synergy of balances held together by the wisdom of man. The four main rivers of southern Morocco: Draa, Dades, Ziz, and Todhra are subject of the project presented; along the banks of these rivers, 123 tighremt and igherm were identified and catalogued, 24 were documented with a direct survey, 10 were detected with multimedia instruments.
The protection and valorisation project involves the analysis of a case study, the Draa Valley, as a model that can be replicated in the other three areas. A 'cognitive walkthrough' strategy is proposed to monitor, and at the same time make digitally usable, some architecture located in the most remote areas of the Draa Valley. The project called Draa_in_Cloud involves the definition of an app that guides the user on his path to discovering and safeguarding the assets in question. The app, through engaging and intuitive graphics, guides the tourist

Fig. 1 - Le quattro grandi valli del sud marocchino.

who, through the devices, is able to implement the data relating to the current state of affairs. The images taken under the guidance of the app allow you to reconstruct, through photogrammetry, the morphology of the asset and monitor its state of conservation in real time. The user thus not only participates in the protection and documentation process but contributes to increasing visibility and knowledge for a vast public of architecture that would otherwise be difficult to access.

Architetture di terra

Le architetture di terra del sud del Marocco rappresentano un singolare esempio del patrimonio materiale in contesto mediterraneo. Sono architetture vernacolari, levigate dallo scorrere del tempo, nelle forme e nella tipologia. Il territorio su cui sorgono è stato contaminato da echi lontani di culture diverse: i Romani, i Bizantini, le diverse dinastie arabo-islamiche. Nel tempo, le forme e le strutture architettoniche si sono evolute, contaminate, pur mantenendo una spiccata identità formale riferita alla cultura berbera degli *amazigh*, che è sopravvissuta alle diverse invasioni, comprese quelle arabe che nonostante il dichiarato predominio hanno consentito che la cultura berbera mantenesse la propria identità.

La terminologia che descrive le costruzioni in terra cruda del sud marocchino ha origine incerta. Le architetture di terra sono spesso denominate indistintamente 'kasbah' e 'ksar'. Tuttavia il termine, utilizzato in tutto il Maghreb fino alla Giordania, ha diverse accezioni. Esso, con alcune differenze nella traslitterazione, può indicare un palazzo nobiliare, una cittadella o una fortezza[1]. Alcuni studiosi derivano l'etimologia dal latino *castrum*, altri invece la legano alla parola canna. Il termine *tighremt* è, invece, proprio della lingua *tamazight*, propria dei berberi insediati nel Marocco, e indica una casa fortificata, mentre il termine *igherm* è riferito ai villaggi. Queste architetture sono le manifestazioni tangibili e fragili di una cultura che ha affidato la costruzione alla tradizione orale e ad apparati simbolici proprie delle comunità autoctone. Una sinergia di equilibri tenuti insieme dalla sapienza dell'uomo. La costruzione di una casa, così come la costruzione dei villaggi, implica relazioni tra l'etica sociale e il modo di abitare. Non si tratta di architettura popolare. Chi costruisce un *igherm* (ksar) è una comunità e le decisioni vengono prese dai notabili e dai religiosi. Chi erige un *tighremt* è un ricco proprietario, il capo di una famiglia facoltosa, o il capo del villaggio. Il processo tecnico-ambientale di equilibrato sfruttamento delle risorse naturali conferisce un valore etico che trasforma il manufatto in bene da tutelare. Studiare le architetture e paesaggi delle valli marocchine significa, tra l'altro, ricostruire un ecosistema precario da salvaguardare. Significa documentare un processo di armonia tra storia, tecnica e realtà, restituire immagini che possano dare riconoscibilità a luoghi depauperati e consolidare l'espressione di comunità che stentano a sopravvivere. Significa ricostruire il palinsesto di territori attraverso la documentazione esistente in un archivio a cielo aperto e di luoghi in declino.

Igherm e *tighremt* sono posizionati a distanza regolare a destra e a sinistra dei fiumi, formano una rete lineare di corrispondenze visuali che permettevano rapide ed efficaci

comunicazioni, non solo per questioni belliche e di difesa, ma per avvertimenti utili alla distribuzione dell'acqua, all'arrivo di carovane o dei Caid. Oggi i nuovi agglomerati diffusi si dispongono al fianco degli antichi manufatti abbandonati. Lo stato in cui versa il patrimonio materiale delle valli del sud marocchino è pessimo. Le oasi non sono più coltivate, i villaggi sono stati abbandonati e si sgretolano sotto l'azione degli eventi atmosferici.

Un patrimonio in rovina

Gli insediamenti e le architetture in terra cruda sorgono lungo le rive dei grandi fiumi che solcano le montagne dell'Alto Atlante. Sul lato orientale scorrono il Todra e lo Ziz, a occidente il Dades e il Draa (fig. 1). Un paesaggio in cui il fiume, l'oasi e l'architettura costituiscono un ecosistema la cui variazione di uno degli elementi porta all'alterazione dell'equilibrio di questo ambiente. Una geografia disegnata dall'acqua che separa due lembi di terra coltivata ai cui margini gli antichi insediamenti compatti, gli *igherm*, e i palazzi isolati, *tighremt*, si differenziano per il contrasto cromatico. Un sistema di elementi che nei secoli ha generato uno straordinario scenario predisposto per l'insediamento umano di equilibrio tra lo spazio abitato, lo spazio coltivato dell'oasi, i canali di irrigazione, l'acqua, il deserto.

L'architettura è costruita con la terra della riva dei fiumi e delle montagne; è il risultato di azioni scandite dal tempo, dalla fatica e dal lavoro costante che per secoli ha seguito cicli identici nei movimenti, nei materiali, nell'uso degli attrezzi. La terra del fiume è impiegata nella produzione dell'adobe, quella della montagna per il pisè. Questo termine, in arabo *alleuh*, deriva dal latino *pinsere*, è la tecnica della compattazione; terra paglia e acqua pressati dentro esili casseforme, generano forme architettoniche complesse e slanciate. Adobe, in arabo *al-tub*, è invece, la terra frantumata, impastata con acqua e fibre vegetali, lasciata essiccare al sole, è utilizzata nei piani superiori e a completamento dei coronamenti delle mura e delle torri. I materiali e la tecnica costruttiva rendono questi edifici estremante sensibili all'attacco degli agenti atmosferici. Sono architetture fragili, concepite per essere vissute e curate quotidianamente.

Il villaggio e la casa sopravvivono se l'uomo se ne prende cura periodicamente, ripassandone le superfici con intonaci resistenti alle intemperie e ricostruendo continuamente le parti mancanti. Cessano di resistere al tempo nel momento in cui vengono abbandonati.

L'*igherm* (ksar) è un villaggio circondato da mura difensive con alte torri di sorveglianza (Fig. 2). Le mura di cinta sono l'elemento principale di difesa del villaggio, generano il recinto, il limite tra lo spazio esterno dell'oasi e lo spazio dell'abitato. Gli *ighrem* costruiti in pianura presentano mura basse e poco spesse, ripartite a intervalli regolari dalle torri. Le torri degli *igherm*, a differenza di quelle delle *tighremt*, sono tozze: il rapporto tra base ed altezza è di 1:2 in alcuni casi di 2:3. A circa 1/3 dell'altezza presentano una sorta di entasi che ne accentua la robustezza. A protezione della sommità del muro

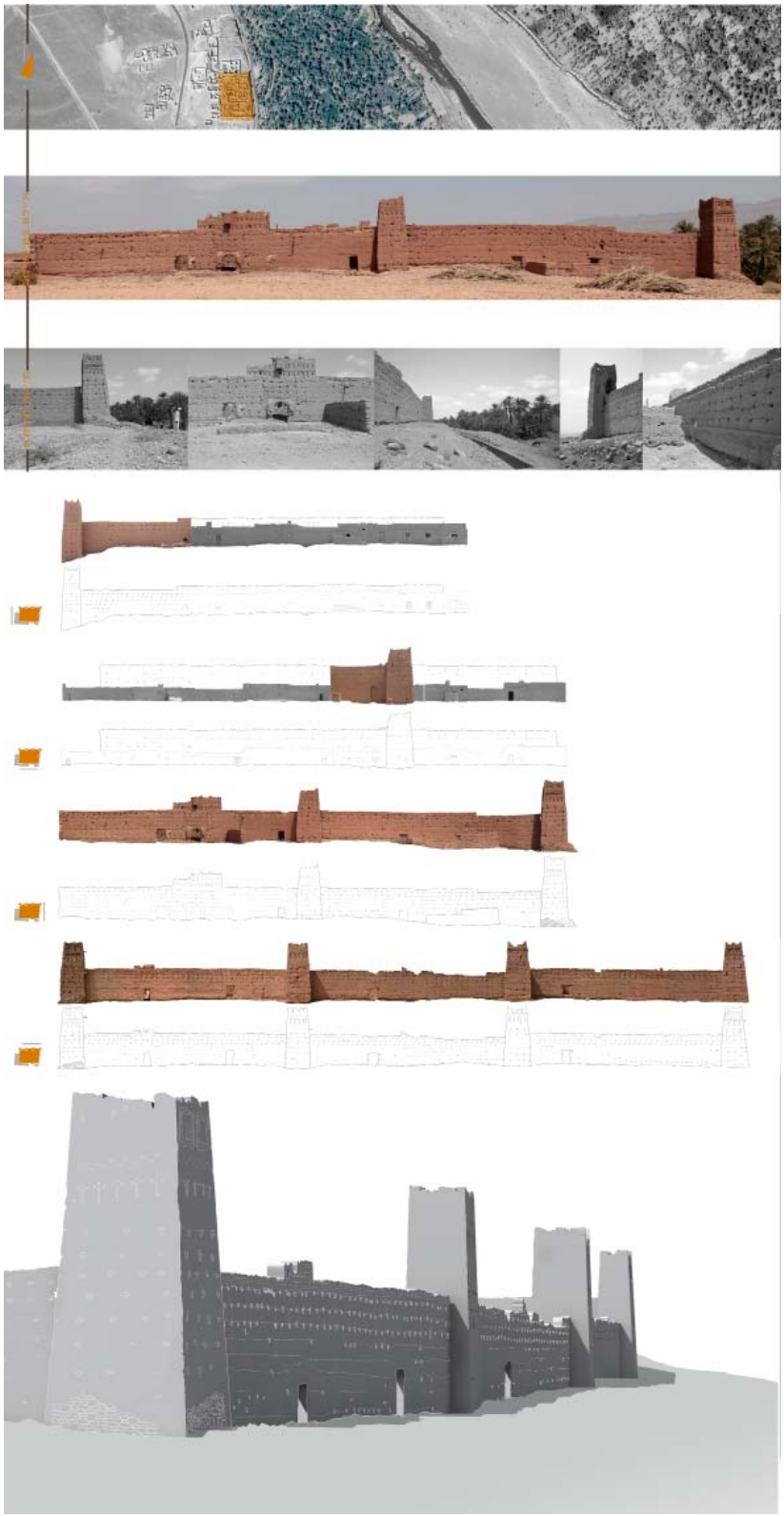


Fig. 2 - Igrhemt di Afra Ouled Ad-Soltan.

in pisè e delle parti in adobe, soggetti all'erosione da dilavamento, è posto un filare di canne cucite con una corda sotto uno strato di malta che fuoriesce circa 15 cm da una parte e dall'altra del muro. Per contrastare la forza del vento, gli angoli e le parti mediane sono rinforzati con merlature triangolari in mattoni di adobe. Il muro è intonacato con un impasto di terra sottile e paglia. Una porta principale, rilevante e ornata, segna l'ingresso al villaggio e la direzione prevalente dell'impianto urbano. Sia inserita nelle mura perimetrali, sia edificata all'esterno, l'entrata è un elemento costante nell'impianto dell'insediamento. Un grande corpo sporge dal sistema murario con una porta ad arco. Il sistema d'ingresso è un ambiente a pianta rettangolare suddiviso in due parti: da un lato il portico con arcate e panche rialzate, dall'altro la strada che conduce nella zona dell'abitato. L'entrata assume la funzione di luogo d'incontro in cui si riunisce l'assemblea dei notabili e in cui vengono ospitati viaggiatori e mercanti. Una seconda porta immette in un grande spazio aperto, *amalal*, in cui si svolgono le attività comunitarie, il mercato, le assemblee e le feste popolari. Qui si trova il recinto per gli animali, il deposito comune dei cereali, la cisterna dell'acqua, l'alloggio del guardiano. Da questo spazio aperto si diparte un'unica strada. La strada principale, ampia e retta, che suddivide i quartieri residenziali. In prossimità dell'ingresso e della piazza sono ubicati piccole botteghe artigianali, il panificio, il *fonduk*, la moschea. All'esterno delle mura il cimitero con il mausoleo del santo protettore del villaggio, e nelle vicinanze un grande spazio libero per l'accampamento delle carovane di nomadi nei giorni di mercato. Intorno i terrazzamenti agricoli che ripetono in maniera speculare ed ordinata la ripartizione urbana. Il luogo di culto, negli *igherm*, è un complesso di ambienti che comprende una sala di preghiera, le sale per l'abluzione con la cisterna e le vasche, un focolare per riscaldare l'acqua, una scala per raggiungere la terrazza. Le strade interne all'*igherm* sono lo spazio tra le abitazioni, non hanno altra funzione che quella della distribuzione dei quartieri, garantiscono la privacy e la sicurezza, quelle che immettono nei quartieri sono chiuse con porte. La struttura viaria è minima. Le strade sono strette e coperte dai piani superiori delle case, che coprendole creano zone d'ombra. Le abitazioni si dispongono le une accanto alle altre semplicemente accostate. La regola della prossimità assolve l'imperativo dell'occupazione del minor spazio possibile. I quartieri risultano nettamente separati tra loro e organizzati in gerarchie etniche, che occupano una posizione privilegiata rispetto alla moschea, alla porta d'ingresso, oppure ai margini vicino alle porte che collegano ai campi del palmento.

L'abitazione nell'*igherm* è ancora un modello unico che si ripete nel tipo della casa corte. Si sviluppano in altezza. Al piano terra l'ingresso è un vano che distribuisce la scala, che porta ai piani superiori, e gli ambienti di servizio. Una stanza centrale è destinata al ricovero degli animali e degli attrezzi di lavoro, i vani intorno sono i magazzini per la conserva degli alimenti. Il primo livello si distribuisce attorno ad una corte, *assarag*, circondata da una galleria con arcate a doppia o tripla altezza. Il foro che fuoriesce sulla terrazza è protetto da una griglia di legno o di ferro. Da qui entra la luce tenue che protegge dal caldo. Il primo livello è ancora un piano di servizio, la zona per

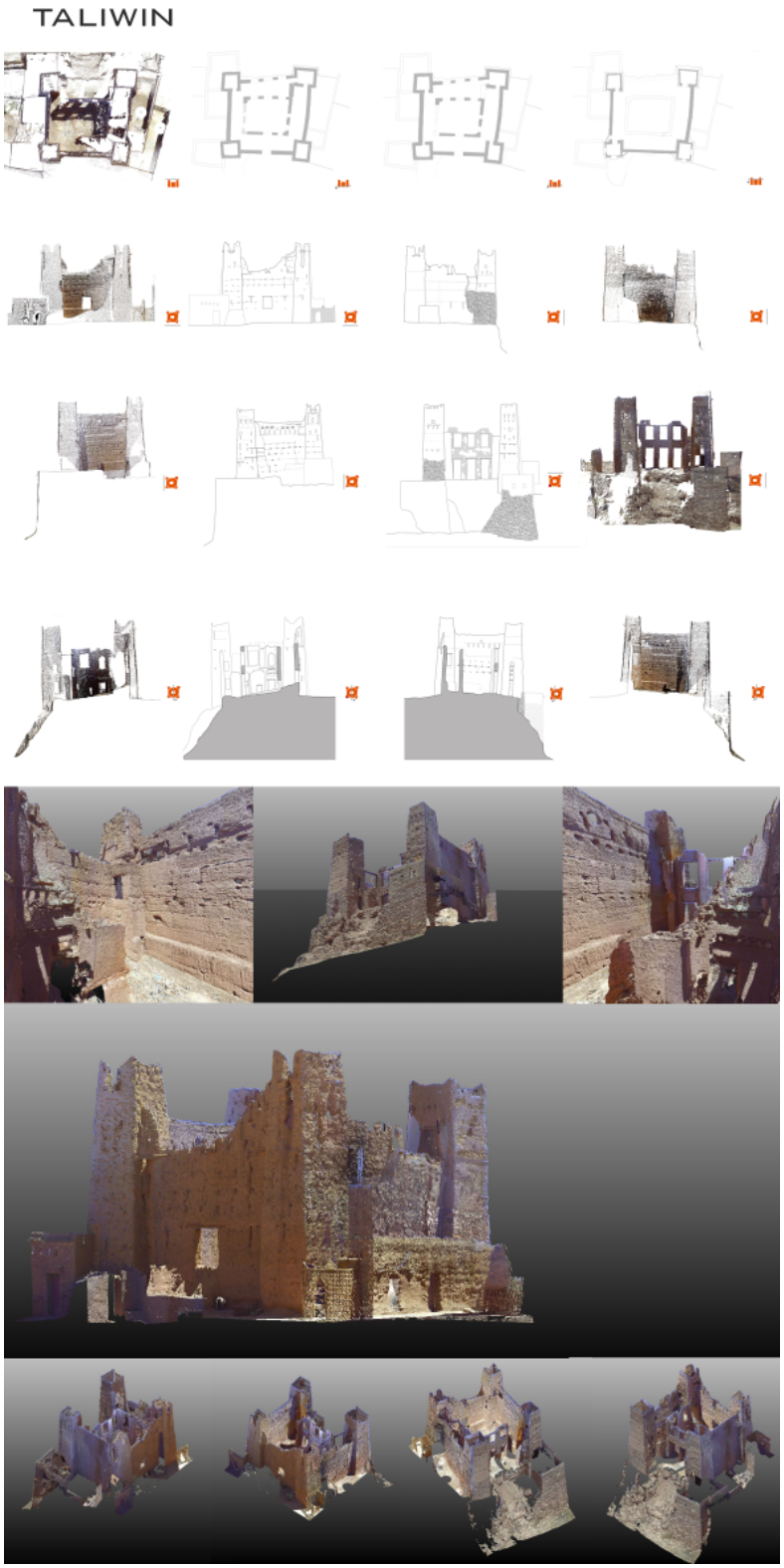


Fig. 3 - Tighremt di Taliwin.

cucinare con arredi ricavati nei muri perimetrali e il focolare modellato dal pavimento. Gli ambienti del soggiorno sono collocati al secondo livello con affaccio sulla corte centrale. L'ultimo livello è occupato dalla terrazza, anche qui sono presenti una o due stanze chiuse.
Quando l'*igherm* raggiunge le sue dimensioni massime, l'espansione avviene all'esterno, erigendo mura accostate all'unità precedente. O costruendone un altro poco lontano. Alcune famiglie più agiate scelgono di staccarsi dal gruppo e fondano unità indipendenti. Tutte le architetture presentano forme di decorazione in cui i segni berberi sono contaminati dai segni musulmani. I motivi che compaiono sulla sommità dei muri e delle torri derivano dal posizionamento del mattone, geometrie semplici, linee parallele od oblique, danno luogo a motivi in rilievo o in negativo, creando sofisticate modanature che con il tempo diventano sempre più coese. Questi motivi sono ben più di un decoro plastico aggiunto alla costruzione. Sono il risultato di segni derivanti da una cultura radicata, quella berbera, che rivendica i propri valori culturali sulle popolazioni dominatrici.
La tipologia dei *tighremt* (fig. 3) può essere riassunta in tre grandi categorie: il *tighremt* isolato, di piccole dimensioni, spesso collocato all'interno dell'oasi, o nelle immediate vicinanze; il *tighremt* di grandi dimensioni, espressione del potere dei Cadì, collocati su piccole alture per controllare il territorio, o all'interno degli *igherm*. I *tighremt* sono stati, in molti casi i nuclei di origine dei villaggi, attorno a essi si sono disposti le abitazioni aggregate a grappolo.
La tipologia dei *tighremt*, dipende dalla grandezza, ma si ripete costante in tutte le valli. Al piano terra i vani per stivare il grano, *ahano*, le stalle e le scale che conducono ai piani superiori. Il primo livello ruota attorno alla corte, solitamente coperta e molto piccola; attorno si dispongono piccoli vani destinati alla vita familiare; altri ambienti sono collocati al secondo livello con affaccio sulla corte e in ultimo la terrazza. La corte centrale, per le dimensioni e per la copertura, spesso sopraelevata rispetto al piano della terrazza, funge da equilibratore termico. È capace cioè di eliminare l'aria calda che viene spinta verso l'alto e di raffrescare tutta l'abitazione. La terrazza è circondata da un alto muro perimetrale e dà accesso agli ambienti posti all'ultimo livello e alle torrette d'angolo. La struttura della *tighremt* può essere riassunta in pochissimi elementi dove la matrice quadrata è predominate. La corte, *taddawārīt*, è solitamente quadrata, molto piccola nei *tighremt* isolati o posti all'interno degli *igherm*; mentre appare ampia nei grandi palazzi appartenuti ai Cadì locali.
Il passo della corte è ribadito dalla dimensione delle torri che in media sono larghe 3/4 metri. I muri perimetrali, *agadir*, ribadiscono la morfologia della corte e si distaccano da questa di 2/3 metri tanto quanto è consentito dall'esile struttura in legno che forma i solai. Le stanze vere e proprie sono addossate ai muri perimetrali che spesso sono completamente chiusi ai piani inferiori e mostrano alcune aperture solo al secondo o al terzo livello. La disposizione dei blocchi in pisè piccole finestrelle rettangolari, *isirr*, utili per l'areazione. La parte superiore del muro perimetrale è costruita con mattoni in

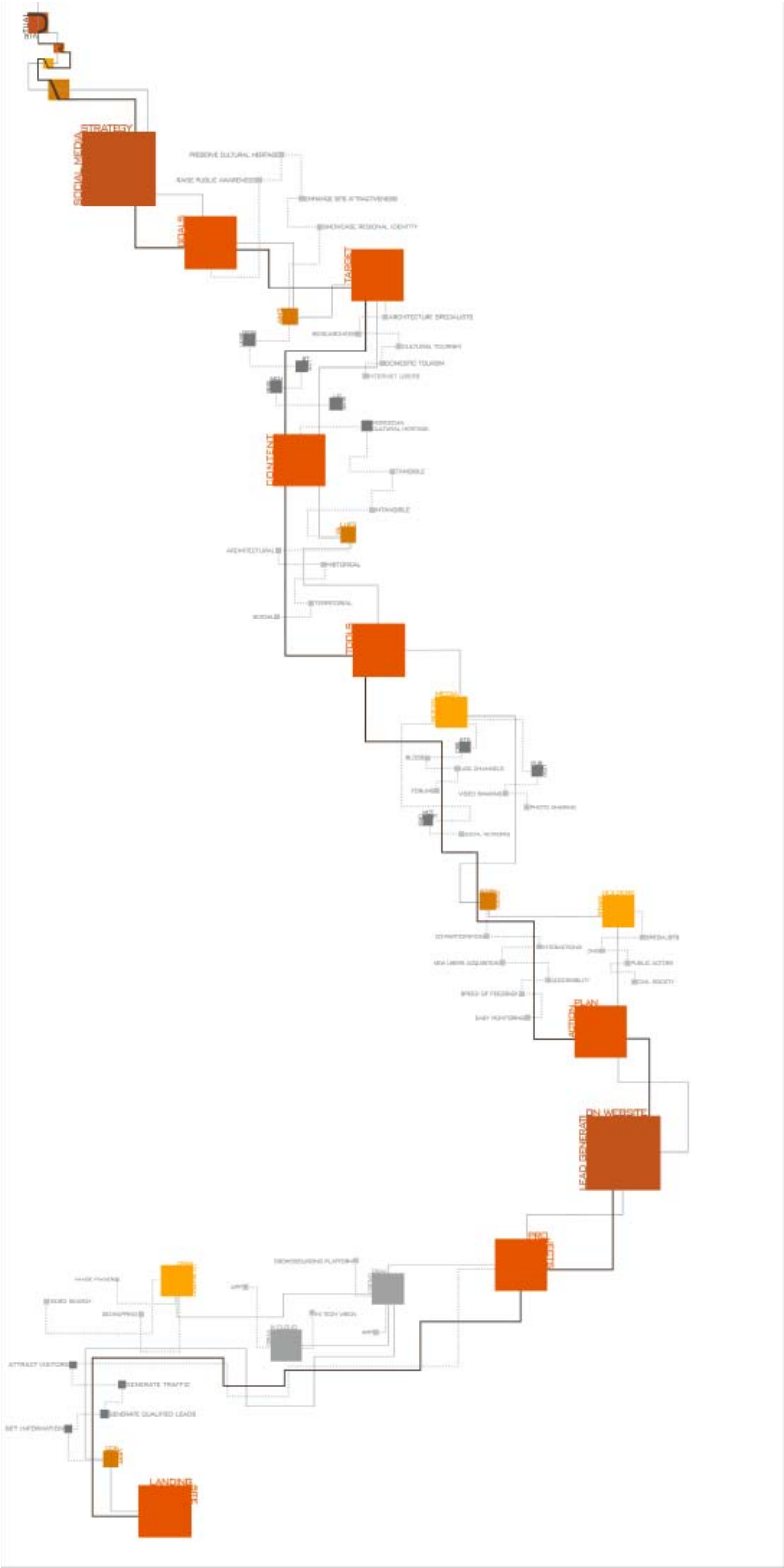


Fig. 4 - Social Media Strategy, schema

terra cruda, *ottob*, che spesso creano disegni geometrici, lasserift, sulle facciate esterne. All'interno dei *tighremt* la decorazione è concentrata sulla corte che, se al primo livello ha solo grandi pilastri, ai piani superiori è ornata da arcate a sesto oltrepassato, spesso a ferro di cavallo che conferiscono un grande valore formale ed estetico.

Valorizzazione e documentazione multimediale

La ricerca, di seguito presentata, rappresenta un modello di educazione alla tutela del patrimonio capace di generare collaborazione attiva tra luogo fisico e luoghi virtuali coinvolgendo un ampio gruppo di persone che partecipano allo sviluppo del progetto. La sperimentazione, che si riferisce alla Valle del Draa, vuole essere un modello replicabile da replicare nelle altre valli. Il progetto per la Valle del Draa è il risultato finale di numerosi studi e analisi che hanno riguardato il fenomeno delle architetture di terra cruda. La conoscenza del territorio e delle architetture ha richiesto competenze a indagini sugli aspetti sociologici e culturali delle popolazioni locali, sulla economia agricola e sulle tecniche di costruzione strettamente connesse al contesto.
Il progetto, denominato *Virtual Draa*, si basa sulle profonde conoscenze acquisite attraverso i rilievi e le analisi di un gran numero di architetture e villaggi e immagina di operare a 360 gradi nella valorizzazione di un territorio ricchissimo di storia e suggestioni naturalistiche. Il progetto di valorizzazione poggia su uno spirito collaborativo che coinvolge nella valorizzazione tanto i fruitori diretti del bene che gli abitanti. Il progetto immagina una campagna di Crowd-Sourcing[2] che investa diversi ambiti della valorizzazione e comunicazione del patrimonio. In primo luogo, si è immaginato di strutturare un linguaggio grafico omogeneo e appropriato a tutte le fasi del progetto. Si sono elaborati gli esplicativi del progetto e di tutte le connessioni e relazioni culturali, sociali ed economiche che questo può innescare (fig. 4). Tutta l'architettura del repository *Virtual Draa* è qui raccontata attraverso una strategia '*cognitive walkthrough*', che consente di immaginare il risultato finale e di apprezzare a un tempo le potenzialità della strategia comunicativa sul piano grafico e su quello dell'innovazione sia tecnologica che procedurale, senza entrare in ambiti prettamente informatici.
In un secondo momento si sono identificate azioni specifiche atte a popolare una piattaforma che funge da archivio continuamente implementabile e al tempo stesso incrementa la diffusione e la visibilità di questo territorio. La piattaforma si articola in tre azioni principali: *Crowdfunding*, *Draa to Search*, e *Draa in Cloud*.
La prima azione mira a reperire fondi utili al finanziamento delle azioni di valorizzazione e di comunicazione. La seconda azione, *Draa to Search*, prevede il coinvolgimento del vasto pubblico del web per la fruizione e implementazione di un sistema di ricerca creato ad hoc per questo territorio.
Draa to Search (fig. 4) consente di effettuare ricerche e di catalogare dati ancora non accessibili a tutti attraverso tre azioni differenti raggruppate all'interno di altrettante sezioni: *Geomapping*, *Word Search* e *Image Finder.*

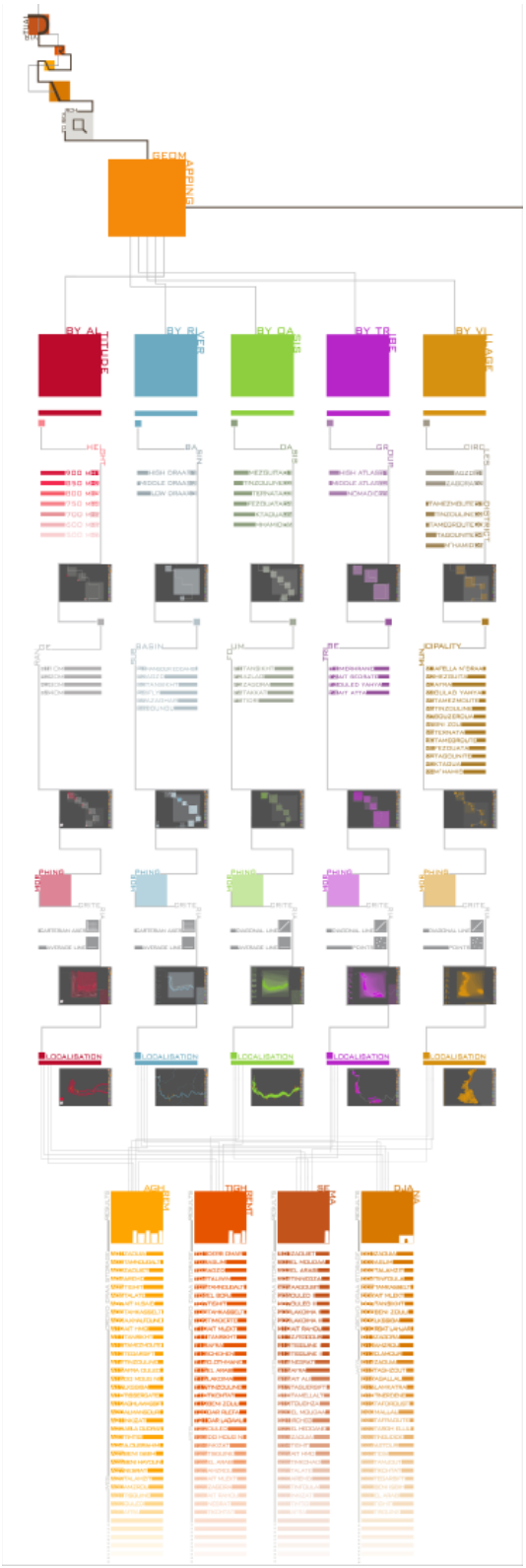


Fig. 5 - Geomapping, schema logico.

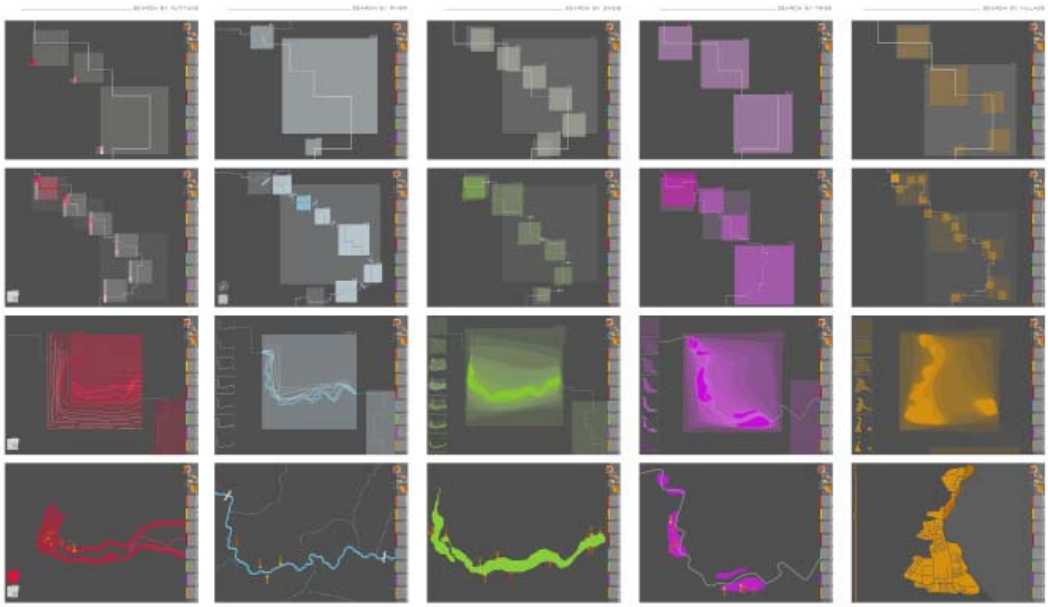


Fig. 6 - Geomapping.

Geomapping (figg. 5-6) immagina di consentire la ricerca, all'interno del repository *Draa to Search*, attraverso filtri tematici graficizzati in un linguaggio contemporaneo.
Le tematiche presenti consentono di visualizzare la localizzazione di *ksour* (igherm) e *tighremt* utilizzando filtri relativi all'altitudine, al fiume, all'oasi, alla tribù di appartenenza, al villaggio. Ogni tema è suddiviso in range via via più piccoli e dettagliati: un *morphing* di semplice comprensione trasforma le grafiche astratte e iconiche in rappresentazioni mimetiche. L'individuazione dell'architettura e la ricerca diventano una attività esperienziale piacevole e coinvolgente (fig. 6).
Word Search (fig. 7). In tutto il Magreb si parla l'arabo anche se è declinato in molteplici dialetti. Nelle regioni più remote, lontane dalla costa e prossime al Sahara, è ancora presente l'antica lingua degli Amazigh, berberi, il Tamazigh. Ne consegue che la nomenclatura di alcuni elementi, importanti per la cultura locale, ha diverse varianti.
La situazione è poi complicata dalla traslitterazione dai caratteri arabi a quelli latini che modifica la trascrizione delle parole seguendo criteri fonetici. Termini come 'ksour' hanno molteplici significati e traslitterazioni. La modalità di ricerca ipotizzata per la sezione *Word Search* analizza le appartenenze e le ricorrenze e offre il termine più appropriato in base alla localizzazione.
Image Finder (fig. 8). Il riconoscimento per immagini è un processo in evoluzione, grazie anche alla intelligenza artificiale è diventato sempre più sofisticato e preciso. La sezione *image finder* ipotizza di navigare attraverso il web alla ricerca di immagini che ricostruiscono lo stato di conservazione di un *tighremt*, di una moschea, o di una parte di un villaggio. L'esempio mostra come questa funzionalità potrebbe riconoscere l'immagine fotografica di una specifica torretta, e collocarla nel *tighremt* di appartenenza.

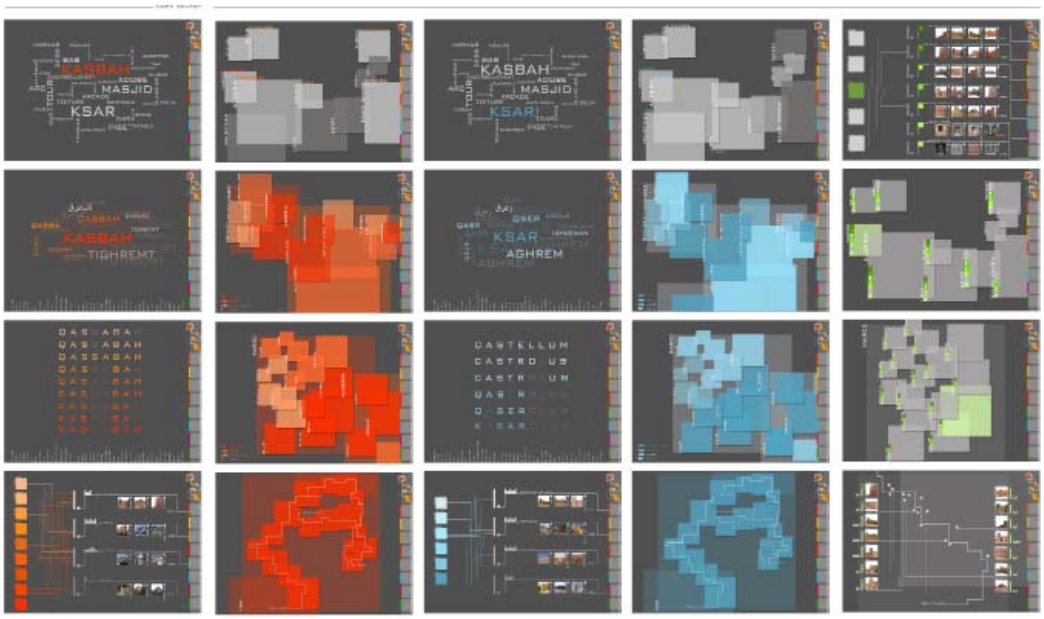


Fig. 7 - Word Search.

Con l'ausilio dell'intelligenza artificiale, debitamente 'addestrata' al riconoscimento delle architetture in terra cruda di questa regione, si potrebbe immaginare anche la possibilità di ricostruire le parti mancanti o di creare link visuali con immagini del passato.

Draa in Cloud (figg. 9-11) è un applicativo che immagina di sfruttare il flusso turistico per ottenere nuovi dati, sempre aggiornati sullo stato di conservazione dei *tighremt*. Queste architetture infatti sono fragili, specialmente quando non sono più abitate. L'assenza di manutenzione le rende particolarmente vulnerabili agli agenti atmosferici. La grande estensione del Draa e l'esiguità delle strutture preposte alla salvaguardia e al monitoraggio ne accresce l'insita fragilità. I turisti si muovono lungo la Valle del Draa guidati da appositi dispositivi settati per l'occorrenza. Il sistema suddivide i fruitori in due categorie: i turisti e i rilevatori.

I primi pagano un piccolo biglietto e ottengono l'affido del *device*. Il sistema monitora il loro movimenti, analizza i luoghi di maggior interesse e incamera le eventuali nuove immagini elaborate. I rilevatori si impegnano a svolgere una serie di foto mirate, in cambio ottengono i *device* gratuitamente.

I turisti-rilevatori raggiungono il target, uno o più *tighremt* o *kasar*, e sono guidati dall'App nel foto-rilevamento dei dati mancanti o di quelli più obsoleti.

Le nuove immagini scattate con i dispositivi omologati e uniformi sono inviate al database che le utilizza per effettuare una foto modellazione. La nuvola di punti ottenuta è in costante aggiornamento. Il modello è costantemente confrontato con i modelli precedenti, la presenza di alterazioni, eventuali cedimenti o lesioni possono essere rilevati tempestivamente e consentire un intervento mirato. Inoltre, la

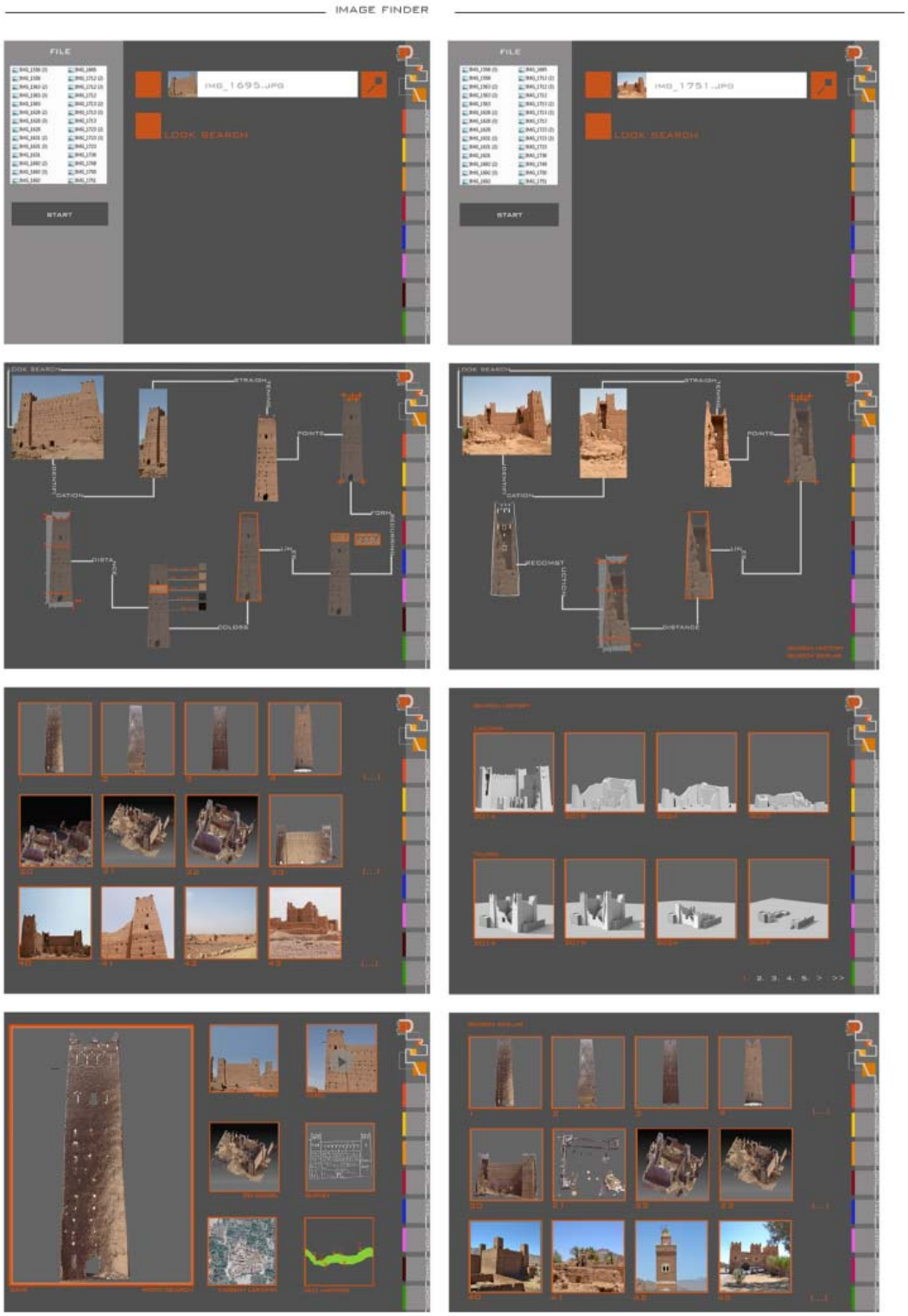


Fig. 8 - Image Finder.

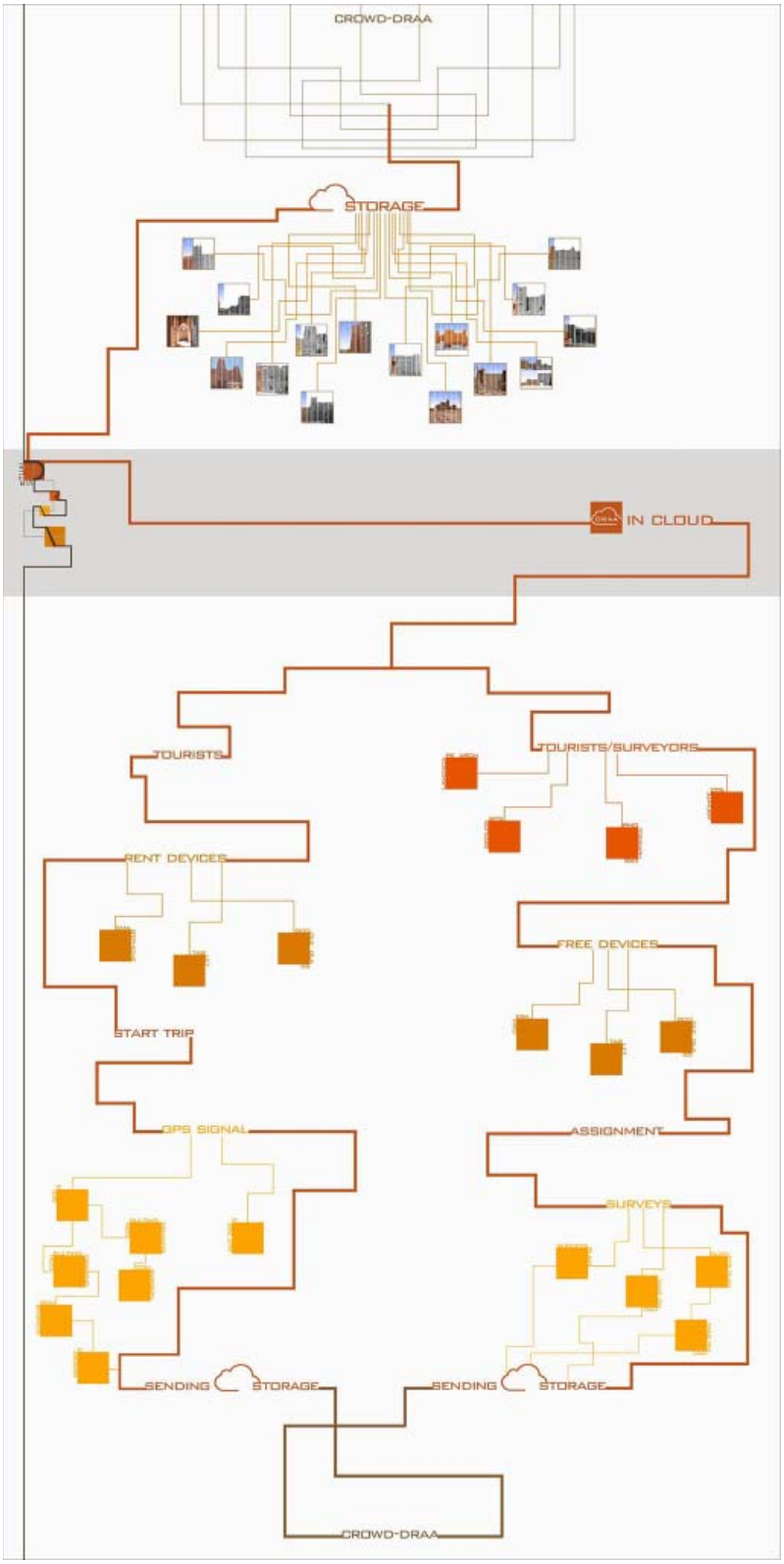


Fig. 9 - Draa in Cloud, schema logico.

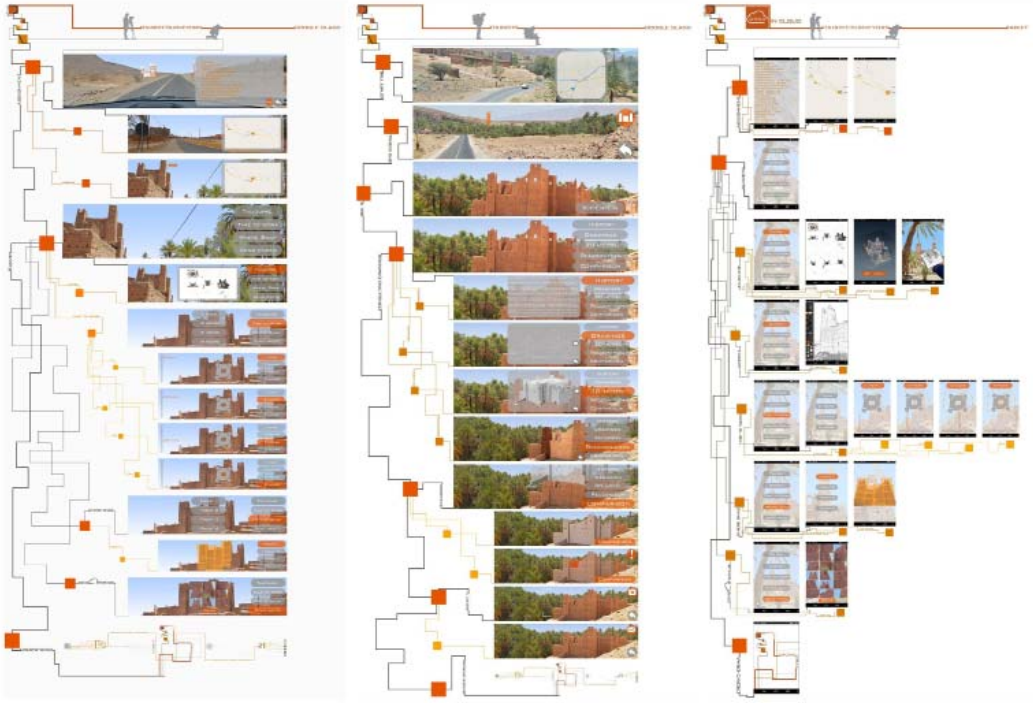


Fig. 10 - Draa in Cloud. Tourist/surveyors with google glass; Tourist with google glass; Tourist/surveyors with tablet.

documentazione consente, nel caso più sfortunato, di assistere i tecnici nelle fasi di ricostruzione. Un'ultima potenzialità del sistema è quella di offrire agli utenti finali una ricostruzione tridimensionale dei *tighremt* danneggiati, consentendo di confrontare con immediatezza e semplicità lo stato di fatto e la condizione iniziale.

Note

[1] Nel Maghreb, in Egitto e Giordania, molti edifici sono chiamati *ksour*. La parola araba ha moltissime varianti sia per la traslitterazione che per i dialetti arabici: *qasr gsar, qsar, qsayr*. Il termine nelle regioni del sud tunisino e libico indica i granai fortificati, strutture vernacolari con una morfologia che potremo definire organica. In Marocco le *kasbah* potrebbero derivare dal 'castrum' latino. La tipologia planimetrica, infatti, ricalca i numerosi edifici fortificati che proteggevano il *limes* Romano.

[2] "Il crowdsourcing è una tipologia di attività online partecipativa nella quale una persona, istituzione, organizzazione non a scopo di lucro o azienda propone ad un gruppo di individui, mediante un annuncio aperto e flessibile, la realizzazione libera e volontaria di un compito specifico. La realizzazione di tale compito, di complessità e modularità variabile, e nella quale il gruppo di riferimento deve partecipare apportando lavoro, denaro, conoscenze e/o esperienza, implica sempre un beneficio per ambe le parti. L'utente otterrà, a cambio della sua partecipazione, il soddisfacimento di una concreta necessità, economica, di riconoscimento sociale, di autostima, o di sviluppo di capacità personali, il crowdsourcer d'altro canto, otterrà e utilizzerà a proprio beneficio il contributo offerto dall'utente, la cui forma dipenderà dal tipo di attività realizzata." Estellés Arolas, E., & González Ladrón-de-Guevara, F. (2012). Towards an integrated crowdsourcing definition. *Journal of Information Science, 38*(2), 189-200.

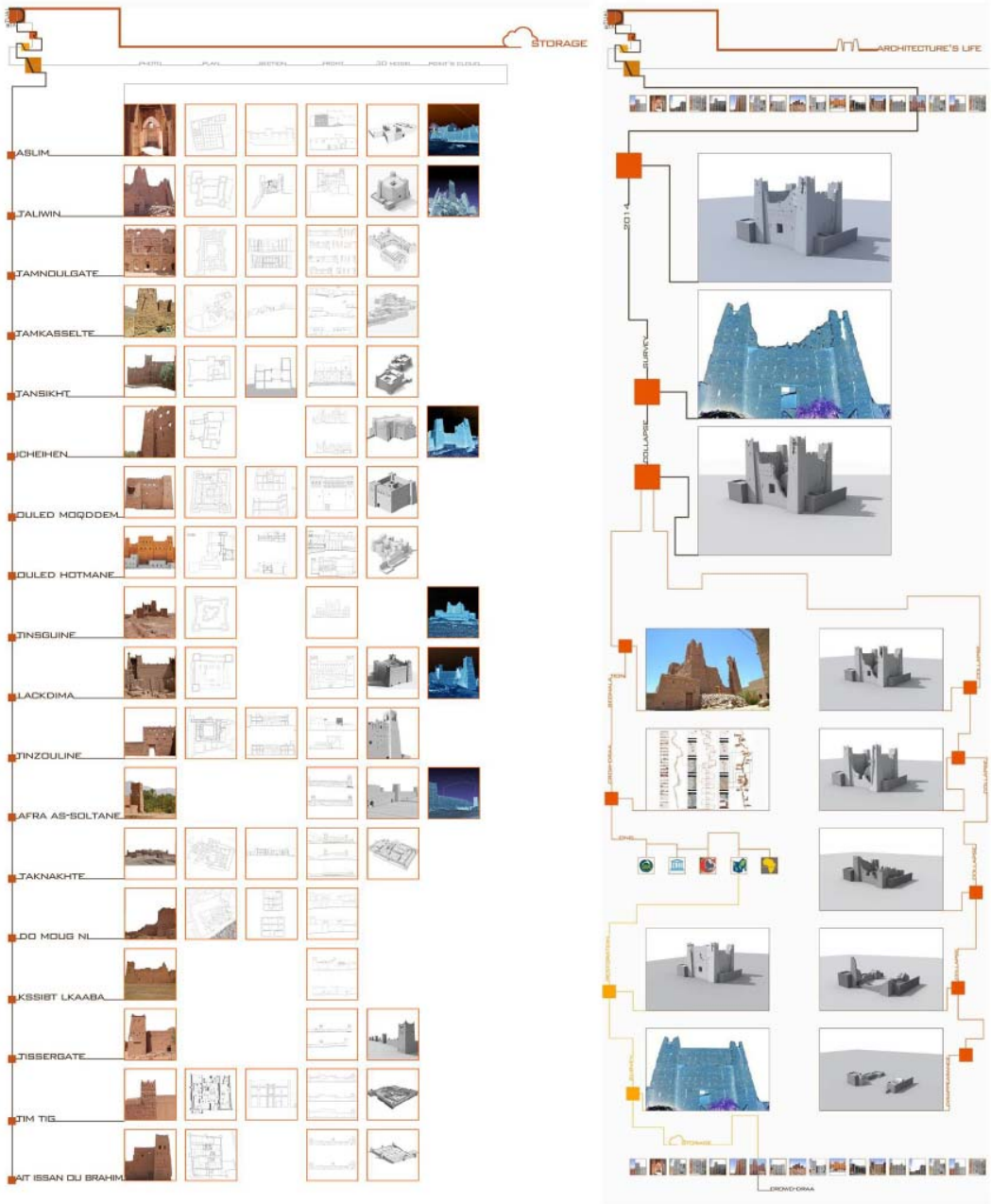


Fig. 11 - Draa in Cloud. Storage and Architectures Life.

Riferimenti bibliografici

Arena, M., & Raffa, P. (2007). *Ksour della regione di Tataouine*. Kappa.

Arena, M., & Raffa, P. (2012). *Ksour di Jelidet, disegni e rilievi*. Kappa.

Arena, M. (2015). Tighremt della Valle del Draa Architetture spontanee nella terra dei Tamazight. In M. Giovannini, M. Arena, & P. Raffa (a cura di), *Spazi e culture del Mediterraneo, 4*. La scuola di Pitagora, pp. 716-733.

Bencherifa, A., & Popp, H. (Eds.)(1990) *Le Maroc: espace et société. Actes du colloque maroco-allemand de Passau 1989*. Passavia Universitätsverlag.

Burckhardt, T. (2002). *L'arte dell'Islam*, Ascondita (Opera originale pubblicata nel 1985).

Buchner, H. J. (1990). Types récents d'habitat oasien en remplacement du Qsar (Ahl Toudrha-sud-marocain), dans Maroc Espace et Société. In A. Bencherifa, & H. Popp (Eds.), *Le Maroc: espace et société. Actes du colloque maroco-allemand de Passau 1989*. Passavia Universitätsverlag, pp. 23-26.

Camps, G. (1996). *Les Berbères*. Edisud.

Foucauld, C. (1985). *Reconnaissance au Maroc (1883-1884)*. Editions d'Aujourd'hui.

Gil Piqueras, M. T. (2014). *Arquitectura de tierra en el Alto Atas*. EGA.

Golvin, L. (1957). *Aspects de l'artisanat en Afrique du nord*. PUF.

Hensens, J. (1968). *Rénovation de l'habitat traditionnel des vallées présahariennes. Rapport P.A.M.*.

Hensens, J. (1969). Habitat rural traditionnel des oasis présahariennes: Le qsar- Problèmes de Rénovation. *B.E.S.M, 114*.

Jacques-Meunié, D. (1951). *Greniers-citadelles au Maroc*. Arts et Métiers Graphiques.

Jacques-Meunié, D. (1982). *Le Maroc Saharien, des origines à 1670*. Librairie Klincksieck.

Laoust, M. E. (1935). *L'habitaion ches les transhumants du Maroc central*. Larose.

Majorelle, J. (1930). *Les kasbahs de l'Atlas*. Meyniel.

Montagne, R. (1930). *Villages et kasbas berbères*. Félix Alcan.

Paris, A. (1925). *Document d'architecture berbèr*. Larose.

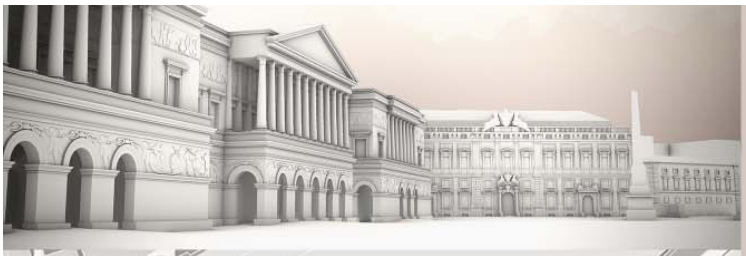
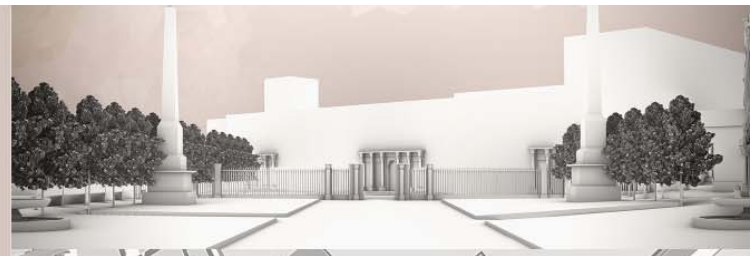
Raffa, P. (2015). Igherm della Valle del Draa: disegni di città di terra. In M. Giovnnini, M. Arena, & P. Raffa (Eds.), *Spazi e culture del Mediterraneo 4: La scuola di Pitagora* (pp. 876-897). La scuola di Pitagora.

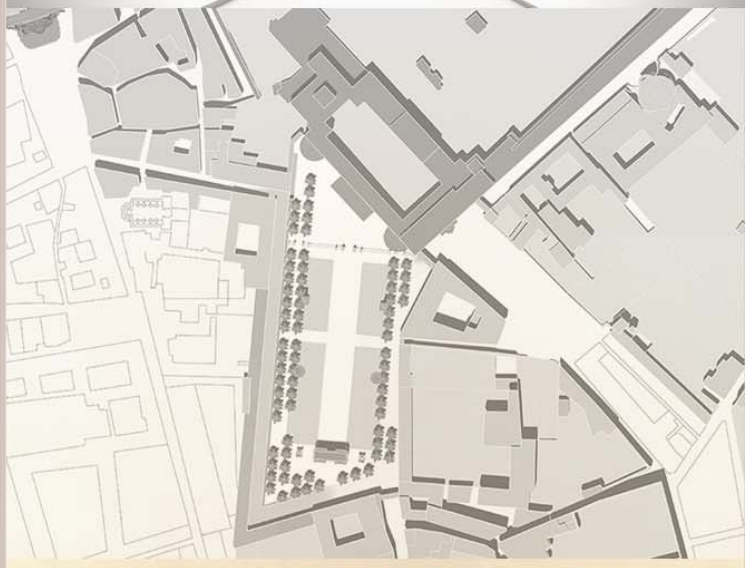
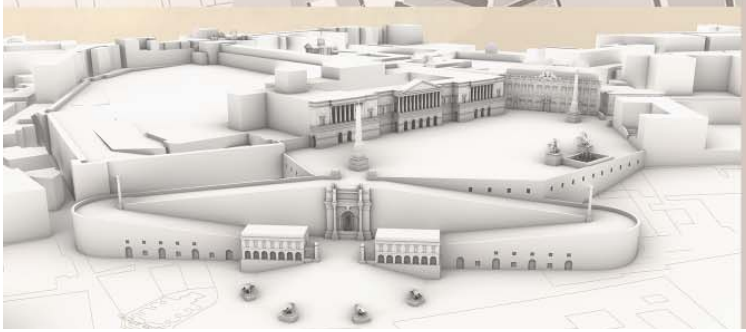
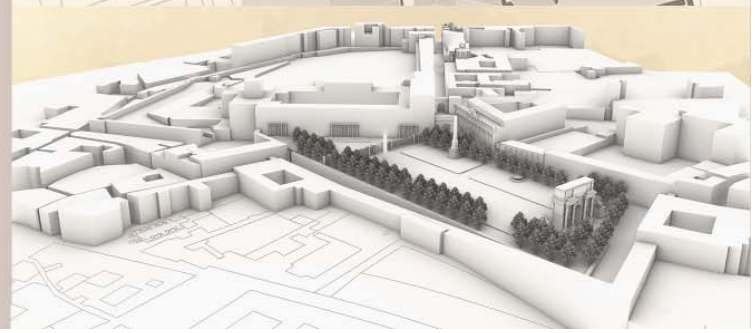
Rodriguez-Navarro, P., & Gil Piqueras, M. T. (2014). El destino de las kasbahs del Alto Atlas en Marruecos. Tres ejemplos en el valle del M'Goun. In X. Ciatti (Ed.), *Construcción con tierra. Patrimonio y Vivienda* (pp. 167-176). Cátedra Juan de Villanueva, Universidad de Valladolid.

Spillman, A. (1931). *Distrcts et tributs de la Haute Vallèe du Dra*. Honorè Champion.

Terrasse, H. (1938). *Kasbas berbères*. Editions des horizons de France.

Camps, G. (1996). Constitution spontanée des nouveaux villages chez les Ahl Todrha (sud marocain). In G. Camps (Ed.), *Les Berbères* (pp. [specificare numeri di pagine]). Edisud.

Il Quirinale come residenza imperiale francese: i progetti di Raffaele Stern

Annalisa Brancasi[1]

[1]Dipartimento di Storia, disegno e restauro dell'architettura (DSDRA), Sapienza Università di Roma, ITALY

annalisa.brancasi@uniroma1.it

Keywords: Digital architecture modeling; Cultural Heritage Representation and Documentation; Virtual reality and augmented reality; Quirinal Palace; Raffaele Stern / *Modellazione digitale per l'architettura; Rappresentazione e documentazione del patrimonio culturale; Realtà virtuale e realtà aumentata; Palazzo del Quirinale; Raffaele Stern.*

Abstract

June 1809, Rome officially becomes part of the French Empire under the leadership of Napoleon Bonaparte. On the occasion of the birth of Napoleon's son, Rome becomes the second capital of the Empire. The Quirinal Palace is chosen as the imperial residence and work begins on the necessary adaptation and renovation project. It will be Raffaele Stern, appointed architect of the Estates of the Crown by the French Administration, who will take on this task: he will have to deal both with a particular orographic context, as the palace is located on one of the highest hills of the Urbe, and with an architectural and urban space of great importance and will have to respond, at the same time, to the needs of the imperial patronage.

The contribution presented here focuses on the results of a research project aimed at reconstructing a portion of the projects developed by Stern during this period. It involves two proposals for the transformation of the Quirinal Square, one of which extends to the main facade of the palace. Stern's proposals were explored based on an initial phase that involved historical analysis and documentary and bibliographic research.

Methodologically, after collecting historical and iconographic data, the research proceeded to create a three-dimensional urban-scale model of the current state of the site. This allowed, in a reverse chronological journey, the reconstruction of the urban situation at the time of the project. This new model, simultaneously orographic, urban, and architectural, incorporated the insertion of the two project hypotheses investigated by the research, presented based on historical interpretations and references that were chronologically and stylistically close.

The outcomes of this study leverage digital models dynamically and diversely, proposing the perception of a fragment of Rome as it could have been: explorable models were employed to create video renders and immersive experiments based on spherical panoramas for a 360° visualization.

Giugno 1809, Roma entra ufficialmente a far parte dell'Impero Francese sotto la guida di Napoleone Bonaparte e, in occasione della nascita del figlio di quest'ultimo, diviene la seconda capitale dell'Impero: il palazzo del Quirinale viene scelto come residenza imperiale e si comincia a pensare al necessario progetto di adeguamento

Fig. 1 - A. Brancasi, Modelli digitali dei progetti mai realizzati di Raffaele Stern per conto dell'Impero francese: planivolumetrici, prospettive a volo d'uccello e prospettive ad altezza uomo. Software utilizzato: Rhinoceros (elaborazione grafica dell'autore).

e ristrutturazione. Sarà Raffaele Stern, nominato architetto dei Beni della Corona dall'Amministrazione francese, che si farà carico di questo compito: dovrà confrontarsi sia con un contesto orografico particolare, trovandosi il palazzo su uno dei colli più alti dell'Urbe, sia con uno spazio architettonico e urbano di grande rilevanza e dovrà rispondere, allo stesso tempo, alle esigenze della committenza imperiale.
Il contributo qui presentato ha come oggetto i risultati di una ricerca orientata alla restituzione di una parte dei progetti elaborati da Stern in questa occasione: si tratta di due proposte di trasformazione della piazza del Quirinale, una delle quali arriva a coinvolgere il prospetto principale del palazzo. Le proposte di Stern sono state approfondite sulla base di una fase iniziale che ha affrontato l'analisi storica e la ricerca documentale e bibliografica.
Sul piano metodologico, dopo la fase di raccolta dei dati storici e iconografici, la ricerca ha affrontato la realizzazione del modello tridimensionale a scala urbana dello stato attuale del sito, cosa che ha permesso, camminando a ritroso, di restituire la situazione urbana al momento del progetto. Questo nuovo modello, contemporaneamente orografico, urbano e architettonico, ha quindi accolto l'inserimento delle due ipotesi di progetto indagate dalla ricerca, restituite sulla base delle interpretazioni avanzate in ambito storico e sulla base di riferimenti architettonici cronologicamente e stilisticamente vicini.
Gli esiti di questo studio portano all'utilizzo dei modelli digitali in modo dinamico e diversificato, così da proporre la percezione di un frammento della Roma che sarebbe potuta essere: modelli esplorabili con cui è stato possibile realizzare dei video render e sperimentazioni immersive basate su panorami sferici per una visualizzazione a 360°.

Introduzione storica e del contesto urbano

Il patrimonio storico-architettonico, con particolare riferimento al palazzo del Quirinale e alla piazza antistante, costituisce il caso studio attraverso il quale si va ad esplorare l'applicazione del modello orografico tridimensionale, nella valutazione di come esso contribuisce alla valorizzazione di tali monumenti e nella simulazione della percezione dello spazio in un contesto digitale. Inoltre, la ricerca su cui si basa questo contributo si distingue per l'adozione di una metodologia basata su uno studio e approfondimento dei dati moderno, spaziando dalle ricerche storiche alle cartografie: tale approccio mira all'integrazione e allo sfruttamento delle nuove tecnologie, rendendo possibile l'approfondimento di varie questioni, tra cui la capacità di dare voce al patrimonio, sia tangibile che, in questo caso, intangibile, poiché mai concretamente realizzato. Nel contesto di questo studio si esamineranno i risultati ottenuti fino a ora sulla restituzione di una parte dei progetti non realizzati dell'architetto Raffaele Stern, per conto di Napoleone e dell'Impero francese agli inizi del diciannovesimo secolo [1].
La piazza antistante il Palazzo del Quirinale, in cima al colle omonimo, è uno spazio complesso, irregolare e in pendenza, frutto di un processo iniziato nel 1561 quando il Palazzo divenne la principale residenza del pontefice [2] (fig. 2).
All'arrivo dei francesi in Italia, la Piazza del Quirinale aveva assunto una vaga forma pentagonale, i cui lati erano formati dal Palazzo del Quirinale, un bastione semicircolare fatto costruire da Urbano VIII nel punto di collegamento della piazza con Via della Dataria, il Palazzo della Consulta (1737), e gli edifici delle Scuderie Pontificie (1732). Verso la metà del XIX secolo la piazza accoglieva una fontana quadrilobata, opera di D. Fontana, affiancata dal gruppo marmoreo dei Dioscuri ma, nel 1786, venne eretto l'attuale obelisco e la fontana venne smantellata per essere sostituita con una antica

Fig. 2 - La piazza del Quirinale nel 2024, vista dall'alto. Cattura schermo del software Google Earth Pro (elaborazione grafica dell'autore).

vasca circolare in granito.
Nel 1809 Roma entrò a far parte ufficialmente dell'Impero francese e, dopo la nascita del figlio di Napoleone, che ebbe il titolo di Re di Roma (1811), divenne la seconda capitale dell'Impero. La posizione favorevole che il sito offriva e le sue dimensioni, portarono Napoleone e l'Amministrazione francese a scegliere il palazzo del Quirinale come palazzo Imperiale, con la condizione che sia quest'ultimo, che l'area su cui sorgeva, fossero sottoposti ad un adeguamento al fine di renderli più consoni alle nuove funzioni a cui erano destinati.
Il 25 febbraio 1811 la nomina dell'architetto dei Beni della Corona ricadde su Raffaele Stern (1774-1820), personaggio affascinante e complesso, Accademico di merito all'Accademia di S. Luca e Architetto della Sede Apostolica [3]. Il suo incarico prioritario fu quello di elaborare un progetto di trasformazione dell'antica residenza papale in reggia imperiale anche in vista di una imminente visita di Napoleone a Roma. Con la fine della supremazia francese in Italia, l'archivio disegni relativi ai nuovi progetti di abbellimento di Roma andò parzialmente disperso e, con esso, anche gran parte dell'enorme mole di lavoro svolto da Stern.

La nuova piazza del Quirinale: analisi grafica e bibliografica di due progetti

Tramite la documentazione emersa e finora pubblicata sono noti principalmente i lavori proposti da Stern per l'interno del palazzo del Quirinale. La prima iniziativa

dell'architetto consiste in una serie di disegni da lui elaborati: analisi dello stato di fatto del palazzo e dell'area, insieme a tre soluzioni di diverso impegno economico e differente durata dei lavori [4]. In questa sede sono stati analizzati nel particolare due dei progetti contenuti all'interno della seconda soluzione – indicata nelle fonti bibliografiche come "seconda proposta" – inviata dall'architetto all'Amministrazione francese, dove emergono delle considerazioni e proposte relative alla sistemazione della piazza di Montecavallo [5].
Cosa sappiamo noi di questi progetti? La maggior parte sono stati pubblicati da Attilio Lapadula (1969) e Marina Natoli e Maria Antonietta Scarpati (1989). Nel 2009 Elisa Debenedetti pubblica per la prima volta una pianta del Palazzo, conservata in una collezione privata piemontese, insieme ad altri disegni recanti in alto a sinistra il numero progressivo con i quali sono stati inviati in Francia: segno chiaro che hanno fatte parte della documentazione ufficiale andata dispersa. Nel documento in questione è rappresentato il piano nobile del palazzo riallestito, con una seconda corte interna, una nuova disposizione della piazza e una nuova ipotesi di facciata. Dal confronto di questa pianta con i disegni precedentemente ciati, è stato dedotto che è da collegarsi alla serie di disegni relativa alla "seconda proposta" progettuale inviata da Stern a Napoleone (Debenedetti, 2009).
Nel 2014 Susanna Pasquali ha collegato un disegno su carta velina raffigurante parte di un prospetto monumentale, riferibile ad un grande palazzo, ai progetti di Raffaele Stern [6] (fig. 3). Confrontandolo con la pianta sopracitata pubblicata da Debenedetti e confermandone la corrispondenza, Pasquali ha proposto di riconoscervi la nuova facciata prevista per il Palazzo del Quirinale (Pasquali, 2014).
Per quanto riguarda la disposizione della piazza di Montecavallo, verranno successivamente presentate due proposte alla Commissione per gli Abbellimenti ma non saranno approvate [7] (fig. 3).
In un primo progetto Stern rappresenta, in alto a sinistra, il rilievo dello stato di fatto della Piazza del Quirinale e accanto il progetto di trasformazione: una rivisitazione della sistemazione dell'area antistante il palazzo, con lo scopo, oltre ad aumentare lo spazio e conferire maggior regolarità alla piazza, di liberare la facciata per la realizzazione di un nuovo prospetto. Si tratta, in primo luogo, di eliminare gli edifici della Dataria, della Panetteria e adiacenti alle Scuderie, compresi il bastione di Urbano VIII e il palazzo di San Felice, fino all'incrocio con via dei Lucchesi (colorati in blu scuro). Ulteriori fabbriche verranno abbattute (colorate in azzurro), tra cui la Chiesa di Santa Croce e San Bonaventura dei Lucchesi. La proposta prevede la costruzione di due muraglioni: uno simmetrico al palazzo della Consulta e l'altro parallelo alla facciata del palazzo, adiacente all'edificio delle Scuderie [8]; tra i due muraglioni, a completare la forma esagonale della piazza, una doppia rampa monumentale collega la piazza alla sottostante via della Dataria. Un altro obelisco deve essere innalzato sull'estremità destra del palazzo, in modo da creare un elemento simmetrico a quello già esistente (La Padula, 1970). Infine, le due statue dei Dioscuri sono collocate sul lato opposto del

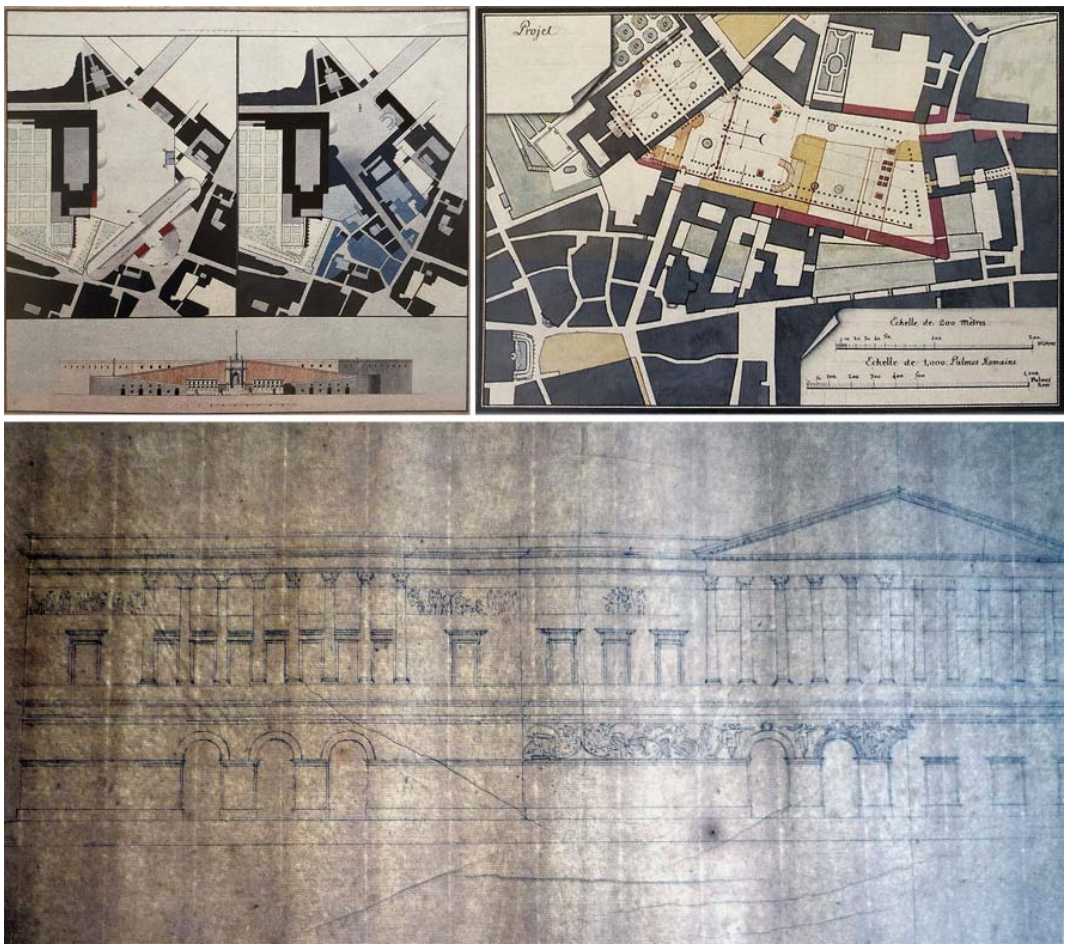


Fig. 3 - In alto a sinistra: R. Stern, Projet pour la place du Quirinal, présenté le 7 septembre 1813; in alto a destra: R. Stern, Projet pour la place du Quirinal, plan et perspective, 1813, disegni ad acquerello, Album Tournon, custodito al Castello di Avrilly (Foucart, 2001, p. 165-167); in basso: R. Stern, Progetto per una nuova facciata del palazzo del Quirinale, copia di un originale, (BCAS,Roma , Album Sarti, bancone R, n.21,fol. nr.24).

palazzo, di fianco ad una grande fontana posta in asse al portone principale, spostato al centro della nuova facciata proposta, anche essa regolare, simmetrica e con tre ingressi. E' stato analizzato un secondo progetto, molto più ambizioso del primo: le azioni previste comprendono anche in questo caso la regolarizzazione della facciata con tre i ingressi, lo sgombero dal torrione e l'eliminazione di alcune parti della Panetteria, insieme ad altre notevoli demolizioni a sud fino al retro di Palazzo Colonna, tra cui il complesso delle Scuderie (colorate in giallo). La grande piazza assume una forma trapezoidale allungata, in modo da esaltare anche questa volta una simmetria, in posizione centrata, ma obliqua, sul portale principale. Tale simmetria è data anche dal inserimento di un secondo obelisco, opposto all'esistente, seguito dal posizionamento di fontane più a sud dello stesso asse. Le statue dei Dioscuri affiancano il monumento

che definisce l'ingresso da Sud, un grande arco trionfale (La Padula, 1970). E' bene notare come, in quella stessa posizione, l'architetto disegni un percorso alternativo che si inserisce all'interno gli edifici proseguendo verso l'attuale Largo Magnanapoli, oltre a regolarizzare anche la strada (in rosso).
L'accesso alla Piazza con le carrozze da Via della Dataria segue il percorso di risalita del salto di quota; si ipotizza sia presente un secondo accesso diretto pedonale, formato da una stretta scalinata, in corrispondenza del portale destro del palazzo. La facciata del palazzo presenta due porticati minori laterali e un porticato maggiore centrale, separata dalla piazza da una lunga cancellata.

La fase di restituzione dei modelli digitali

A seguito della fase preliminare di raccolta della documentazione storica, cartografica e iconografica e dell'analisi del materiale acquisito appena descritta, la metodologia di questa ricerca ha previso la creazione di un modello tridimensionale a scala urbana, in prima battuta, della configurazione contemporanea. Questa rappresentazione funge da punto di partenza fondamentale per verificare le ipotesi, interpretare i dati storici raccolti e restituire la situazione passata. Successivamente, si è passati ad esaminare e ricostruire le proposte progettuali oggetto di questo lavoro. Il processo di lavoro, inevitabilmente, ha avuto inizio con la ricostruzione della superficie orografica a una scala appropriata [9]. Tale approccio è cruciale poiché la morfologia del terreno ha spesso influenzato la configurazione e le trasformazioni urbane, guidando l'evoluzione stessa della città (Carlevaris, 2014).
Ottenuta la superficie, ad essa è stata sovrapposta la cartografia tridimensionale dell'area, da cui, per estrusione, è stato ricavato l'impianto urbano: la struttura di pieni e vuoti, andando man mano a definire isolati, strade, piazze e aree verdi (Empler et al., 2021). Successivamente, sono stati modellati gli specifici elementi che caratterizzano la piazza e gli edifici che la delimitano [10]. Del palazzo del Quirinale è stato restituito il prospetto principale e parte del prospetto laterale sulla base del ridisegno al CAD della documentazione iconografica raccolta e verificata attraverso un rilievo urbano speditivo con metodo diretto degli elementi accessibili alla misurazione; lo stesso metodo è stato utilizzato per la modellazione degli altri fabbricati, tra cui il prospetto del Torrione e del Palazzo della Dataria, gli elementi che definiscono la piazza (balaustra, obelisco, fontana e scalea), il palazzo della Consulta e Palazzo Rospigliosi e, infine, le Scuderie e gli edifici pertinenziali che circondano la salita di Montecavallo [11].
Il passo successivo è stato finalizzato alla modellazione dell'ambito urbano precedente alle ipotesi progettuali di Stern: si è scelto di utilizzare come base cartografica la Nuova pianta di Roma di G. B. Nolli del 1748, data la ricchezza di informazioni e l'accuratezza nella rappresentazione delle acclività del terreno, oltre ad essere il riferimento scientificamente più esatto e cronologicamente più vicino al periodo storico d'interesse.
La restituzione al CAD della porzione urbana è stata integrata con il modello dello stato

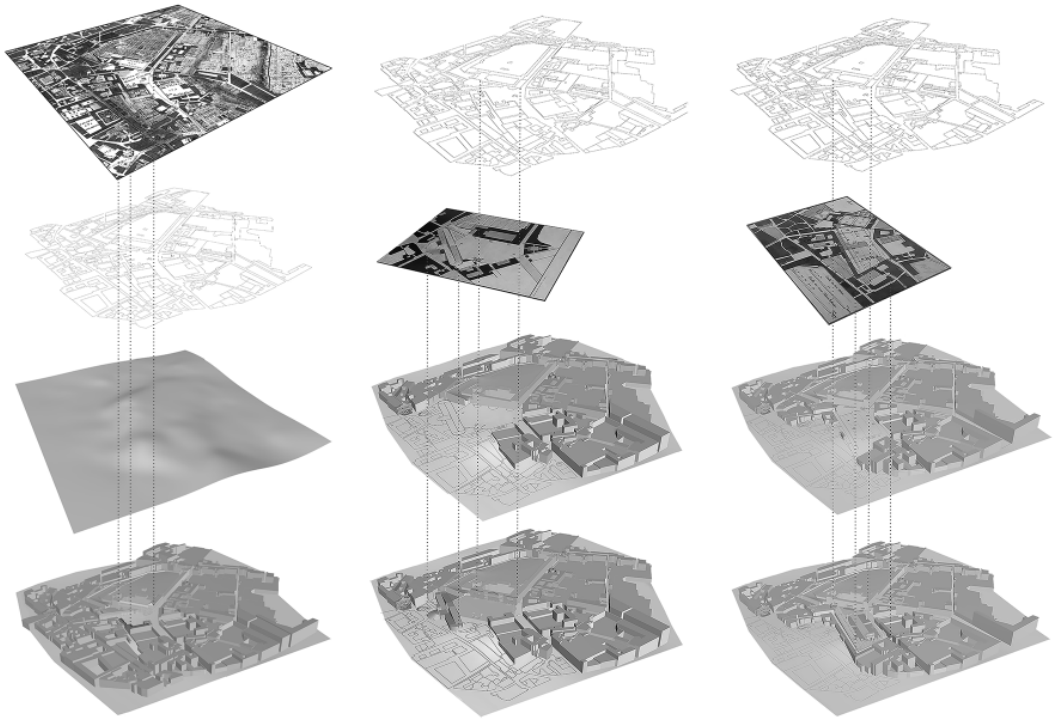


Fig. 4 - A. Brancasi, Processo di restituzione dei modelli digitali: dal modello del 1748 sulla base della Nuova Pianta di Roma del Nolli, fino all'integrazione delle due proposte di R. Stern. Software utilizzato: Rhinoceros (elaborazione grafica dell'autore).

di fatto, a seguito della verifica dell'attendibilità della rappresentazione e del confronto con la restante documentazione storica a disposizione, sia cartografica, sia relativa alle vedute dell'epoca.

Infine, sulla base dei dati ricavati dalla ricerca storica, interpretandoli e utilizzando riferimenti dell'epoca, i disegni delle nuove planimetrie e del nuovo prospetto del palazzo sono stati integrati con il modello del 1748: alla planimetria del Nolli sono stati sovrapposti i ridisegni delle nuove planimetrie, opportunamente scalati e posizionati e dai quali è stato possibile ricostruire il modello delle due ipotesi progettuali mai realizzate (fig. 4).

Per quanto riguarda il primo progetto, in relazione al prospetto studiato, in pianta si evince come questo possa essere una nuova facciata da sovrapporsi a quella preesistente con l'intento di conferire maggior trasparenza. Al centro un fronte templare di dodici colonne corinzie, sopra una serie di cinque arcate e, ai lati, due logge ottastile rispettivamente su un gruppo di tre arcate; bassorilievi ornano entrambi i livelli correndo lungo l'intera facciata [12] (fig. 5).

La grande rampa a tenaglia sul versante Ovest presenta un piano inclinato semicircolare di accesso, circoscritto da quattro statue rappresentanti delle aquile, definito da due edifici simmetrici tra i quali un cancello di accesso alla rampa e una fontana in asse

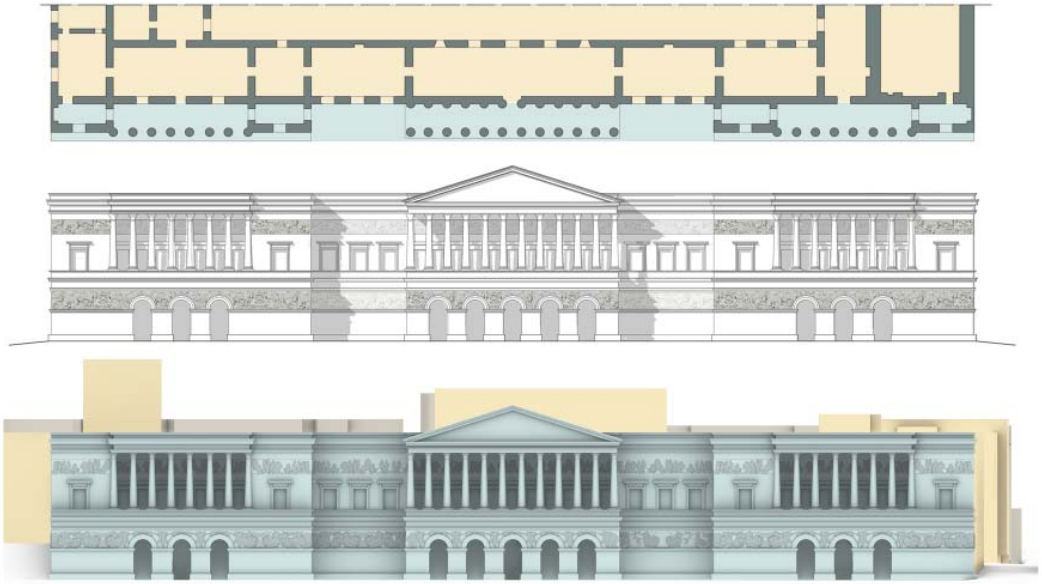


Fig. 5 - A. Brancasi, Restituzione della 'nuova facciata' del Quirinale: dal disegno bidimensionale al modello. Software utilizzato: Rhinoceros (elaborazione grafica dell'autore).

all'interno di un arco trionfale.
Del secondo progetto in esame, l'ingresso monumentale è stato restituito su riferimento dell'Arco della Pace in piazza Sempione, a Milano, mentre nel punto in cui le strade confluiscono all'interno della piazza, l'architetto inserisce degli elementi che si ipotizzano essere archi ad un solo fornice. Per la ricostruzione della lunga cancellata, ci si è basati sulla cancellata del Palazzo Reale di Torino e si possono notare degli elementi che circondano l'intera piazza, ipotizzati come un doppio filare di alberi, presumibilmente olmi. Di questa seconda ipotesi progettuale non si conoscono progetti per il nuovo prospetto del palazzo del Quirinale [13].

Modelli esplorabili: un'impronta francese a Roma

I modelli digitali che scaturiscono da questa sperimentazione diventano strumenti efficaci di collaborazione, promuovendo l'interazione tra istituzioni e professionisti attivi nella conservazione del patrimonio architettonico e della storia urbana, ma anche strumenti di istruzione nel veicolare la conoscenza del patrimonio culturale. L'esplorazione in *real time* – in tre dimensioni – di elaborati di cui fino ad ora è stato possibile prenderne visione esclusivamente attraverso immagini bidimensionali, offre alla comunità diverse possibilità di fruizione e accessibilità tali da avere la percezione di un frammento di Roma che non è, ma che sarebbe potuta essere. Inoltre, questi consentono un'indagine metastorica e un'interpretazione a 360 gradi delle idee progettuali dell'architetto: sorge dunque la domanda se, privo di tali strumenti, l'architetto avrebbe potuto immaginare

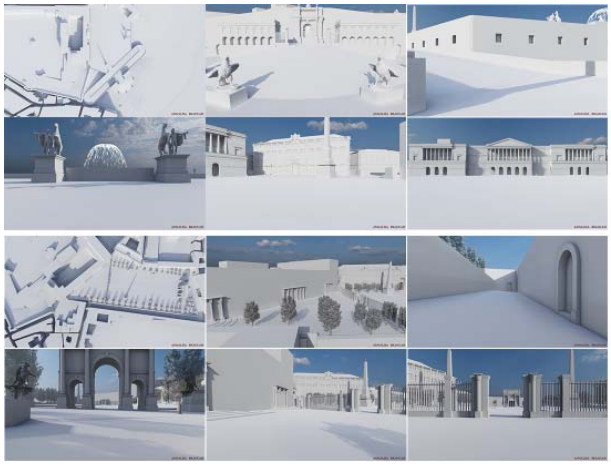


Fig. 6 - A. Brancasi, Raccolta di alcuni frame relativi ai tour virtuali dei modelli digitali di entrambe le proposte progettuali restituite e QR Code video (< https://www.youtube.com/watch?v=fYc556pFy7k >). Software utilizzato per il video render: Lumion 3D; software utilizzato per il montaggio video: Adobe Premiere Pro. (elaborazione grafica dell'autore).

appieno come la percezione di un luogo, così storicamente e culturalmente rilevante e iconico nella città di Roma, sarebbe cambiata.
Gli esiti di questa ricerca hanno condotto alla creazione di video che permettono di osservare dinamicamente i progetti di Stern (fig. 6), insieme alla sperimentazione di render panoramici da visualizzare con *cardboard*. Questi tour virtuali seguono il percorso ascendente del cambiamento di quota, agevolando la percezione e consentendo di esplorare dettagliatamente il Quirinale con una visuale ad altezza uomo, svelando un'atmosfera in stile francese [13].

Note

[1] Lo studio è maturato in seno ad un gruppo di ricerca composto da chi scrive con le professoresse Susanna Pasquali, che ha indirizzato gli aspetti storico- teorici, archivistici e di validazione delle ipotesi ricostruttive, e Laura Carlevaris, per la parte relativa alla restituzione dei modelli orografici, urbani e architettonici e alla comunicazione.

[2] Nel 1866, su commissione di papa Pio IX, l'architetto Virginio Vespignani realizzò la configurazione attuale della piazza del Quirinale.

[3] Figlio di una famiglia di artisti emigrati a Roma all'inizio del '700, Raffaele Stern deve forse anche la sua nomina alla madre francese, Maria Giuseppa Prò De Traffé, da cui imparò la lingua e al padre, l'architetto Giovanni Stern, che contribuì alla sua formazione professionale (Natoli, 1989).

[4] Un 'primo progetto', il meno dispendioso, fu pensato per rendere abitabile il palazzo al più presto possibile in vista dell'arrivo imminente dell'Imperatore. Nel 'secondo progetto', l'architetto prevede la costruzione di una nuova facciata sulla piazza di Montecavallo, abbattendo gli edifici della Panetteria e della Dataria. Nel 'terzo progetto', l'ingresso principale sarebbe stato ricavato sul lungo fronte della Manica Lunga, con annessa creazione di una piazza antistante ottenuta demolendo il convento della Maddalena e dei Cappuccini e lasciando in piedi soltanto la Chiesa di S. Andrea opera del Bernini (Natoli, 1989).

[5] Dall'epoca medievale fino al XIX secolo, la piazza era denominata Piazza di Monte Cavallo, prendendo il nome dal termine "Monte Cavallo" con cui il colle Quirinale era comunemente identificato. <https://it.wikipedia.org/wiki/Piazza_del_Quirinale> (ultimo accesso 28 gennaio 2004)

[6] Il disegno in questione risulta essere una copia su carta velina di un prospetto presente in uno dei due Album Sarti (BCAS,Roma , Album Sarti, bancone R, n.21,fol. nr.24), anonimo fino all'attribuzione di Susanna Pasquali.

[7] Camille de Tournon, al suo ritorno in Francia dopo la caduta di Napoleone, portò con sé numerosi disegni ufficiali relativi al palazzo del Quirinale attualmente conservati negli *Archives Nationales* di Parigi e nella Collezione Tournon presso il Castello di Avrilly (Maffioli, 2015).

[8] L'edificio delle Scuderie avrebbe perso a bella scalinata semicircolare (La Padula, 1970).

[9] Dati utilizzati: Carta Tecnica Regionale Numerica (CTRN) 1:5.000 - Provincia di Roma, elaborazioni del 2002: DTM 5mt e file DWG planimetrici. Sono state utilizzate le sezioni 374062 e 374101. <https://dati.lazio.it/catalog/it/dataset/carta-tecnica-regionale-2002-2003-5k-roma> (ultimo accesso 30 Gennaio 2024) elaborati dal software *Rhinoceros*.

[10] Dati utilizzati: Carta Tecnica Regionale Numerica (CTRN) 1:5.000 - Provincia di Roma, elaborazioni del 2002: file DWG planimetrici. Sono state utilizzate le sezioni 374062 e 374101. <https://dati.lazio.it/catalog/it/dataset/carta-tecnica-regionale-2002-2003-5k-roma> (ultimo accesso 30 Gennaio 2024) elaborati dal software *Rhinoceros*.

[11] I Dioscuri sono state restituiti utilizzando dei modelli simili alle statue esistenti, importati tramite il software *Sketchup 2018* (*Trimble Navigation*), poiché lo scopo principale è stato quello di avere esclusivamente una percezione quanto più vicina alla realtà. L'utilizzo del software *Google Earth Pro* è stato fondamentale nella verifica spaziale e percezione visiva dell'area.

[12] Il prospetto che è stato preso in considerazione per la restituzione è una riproduzione del disegno su carta velina attribuito da Susanna Pasquali (2014); i bassorilievi sono stati rappresentati sulla base del disegno di Pierre-Adrien Pâris, *Studio di uno dei bassorilievi della Colonna Traiana*, Biblioteca Comunale di Besançon (Francia).

[13] Si è stato scelto di rappresentare esclusivamente gli elementi deducibili con più convinzione in pianta: del prospetto del palazzo si può evincere la conformazione dei tre ingressi, di cui due sono caratterizzati da colonnati minori e, quello centrale, da un colonnato maggiore; dei fabbricati che compongono il tessuto urbano all'interno dei progetti, si è scelto di rappresentarli graficamente esclusivamente come impronta sul terreno, non avendo informazioni certe sulla loro conformazione tridimensionale e sulle intenzioni dell'architetto.

[14] Parte di questo lavoro e i modelli relativi ai progetti di Stern sono stati presentati all'interno di un progetto di Adrián Almoguera: ciclo di micro-video sui grandi progetti della Roma napoleonica, girati presso il Museo di Roma (Palazzo Braschi) in occasione del bicentenario della morte di Napoleone - promossi e diffusi dall' Ecole Française e dall'Ambasciata di Francia in Italia. *Episodio 8 - «Il Quirinale: un nuovo centro di potere nella Roma napoleonica» con Annalisa Brancasi et Susanna Pasquali, Sapienza, Università di Roma.* <https://www.efrome.it/it/efr/attualita/video-roma-napoleonica-1809-1814-regards-sur-des-reves-devenus-projets-episode-8-le-quirinale> (ultimo accesso 30 Gennaio 2024)

Riferimenti bibliografici

Carlevaris, L. (2014). Contenitore e contenuto nella descrizione dello spazio urbano: storia, morfologia, modelli, vita vissuta. In L. De Carlo (a cura di), *Metamorfosi dell'immagine urbana. Rappresentazione, documentazione, interpretazione, comunicazione* (pp. 27-46). Gangemi editore.

Debenedetti, E. (2009). Stern, Daru e Sforza Cesarini nel Quirinale Napoleonico. In E. Debenedetti (a

cura di), *Collezionisti, disegnatori e teorici dal Barocco al Neoclassico, «Studi sul Settecento Romano»*, 25(I), 291-318. Bonsignori Editore.

Empler, T., Caldarone, A. & D'Angelo, E. (2021). Una Roma in cui giocare: ricostruzioni 3D e serious games dalla pianta del Nolli. In A. Arena, M. Arena, D. Mediati, P. Raffa (a cura di), *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Linguaggi Distanze Tecnologie. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione* (pp. 680-699). FrancoAngeli. https://doi.org/10.3280/oa-693.37

Foucart, B. (2001). Camille de Tournon. *Le préfet de la Rome napoléonienne (1809-1814).* Fratelli Palombi Editori.

La Padula, A. (1970). *Roma e la regione nell'epoca napoleonica: contributo alla storia urbanistica della città e del territorio.* Istituto editoriale pubblicazioni internazionali.

Maffioli, N. (2015). Disegni inediti di Raffaele Stern per il Quirinale napoleonico. *Palladio: rivista di storia dell'architettura e restauro*, 56, 83-110.

Natoli, M. (1989). Raffaele Stern e l'allestimento degli appartamenti imperiali al Quirinale. In M. Natoli & M.A. Scarpati (a cura di), *Il Palazzo del Quirinale. Il mondo artistico a Roma nel periodo napoleonico* (pp. 1-66). Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.

Pasquali, S. (2014). Raffaele Stern per Napoleone: un gruppo di disegni anonimi riferibili a residenze di grandiose dimensioni. In E. Debenedetti (a cura di), *Antico, Città, Architettura. Dai disegni e manoscritti dell'Istituto Nazionale di Archeologia e Storia dell'Arte, «Studi sul Settecento Romano»*, 30(I), 325-337. Edizioni Quasar.

风沙侵蚀
创想
我的
18:01
云游长城
Yun You Chang Cheng
Entre
百闻不如一见
Seeing is believing
探索
保护
长城
创想
我的
18:05
答题识长
切磋知识，发
不知道的长城
明长城嘉峪关
探索
保护

Online Games as a Pathway to Elevate World Cultural Heritage Conservation in China

Ruitao Li[1], Xiaoxu Liang[2]

[1]Indipendent Scholar
[2]Department of Architecture and Design, Politecnico di Torino, Turin, ITALY

ruitao.li@studenti.polito.it; xiaoxu.liang@polito.it

Keywords: Online Games; Chinese World Cultural Heritage; Public Engagement; Cultural Heritage Conservation.

Abstract

Preserving the Great Wall, a renowned Chinese cultural heritage site, poses several challenges due to insufficient public awareness, inadequate policies, and a shortage of professional management staff. Urgent intervention through the integration of new technology is necessary to address these pressing issues. In recent years, the use of digital platforms and Extended Reality (XR) technology has emerged as a transformative force in the preservation and promotion of cultural heritage content. XR technology can make cultural heritage digitally accessible, providing users with an immersive experience and promoting public engagement. And thanks to the potential to engage communities, educate young people and present cultural heritage in digital formats, online games have become an important catalyst in the field of heritage conservation. Games offer a platform where players can learn through action, and education is cleverly integrated into the playful narrative rather than being explicitly stated beforehand. The integration of gaming, XR technology and digital tourism actively involves communities, surpasses physical constraints, and bridges the temporal gap between the past, present, and future.

In the year 2022, the China National Cultural Heritage Administration forged a collaborative partnership with Tencent Games, culminating in the creation of a WeChat [1] application christened Great Wall E-tour. This compact application package has been ingeniously designed to allow users to virtually travel the Great Wall and participate in its restoration, all through the medium of their mobile devices. Notably, the application also facilitates an immersive exploration of the "Digital Great Wall" while providing a profound insight into its historical lineage. Beyond mere exploration, it also encourages active engagement in the restoration process of this iconic monument. This study serves to underscore the pivotal role of Great Wall E-tour as a multifaceted World Heritage preservation tool in the specific context of China. The discourse here explores the significant contribution of online games, with a particular focus on the use of XR technology in the broader field of heritage preservation and promotion. It demonstrates the integration of XR technology in the context of museums, historic sites and educational initiatives. The article also highlights the critical importance of maintaining a seamless and immersive gaming experience while imparting knowledge about the past, underscoring the need for a harmonious balance between educational content and user engagement.

Fig. 1 - Overview of the Game Yun You Chang Cheng.

Introduction

Game-based learning has been confirmed as an efficient approach that can provide an engaging and interactive way, to educate the public about the significance of cultural heritage (CH) content conservation (Camuñas-García et al., 2023a, 2023b; Mortara et al., 2014; Varinlioglu & Halıcı, 2019). Extended Reality (XR) technology, covering Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR), as well as Mixed Reality (MR) technology (Fast-Berglund et al., 2018; Mudička & Kapica, 2023; Okanovic et al., 2022), can make CH sites digitally accessible regardless of time and space constraints, its character of the connection of virtuality and reality has enabled this technology to be widely used in CH area for education, virtual tourism, and preservation since the mid-2000s (Bekele et al., 2018). In recent years, researchers have increasingly focused on exploring the impact of combining XR technology and online games (OGs) to convey CH information, and have developed some XR serious games in this domain (Zhang et al., 2018, 2021; Ekonomou & Vosinakis, 2018; Vu et al., 2018).

The article explores the integration of XR technology in OGs, and its potential to engage communities in the preservation and promotion of CH in the Chinese context. It is structured as follows: Section 2 offers a comprehensive literature review on the role of OGs with XR technology in raising public awareness of CH content conservation and dissemination, providing a theoretical foundation for subsequent analysis. In Section 3, we examine the case study of the *Great Wall E-tour*, also known as *Yun You Chang Cheng* (YYCC) in Chinese, to illustrate how OGs can effectively enhance the aforementioned aspects and practically contribute to the expansion of the CH database within the Chinese context. Finally, the article discusses the current constraints in developing CH online games and proposes methods to mitigate them.

The role of OGs in CH conservation

OGs especially serious games have become a significant catalyst in the field of CH conservation. They have the potential to engage communities, educate young people, and present CH content in digital formats. This promising venture requires further analysis. Ordinary virtual tours only provide information, but online serious games enable the users to create their cognitive journey and gain a deeper historical understanding of CH content. They are instrumental in encouraging greater involvement of local residents in museums and CH sites pursuits, as well as archival processes, dealing with both tangible and intangible CH. Additionally, they also serve as a potent means of enhancing and communicating historical, cultural, and artistic heritage, transcending time and space restrictions (Champion, 2016).

Online serious games offer a unique opportunity for players to learn through action, with education cleverly integrated into the playful narrative rather than being explicitly stated beforehand. These types of games enable the public to learn about the importance of preserving cultural heritage in an engaging and interactive way (Camuñas-García

et al., 2023a). In light of this, global research has been conducted to focus on the development of online serious games for CH conservation. The Palazzo Madama Museum in Italy utilizes location-based mobile games to encourage young visitors to explore museums and participate in the process of creating meaning (Rubino et al., 2015). In Shiroishi, Japan, supporters of the computer game Sengoku BASARA are working to revive local tourism by showcasing their affection for their hometown (Yamamura, 2015). Similarly, Assassin's Creed Odyssey is a powerful tool for delving into the past, enabling players to explore places, understand changes, relive events, and gain insights into the lives, habits, and customs of people from historical periods (Cole, 2022). These games are a valuable pedagogical medium for preserving, representing, and sharing knowledge of CH (Varinlioglu et al., 2017). Then, with the successful application of XR technology in virtual museums, the researcher has confirmed online serious games using this technology have more advantages in the public engagement of CH (Ferdani et al., 2020). According to (Bozzelli et al., 2019), the combination of immersion and reality allows users a deep involvement on an emotional basis, and pay more attention to their experience within the 3D context.

XR online serious games on CH conservation and value promotion

XR online serious games enable worldwide users to access CH sites without temporal or spatial restrictions, further raising their interest and awareness on culture and history, through the 3D model reconstruction and representation of damaged heritages or unreachable sites. Various works showcase the diverse XR online serious games in the dissemination and conservation of CH assets. For instance, the *iMARECULTURE* project is designed with immersive technologies to make the unreachable underwater heritage site in the Mediterranean Sea accessible to the public through museums or the web, it includes a serious game for museum tourists to sail over the Mediterranean and an AR excavation game for divers. (Skarlatos et al., 2016). Varinlioglu and Halıcı (2019) proposed a low-budget treasure hunt game based on mobile phone for an archaeological site, to enhance visitors' interest, and promote the dissemination of CH contents through AR objects and trivia questions. Similarly, Mohammed et al. (2020) also proposed an audio AR online serious game to guide tourists to different attractions existing in the "JnanSbil" historical garden with stereo headphones, creating an interactive and immersive visit. Roumana et al. (2022) developed an educational 3D puzzle-like serious game to operate within a VR environment while aiming toward the dissemination of CH content to the younger public. XR online serious games enable players to experience culture and history through multiple senses, enhancing their enjoyment of cultural learning and interaction with CH content (Theodoropoulos & Antoniou, 2022).

In addition, XR online serious games have also demonstrated a positive impact on conveying knowledge about CH sites through reconstruction and representation

(Bozzelli et al., 2019; Varinlioglu & Halıcı, 2019). Kiourt et al. (2016) developed a comprehensive 3D virtual museum framework with dynamic capabilities, *DynaMus*, utilizing game engine software to provide CH content visualization and educational activities intertwined with VR technology. Hammady et al. (2016) combined indoor AR and gamification techniques in the Egyptian Museum in Cairo, for the sake of educating visitors about the history and the culture of ancient Egyptians. At the archaeological site of Delphi, Ekonomou and Vosinakis (2018) presented a mobile AR application *"Oracle of Delphi app"*, aiming to engage secondary school students in a playful exploration of the area, to discover the history of Delphi about the most significant monuments. Zhang et al. (2018) developed a VR serious game centered around the Terracotta Warriors culture tourism, encouraging visitors to actively explore Terracotta Army pits and the Mausoleum of the Qin Emperor, while also facilitating effective learning of the history and culture of the Qin Dynasty.

General information of OGs in previous literature is summarized in Tab. 1, which indicates that most XR online serious games are quizzes or at least include quizzes (Ekonomou & Vosinakis, 2018; Mohammed et al., 2020; Roumana et al., 2022; L. Zhang et al., 2018), puzzles (Roumana et al., 2022), treasure hunt (Ekonomou & Vosinakis, 2018; Mohammed et al., 2020; Varinlioglu & Halıcı, 2019), and excavation

Tab. 1 - General information of OGs in literature review.

Article Info.	Games	Genre	Game purpose	Target audience	Device	Site
Rubino et al., 2015	Gossip at palace	Location-Based	Educate	Young generation	Mobile phone	Museum
Yamamura, 2015	Sengoku BASARA	Action	Educate& Entertain	Local citizens	Computer/Mobile phone	Anywhere
Cole, 2022	Assasin's Creed Odyssey	Action role-playing	Educate & Entertain	Anyone	Computer/Video game consoles	Anywhere
Skarlatos et al., 2016	iMARECULTURE	Location-Based & Excavation	Educate & Research	Diver, visitor, Scholar	VR devices	Museum, Web
Varinlioglu & Halıcı, 2019	TeosGO	Treasure hunt	Educate	Visitors	Mobile devices	Archaeological site
Mohammed et al., 2020	No name	Scavenger hunt & Quiz	Educate	Visitors	Stereo headphones, Mobile phone	Historical site
Roumana et al., 2022	No name	3D Puzzle & Quiz	Educate	Young public	Computer, VR devices	Not mentioned
Kiourt et al., 2016	DynaMus	Simulation	Educate	Anyone	Computer	Web
Hammady et al., 2016	Horus	Shooting	Educate	Visitors	Museum digital devices	Museum
Ekonomou & Vosinakis, 2018	Oracle of Delphi app	Treasure hunt & Quiz	Educate	Secondary school students	Mobile phone	Archaeological site
Zhang et al., 2018	VR terracotta warriors culture-oriented travel game	Virtual visiting & Quiz	Educate & Value Disseminate	Visitors	VR devices	Museum

(Skarlatos et al., 2016), the playability of the games is relatively poor. Also, they have specific device or site of use requirements and stakeholders, for instance, some can only be played with head-worn devices (e.g. (Mohammed et al., 2020; Roumana et al., 2022; Skarlatos et al., 2016; L. Zhang et al., 2018), it is not friendly to users with motion sickness or not familiar with the equipment (Theodoropoulos & Antoniou, 2022). And most need to be played in conjunction with museums or archaeological site (Ekonomou & Vosinakis, 2018; Hammady et al., 2016; Mohammed et al., 2020; Rubino et al., 2015; Skarlatos et al., 2016; Varinlioglu & Halıcı, 2019; L. Zhang et al., 2018). Additionally, a majority of these games remain as artifacts for research (Ekonomou & Vosinakis, 2018; Zhang et al., 2018; Varinlioglu & Halıcı, 2019; Mohammed et al., 2020; Roumana et al., 2022), and they have rare opportunities to be released to the public (Camps-Ortueta et al., 2021).

Case study

As the largest single linear CH in the world, the Great Wall was listed as one of the World Heritage sites in 1987. However, due to long-term natural erosion and the primary material used (mainly rammed earth), most sections have collapsed or been damaged. According to the State Administration of Cultural Heritage of China, around 30% of the artificial walls of the Ming Great Wall have disappeared, and only 10% are well-conserved (People's Daily Online, 2021). Despite various sections of the Great Wall gradually being added to the key cultural relics under national protection since 1961, the current situation and protection work are still not optimistic. The 2017-2018 Report on the Conservation of the Great Wall indicated there is a lack of support for the protection and utilization of archaeological research on the Great Wall (Liu, et al., 2020). And the basic data measured has not yet been converted into the basis for the protection of the Great Wall (Zhang, 2018). In some regions, there is even a phenomenon of excessive use of technology (Cao et al., 2018). Furthermore, insufficient public understanding of the Great Wall's basic knowledge also makes it difficult to carry out further preservation. It is estimated that merely 40% of surrounding residents are aware of the Great Wall ruins in their living area (Zhang, 2018).

The Xifengkou Great Wall is one of the significant passes of the Ming Great Wall, located in Hebei province, which was also an essential transportation route at that time. Throughout history, this section of the Great Wall has suffered from problems such as the collapse and peeling of walls, because of long-term wars and frequent earthquakes. Furthermore, the construction of the Panjiakou Reservoir in the area has resulted in a portion of the Xifengkou Great Wall being submerged, creating a unique spectacle of the underwater Great Wall. In 2016, the Tencent Charity Foundation partnered with the China Cultural Relics Protection Foundation to collaborate with the Great Wall research teams at Peking University and Tianjin University, supporting the restoration of the Xifengkou Great Wall. During this process, they realized that CH protection

Fig. 1 - People Daily Online, *Screenshot of the Game Yun You Chang Cheng*, 2022 <https://cn.chinadaily.com.cn/a/202206/27/WS62b910e5a3101c3ee7adcccc.html> (last accessed Oct. 19, 2023).

requires not only physical restoration but also digital conservation. The elimination of time and space limitations, allows everyone to obtain the basic knowledge of the Great Wall.

To address these challenges, the National Cultural Heritage Administration partnered with Tencent Technology Public Welfare and Game Team to create the *WeChat* application YYCC in 2022 (see Fig. 1), drawing from their expertise and achievements in restoration work. Utilizing data collected from the Xifengkou Great Wall, the project encompasses the Great Wall E-tour game, educational modules on history, architecture, and protection, 360 degrees VR panoramic views of the Great Wall, and entertaining quizzes. In the game, users can experience the restoration work of the Great Wall, including archaeological cleaning, bricklaying, jointing, brick wall repair,

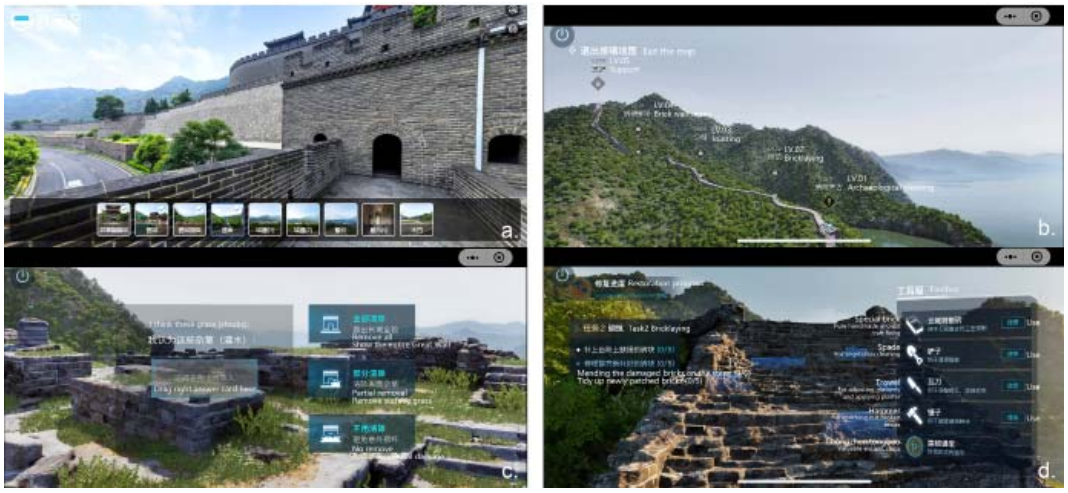


Fig. 2 - Yun You Chang Cheng, *The game contents of Yun You Chang Cheng (a. 360 degrees VR panoramic view; b. Restoration tasks; c. Quizzes; d. Game operation interface)*, 2022 <https://chiculture.org.hk/index.php/sc/school-program/the-great-wall> (last accessed Dec. 20, 2023).

and support. Through answering the quizzes, players can obtain specific tools for the accomplishment of the tasks, and they will learn the difficulties and approaches for the Great Wall restoration (see Fig. 2). Besides, thanks to the utilization of photogrammetry and Procedure Content Generation technologies and Unreal Engine 5, users can also take an immersive digital visit to the Great Wall simultaneously.

Due to the steep terrain of Xifengkou and its distance from the city, so much so that many people cannot easily access it. Through the high-precision restoration of these measured data, YYCC provides users with a complete natural environment, allowing them to experience the winter, summer, and day and night changes of the Xifengkou Great Wall immersively and freely. In addition, this project also includes 360 degrees VR panoramic cameras of other sections of the Great Wall, making users appreciate the scenery of the entire Great Wall to a great extent, regardless of the physical limitations. YYCC promotes online tourism of CH, which allows tourists who are unable to travel in person to visit the Great Wall at any time. It also encourages tourists to revisit and experience the Xifengkou Great Wall from various viewpoints at various periods, thereby increasing the popularity and mitigating the potential man-made destruction of CH assets.

Apart from its tourism function, YYCC contributes to the education of the Great Wall as well. It allows users to directly gain basic knowledge of the Great Wall, including its construction and defense system, etc. Through quizzes and repair tasks, users can have ideas on the factors that may cause damage to the Great Wall, and how to conduct protection and restoration. Additionally, relying on *WeChat* application and network operators (e.g. China Mobile, China Unicom, China Telecom, etc.), YYCC can collect and analyze the data on the user's age, geographic location, and the user's correct rate of quizzes to sort out the public's mastery of knowledge related to the Great Wall, and

then adjust and optimize the content of the game to better enable the public to obtain high-quality knowledge efficiently. Currently, YYCC has been used as a teaching case in primary and secondary schools in Hong Kong, increasing students' respect for the history of the Great Wall, and enriching their cultural knowledge.

Regarding the public engagement in the Great Wall conservation, YYCC adopts a first-person narrative and audio-visual content to enhance public emotional engagement and attract them to participate in game storylines, making players understand the significance and urgency of the Great Wall's restoration, and activate public empathy for heritage protection. Furthermore, users can get points through in-game repair tasks, daily quizzes, and reading learning materials. These points can then be converted into offline public welfare supplies to aid in the restoration and protection of the Great Wall. This method stimulates the public to be active learners, transforming their online participation into practical offline forces, and encouraging more people to participate in the protection of Chinese cultural heritage.

Besides, YYCC has also made some innovations in gaming technology. It is a mini program in WeChat based on mobile devices and webpage, using a cloud gaming transmission flow control algorithm, this technology can decrease time cost and operating pressure to ensure the quality of the users' experience under different networks. It will also be stationed in museums in the future, along the Great Wall in collaboration with the Great Wall Museum Association, to provide tourists with a more immersive and technologically advanced visiting experience. Additionally, it will serve as an innovative form of internet communication and carrier of digital technology, providing valuable reference for the future development and utilization of the global heritage sites as well as the digitization of CH.

YYCC has achieved significant success in developing innovative technology for measuring and visualising CH data. The application is a crucial tool for creating digital archives, not only for the Great Wall but also for measuring other various Chinese tangible heritage sites. YYCC has gathered precise measurement data for the Xifengkou Great Wall and its adjacent natural ecological environment using cutting-edge technologies, such as laser measurement and drone recording. The integration of these state-of-the-art technologies not only significantly reduces the labour and time costs associated with surveying, but also expands the digital database of the Great Wall. These methods for digital measurement and documentation provide robust support for future scientific research and creative digital representation of the Great Wall.

However, YYCC, a newly developed online serious game, exhibits areas that require improvement. Firstly, the project faces challenges associated with the absence of sustained funding investment. As a non-profit public welfare initiative, YYCC relies predominantly on charitable funds, a financial model that may struggle to adequately cover the substantial maintenance costs in later stages. Secondly, the game's simple mechanics primarily appeal to students, which limits its audience. For individuals with a certain level of pre-existing knowledge, the game's appeal may be insufficient.

Thirdly, the sustainability of interaction between the game and users is questionable, as users cannot revisit in-game restoration tasks, which restricts YYCC's functionality to digital exploration upon replay. Furthermore, the game lacks personalisation, requiring players to complete restoration tasks before gaining unrestricted access to explore the Xifengkou Great Wall. Players often follow prompts without engaging in critical thinking during restoration tasks, potentially leading to a loss of interest and minimal impact on enhancing public knowledge. Finally, the game only supports Simplified and Traditional Chinese, which can be challenging for non-native Chinese speakers and may hinder the global promotion of heritage value.

Discussion and conclusion

Online games for disseminating and educating on CH content in China are a recent development. Most existing games incorporate cultural heritage elements through temporary thematic events, (e.g. costumes of characters in *Arena of Valor* [2] and race maps in *QQ Speed* [3]). However, few games have been released to the public that not only reconstruct the history of CH but also convey information about heritage

Tab. 2 - Summarise of YYCC Contributions and Challenges.

Contribution	Approaches
Accessibility to heritage	3D modelling and visualisation Virtual museum
Heritage value promotion	Historical and Scientific Value Symbolic and Cultural Value Social Value
Education	Building process Culture knowledge History knowledge
Community engagement enhancing	Crowdsourcing data analysis for better user experience
Technology Innovation	High-precision measurement Virtual restoration
Digital archive	Data collection Measurement Visualisation Recording and dataset
Challenges	**Approaches**
Financial support and management	Involve broader communities (e.g. NGOs) Policy making
Limitation of users	Multilingual support Software usability User-centered approach
Sustainability of interaction	Personalisation users experience Raise public awareness of participation Improve the game's playability

value and conservation through edutainment. This article highlights the potential benefits of online games in promoting cultural heritage conservation in China, with a particular focus on the game YYCC. The contributions and challenges of the game for CH conservation is summarised in Tab. 2. However, it is important to note that there is a lack of evaluation of user experience, which requires further empirical research to address this limitation.

The integration of digital protection with cloud tourism in YYCC's heritage site gamification represents a significant advancement. This approach suggests a novel way to positively influence the reconstruction, preservation, education, and representation of cultural heritage content through online serious games. To enhance user engagement, the game employs a first-person narrative approach and incorporates audiovisual content, fostering an immersive learning experience. This is consistent with previous research (Mortara et al., 2014; Fenu & Pittarello, 2018; Lehto et al., 2020; Camuñas-García et al., 2023a). YYCC was piloted as a game design based on data from a partial section of the Great Wall site. It is advisable to broaden its implementation to encompass other sections of the Great Wall and potentially other world heritage sites.

However, a comparative analysis reveals that YYCC's game content is relatively simple and lacks customization, resulting in suboptimal gameplay. Furthermore, the game mainly targets primary and secondary school students, neglecting the user experience of the general public. Future initiatives should prioritize raising the game's playability and providing multilingual support to engage individuals from diverse backgrounds in CH conservation.

Despite YYCC employing an interactive reward mechanism to increase user interaction and enhance public awareness of participation in heritage asset conservation, the game remains largely object-centered rather than user-centered (Ch'ng et al., 2019). The article highlights the significance of interactive collaboration among professionals from different fields, such as educators, art directors, and game designers, for the success of a computer-human online serious game with a pedagogical objective (Mortara et al., 2014). It is recommended that future initiatives actively engage diverse communities or individuals in the development of CH online serious games. Authorities are urged to provide policy and financial assistance to support institutions and game development companies in this endeavour.

Notes

[1] *WeChat*, also known as *Weixin* in Chinese, is a multifaceted Chinese application developed by Tencent. It combines instant messaging and social media functions, similar to *WhatsApp* and *Instagram* respectively. It also supports numerous mini applications, making it a versatile digital experience for users.

[2] A multiplayer online battle arena game developed by TiMi Studio Group, Tencent Games, and Proxima Beta Pte. Limited.

[3] An online racing game developed by Jade Studio.

References

Bekele, M. K., Pierdicca, R., Frontoni, E., Malinverni, E. S., & Gain, J. (2018). A Survey of Augmented, Virtual, and Mixed Reality for Cultural Heritage. *Journal on Computing and Cultural Heritage, 11*(2), 7:1-7:36. https://doi.org/10.1145/3145534

Bozzelli, G., Raia, A., Ricciardi, S., De Nino, M., Barile, N., Perrella, M., Tramontano, M., Pagano, A., & Palombini, A. (2019). An integrated VR/AR framework for user-centric interactive experience of cultural heritage: The ArkaeVision project. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage, 15*, e00124. https://doi.org/10.1016/j.daach.2019.e00124

Camps-Ortueta, I., Deltell-Escolar, L., & Blasco-López, M.-F. (2021). New technology in Museums: AR and VR video games are coming. *Communication & Society*, 193-210. https://doi.org/10.15581/003.34.2.193-210

Camuñas-García, D., Cáceres-Reche, M. P., & Cambil-Hernández, M. D. L. E. (2023a). Maximizing Engagement with Cultural Heritage through Video Games. *Sustainability, 15*(3), 2350. https://doi.org/10.3390/su15032350

Camuñas-García, D., Cáceres-Reche, M. P., & Cambil-Hernández, M. D. L. E. (2023b). Mobile game-based learning in cultural heritage education: A bibliometric analysis. *Education + Training, 65*(2), 324-339. https://doi.org/10.1108/ET-06-2022-0247

Cao, M., Zhang, S., Zhao, J., & Hong, Y. (2018). The Current Status, Problems and Integration of the Protection and Inheritance of China's World Cultural Heritage in the Context of Digitalization. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 199*, 022061. https://doi.org/10.1088/1755-1315/199/2/022061

Champion, E. (2015). *Critical Gaming: Interactive History and Virtual Heritage*. Routlege. https://doi.org/10.4324/9781315574981

Ch'ng, E., Cai, S., Leow, F.-T., & Zhang, T. E. (2019). Adoption and use of emerging cultural technologies in China's museums. *Journal of Cultural Heritage, 37*, 170-180. https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.11.016

Cole, R. (2022). Mashing Up History and Heritage in Assassin's Creed Odyssey. *Games and Culture, 17*(6), 915-928. https://doi.org/10.1177/15554120221115403

Ekonomou, T., & Vosinakis, S. (2018). MOBILE AUGMENTED REALITY GAMES AS AN ENGAGING TOOL FOR CULTURAL HERITAGE DISSEMINATION: A CASE STUDY. *Scientific Culture, 4*, 97-107. https://doi.org/10.5281/zenodo.1214569

Fast-Berglund, Å., Gong, L., & Li, D. (2018). Testing and validating Extended Reality (xR) technologies in manufacturing. P*rocedia Manufacturing, 25*, 31-38. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.06.054

Fenu, C., & Pittarello, F. (2018). Svevo tour: The design and the experimentation of an augmented reality application for engaging visitors of a literary museum. *International Journal of Human-Computer Studies, 114*, 20-35. https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2018.01.009

Ferdani, D., Fanini, B., Piccioli, M. C., Carboni, F., & Vigliarolo, P. (2020). 3D reconstruction and validation of historical background for immersive VR applications and games: The case study of the Forum of Augustus in Rome. *Journal of Cultural Heritage, 43*, 129-143. https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.12.004

Hammady, R., Ma, M., & Temple, N. (2016). *Augmented Reality and Gamification in Heritage Museums*

(Vol. 9894, p. 187). https://doi.org/10.1007/978-3-319-45841-0_17

Kiourt, C., Koutsoudis, A., & Pavlidis, G. (2016). DynaMus: A fully dynamic 3D virtual museum framework. *Journal of Cultural Heritage, 22*, 984-991. https://doi.org/10.1016/j.culher.2016.06.007

Lehto, A., Luostarinen, N., & Kostia, P. (2020). Augmented Reality Gaming as a Tool for Subjectivizing Visitor Experience at Cultural Heritage Locations–Case Lights On! *Journal on Computing and Cultural Heritage, 13*(4). https://doi.org/10.1145/3415142

Liu, W., Xu, H., Feng, S., & Yu, B. (2020). 中国长城保护报告(2017-2018) [Chinese Conservation Report of the Great Wall (2017-2018). 中国文化遗产 *[Chinese Cultural Heritage], 02*, 91-102.

Mohammed, F., Azough, A., Kaghat, F.-Z., & Meknassi, M. (2020). *A Cultural Scavenger Hunt Serious Game Based on Audio Augmented Reality* (pp. 1-8). https://doi.org/10.1007/978-3-030-36653-7_1

Mortara, M., Catalano, C. E., Bellotti, F., Fiucci, G., Houry-Panchetti, M., & Petridis, P. (2014). Learning cultural heritage by serious games. *Journal of Cultural Heritage, 15*(3), 318-325. https://doi.org/10.1016/j.culher.2013.04.004

Mudička, Š., & Kapica, R. (2023). Digital Heritage, the Possibilities of Information Visualisation through Extended Reality Tools. *Heritage, 6*(1), art. 1. https://doi.org/10.3390/heritage6010006

Okanovic, V., Ivkovic-Kihic, I., Boskovic, D., Mijatovic, B., Prazina, I., Skaljo, E., & Rizvic, S. (2022). Interaction in eXtended Reality Applications for Cultural Heritage. *Applied Sciences, 12*(3), art. 3. https://doi.org/10.3390/app12031241

People's Daily Online (2021, September 13). 长城到底有多长? [How Long Is the Great Wall?] http://v.people.cn/n1/2021/0913/c440968-32225801.html. Last accessed Jan. 2, 2024.

Roumana, A., Georgopoulos, A., & Koutsoudis, A. (2022). DEVELOPING AN EDUCATIONAL CULTURAL HERITAGE 3D PUZZLE IN A VIRTUAL REALITY ENVIRONMENT. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLIII-B2-2022*, 885-891. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-2022-885-2022

Rubino, I., Barberis, C., Xhembulla, J., & Malnati, G. (2015). Integrating a Location-Based Mobile Game in the Museum Visit: Evaluating Visitors' Behaviour and Learning. J*ournal on Computing and Cultural Heritage, 8*(3), 1-18. https://doi.org/10.1145/2724723

Skarlatos, D., Agrafiotis, P., Balogh, T., Bruno, F., Castro, F., Petriaggi, B. D., Demesticha, S., Doulamis, A., Drap, P., Georgopoulos, A., Kikillos, F., Kyriakidis, P., Liarokapis, F., Poullis, C., & Rizvic, S. (2016). Project iMARECULTURE: Advanced VR, iMmersive Serious Games and Augmented REality as Tools to Raise Awareness and Access to European Underwater CULTURal heritagE. In M. Ioannides, E. Fink, A. Moropoulou, M. Hagedorn-Saupe, A. Fresa, G. Liestøl, V. Rajcic, & P. Grussenmeyer (Eds.), *Digital Heritage. Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection* (pp. 805-813). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-48496-9_64

Theodoropoulos, A., & Antoniou, A. (2022). VR Games in Cultural Heritage: A Systematic Review of the Emerging Fields of Virtual Reality and Culture Games. *Applied Sciences, 12*(17), art. 17. https://doi.org/10.3390/app12178476

Varinlioglu, G., Aslankan, A., Alankus, G., & Mura, G. (2017). R*aising Awareness for Digital Heritage through Serious Game – The Teos of Dionysos*. 647-654. https://doi.org/10.52842/conf.ecaade.2017.1.647

Varinlioglu, G., & Halıcı, S. (2019). *Gamification of Heritage through Augmented Reality* (p. 518). https://doi.org/10.5151/proceedings-ecaadesigradi2019_168

Vu, S., Cliburn, D., Helgren, J., Salyers, J., Canniff, K., Johnson, A., Milliken, M., Reardon, T., Sabbatino, K., & Stephan, A. (2018). Recreating Little Manila through a Virtual Reality Serious Game. *2018 3rd Digital Heritage International Congress (DigitalHERITAGE) Held Jointly with 2018 24th International Conference on Virtual Systems & Multimedia (VSMM 2018)*, 1-4. https://doi.org/10.1109/DigitalHeritage.2018.8810082

Yamamura, T. (2015). Revitalization of Historical Heritage Using Pop Culture in Japan: Shiroishi City and the Game/Anime Sengoku Basara. *Tourism Analysis, 20*(3), 327-332. https://doi.org/10.3727/108354215X14356694891933

Zhang, J., Zou, G., & Zhang, G. (2021). "Meet the Deer King": "Splash-Ink" Interaction in the Innovative VR Game Based on Dunhuang Art and Culture. *SIGGRAPH Asia 2021 XR*, 1-2. https://doi.org/10.1145/3478514.3487618

Zhang, L., Qi, W., Zhao, K., Wang, L., Tan, X., & Jiao, L. (2018). VR Games and the Dissemination of Cultural Heritage. In N. Streitz & S. Konomi (Eds.), *Distributed, Ambient and Pervasive Interactions: Understanding Humans* (pp. 439-451). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91125-0_35

Zhang, Y. (2018). 长城保护观念的困境 [The Conceptual Dilemma of Great Wall Conservation]. 建筑知识 *[Architectural Knowledge], 05*, 30-37.

Preservare l'architettura tradizionale balinese: strategie digitali per la tutela di patrimoni culturali a rischio

Massimiliano Lo Turco[1], Filiberto Chiabrando[1], Andrea Tomalini[1], Jacopo Bono[1], Enrico Castorello[2]

[1]Dipartimento di Architettura e Design - DAD, Politecnico di Torino, ITALY

[2]Basic FIT, Utrecht, NETHERLANDS

massimiliano.loturco@polito.it; filiberto.chiabrando@polito.it; andrea.tomalini@polito.it; jacopo.bono@polito.it;castorello.e@gmail.com;

Parole chiave: Architettura balinese; Modellazione parametrica-algoritmica; Librerie di oggetti; Ambienti digitali; Patrimonio inaccessibile.

Abstract

Le architetture tradizionali di Bali furono progettate seguendo antiche regole che fondano le loro radici su tradizioni filosofiche e su credenze religiose. Secondo antiche credenze che risalgono al sedicesimo secolo, l'attività del progettista doveva rispettare sette principi: la gerarchia dello spazio, l'orientamento e il bilanciamento cosmico, la scala umana e le sue proporzioni, lo spazio all'aperto, la chiarezza della struttura e la verità dei materiali. La possibilità di parametrizzare tali regole e la loro successiva manipolazione in un ambiente digitale può consentire la definizione di sistemi basati sulla grammatica delle forme, ponendosi come primo obiettivo la salvaguardia di questo patrimonio immateriale e favorendo al tempo stesso la generazione automatica di proposte compositive flessibili e adattabili alle esigenze contemporanee, pur nel pieno rispetto delle tradizioni.
Il primo passo necessario per avviare qualsiasi operazione di tutela consiste nella conoscenza dell'oggetto, a partire dalle sue peculiarità/valenze di carattere geometrico-dimensionale. In tal senso, le tecniche di acquisizione digitale operanti attraverso strumenti fotogrammetrici agevolano notevolmente la creazione di modelli tridimensionali metricamente accurati e con un limitato dispendio di risorse. I prodotti digitali ottenuti possono assumere valenze plurime: la prima, di carattere documentario, quale requisito imprescindibile per le successive fasi di studio, analisi e interpretazione. Un'ulteriore valenza è legata alla possibilità di condivisione e di accessibilità virtuale di beni culturali, rendendo fruibile un patrimonio tanto prezioso quanto inaccessibile. Proprio su quest'ultimo ambito si concentra maggiormente il contributo, utilizzando i prodotti dei rilievi 3D con diverse tecniche per la definizione di librerie di oggetti relativi ai principali componenti che caratterizzano l'architettura balinese. Questi componenti includono colonne, portali d'ingresso, statue decorative, paragonabili agli atomi di un'architettura tanto lontana quanto affascinante, la cui combinazione/variazione può essere utile per riprodurre gli archetipi del passato o per istituire processi algoritmici in grado di generare nuove e molteplici variazioni in un tempo estremamente limitato. Risulta evidente come l'ibridazione tra le tecniche di acquisizione e la modellazione parametrica digitale siano fondamentali per la conoscenza, la conservazione e la condivisione di un patrimonio così singolare, caratterizzato dalle proprie specificità e unicità. In particolare la ricerca di seguito presentata si concentra sulla prima fase di un progetto di più ampio respiro che consiste nel mettere in connessione ambienti digitali differenti attraverso la chiave di

Fig. 1 - Libreria dei *digital asset* raffiguranti i principali codici distintivi dell'architettura balinese (elaborazione grafica di E. Castorello).

lettura dell'accessibilità, mediante l'utilizzo di *framework open-source* per la creazione di presentazioni *web* interattive di modelli 3D ad alta risoluzione, orientate al settore dei beni culturali. Il prodotto finale permette di creare visualizzazioni interattive di modelli 3D direttamente all'interno di pagine *web standard*. Queste piattaforme sono in grado di accogliere le librerie di oggetti precedentemente realizzate consentendone una fruizione da remoto, rendendo così disponibile un patrimonio che risulterebbe altrimenti essere celato e inaccessibile se non mediante l'esplorazione diretta e costituendo al tempo stesso la base necessaria per le successive sperimentazioni.

Traditional Balinese architecture was designed following ancient rules rooted in philosophical traditions and religious beliefs. Dating back to the 16th century, the architect adhered to seven principles: spatial hierarchy, cosmic orientation and balance, human scale and proportions, open space, structural clarity, and material authenticity. Parameterizing and manipulating these rules in a digital environment allow for the creation of systems based on shape grammar, with the primary goal of preserving this intangible heritage. It also enables the automatic generation of flexible and contemporary design proposals that respect these traditions. The first step in preservation is understanding the object, starting with its geometric and dimensional characteristics. Digital acquisition techniques using photogrammetric tools greatly facilitate the creation of accurate 3D models with minimal resource expenditure. These digital products serve multiple purposes: they provide essential documentation for further study, analysis, and interpretation, and they enhance the sharing and virtual accessibility of cultural assets, making precious but inaccessible heritage available. This contribution focuses on using 3D survey products to create library objects representing critical Balinese architecture components. These components include columns, entrance portals, and decorative statues, essential elements of this distant yet fascinating architecture. Their combination and variation can reproduce historical archetypes or generate new variations quickly through algorithmic processes. The hybridization of acquisition techniques and parametric digital modelling is fundamental for this unique heritage's knowledge, conservation, and sharing. The research presented focuses on the first phase of a larger project that connects different digital environments through accessibility. It uses open-source frameworks to create interactive web presentations of high-resolution 3D models for the cultural heritage sector. The final product allows for interactive visualizations of 3D models directly within standard web pages. These platforms can host the object libraries, enabling remote access and making otherwise hidden heritage available for exploration, forming the basis for future experimentation.

Introduzione

Nell'ultima decade, il progresso delle tecnologie per la digitalizzazione del Patrimonio Culturale ha sollevato importanti questioni culturali, sintetizzabili in tre concetti fondamentali: analisi, interpretazione e comunicazione. In questo scenario, la disciplina del Disegno ha svolto un ruolo significativo, utilizzando gli strumenti della Rappresentazione, come io-indagante, in grado di promuovere la conoscenza all'interno di questo complesso panorama. In particolare, si è deciso di focalizzare e circoscrivere l'oggetto/soggetto indagato su uno dei temi precedentemente menzionati, ovvero la comunicazione, esplorando la sua duplice natura di fruizione e condivisione. Questo provvedimento è stato adottato a causa della sempre più preponderante situazione attuale, anche esito del recente periodo pandemico, che vede un rapido aumento e una veloce obsolescenza dei dati digitali nel settore culturale. Attualmente, questi dati vengono raccolti utilizzando tecniche di acquisizione – fotogrammetria e laser scanner – e di modellazione – geometrica, informativa ed algoritmica. Questa

Fig. 2. *Asta Kosala Kosali* contenente i codici e le regole riguardanti l'architettura balinese <https://archive.org/details/asta-kosala-kosali/asta-kosala-kosali-250ppi/mode/1up> (elaborazione grafica degli autori).

necessità ha radici nel passato, dove studiosi hanno realizzato trattati che, grazie alle tecniche della Rappresentazione, trasmettono e diffondono il corrispettivo Patrimonio Culturale analizzato e interpretato. Le testimonianze di questo processo conoscitivo si riflettono nelle opere di autori come: Marco Vitruvio Pollione che ha delineato i fondamenti dell'architettura classica romana secondo i concetti di *Firmitas*, *Utilitas*, *Venustas* e ha plasmato il pensiero architettonico europeo (Età Augustae del periodo romano); Giacomo Barozzi da Vignola che ha presentato un sistema pratico secondo i principi di proporzione e armonia in grado di riassumere e costruire i principali ordini dell'architettura classica. (Manierismo); Leon Battista Alberti, Andrea Palladio e Sebastiano Serlio che hanno continuato e implementato il lavoro condotto inizialmente da Vitruvio (Rinascimento). Questo contributo applica tale processo conoscitivo al contesto balinese, caratterizzato da differenze culturali e filosofiche. Mentre i trattatisti europei hanno spesso enfatizzato la simmetria, l'ordine e le proporzioni, la cultura architettonica indonesiana è radicata in tradizioni filosofiche e religiose locali – *Asta Kosala Kosali* (fig. 2).

Le antiche credenze risalenti al sedicesimo secolo, come la gerarchia dello spazio, l'orientamento cosmico e la verità dei materiali, sono i pilastri guida dell'architettura balinese. Questo collegamento offre una prospettiva unica sulla diversità e l'evoluzione

delle pratiche architettoniche in contesti culturali diversi dai nostri e sconosciuti alla tradizione occidentale.
Le regole dell'architettura balinese sono contenute in una sezione specifica del *Lontar* [1], denominata *Asta Kosala Kosali* (*AKK*) e sono fondati sull'antica filosofia *Bali-Hindu*. Questi canoni furono tracciati dall'alto sacerdote giavanese *Empu Kuturan* nell'XI secolo. Originariamente impiegati dai balinesi nella costruzione dei templi, questi principi divennero rilevanti quando i sovrani della dinastia *Majapahit* cercarono rifugio a Bali nel XVI secolo, sfuggendo all'avanzata dell'Islam e stabilendo il loro impero sull'isola.
Secondo l'*Asta Kosala Kosali*, la figura responsabile dell'interpretazione e dell'attuazione dei principi di progettazione è un ibrido tra architetto e sacerdote, chiamato *undagi*. In veste di architetto, deve possedere una solida formazione, conoscenze scientifiche e matematiche, oltre a essere competente in tutti gli aspetti dell'artigianato edilizio, inclusi pittura, scultura, carpenteria, e così via. Come sacerdote, è incaricato di eseguire tutti i riti religiosi legati alla costruzione dell'edificio. Esistono 18 diverse versioni di queste leggi, ciascuna con punti di significato differenti, e l'interpretazione dell'*undagi* varia a seconda dell'area geografica di provenienza.

I codici dell'architettura balinese

L'architettura balinese si caratterizza per una precisa organizzazione e suddivisione che si riflette sia nella costruzione della città, considerata come un'entità più ampia, sia nella realizzazione di singoli edifici, considerati come costruzioni minori. Attraverso quest'ultimo campo d'indagine è possibile comprendere e individuare gli elementi distintivi che contribuiscono alla sua bellezza e originalità. Le principali caratteristiche che compongono l'architettura balinese includono:

- Gerarchia degli spazi: gli spazi all'interno degli edifici balinesi seguono una gerarchia ben definita, con aree sacre generalmente poste nei livelli superiori e spazi più profani nelle parti inferiori. Questo rispecchia l'importanza della spiritualità nella cultura balinese.
- Complessità strutturale: gli edifici balinesi spesso presentano una complessità strutturale notevole, costituita dalla presenza di elementi verticali (pilastri) e orizzontali (travi) intrecciate.
- Utilizzo di materiali locali: l'architettura balinese fa ampio uso di materiali locali come il terreno, l'argilla, la pietra (*paras*), il legno *teak* e il bambù per la costruzione della sua struttura, elementi destinati al sostegno, e la paglia di riso, l'erba *alang-alang* e l'argilla come materiale di rivestimento e protezione. Questi materiali non solo riflettono la disponibilità locale, ma conferiscono anche un carattere unico agli edifici.
- Decorazioni che richiamano simboli di carattere religiosi: a seconda della tipologia e della funzione dell'edificio, si può osservare una variazione nella decorazione. Negli ambienti ordinari e domestici, la decorazione si caratterizza per elementi

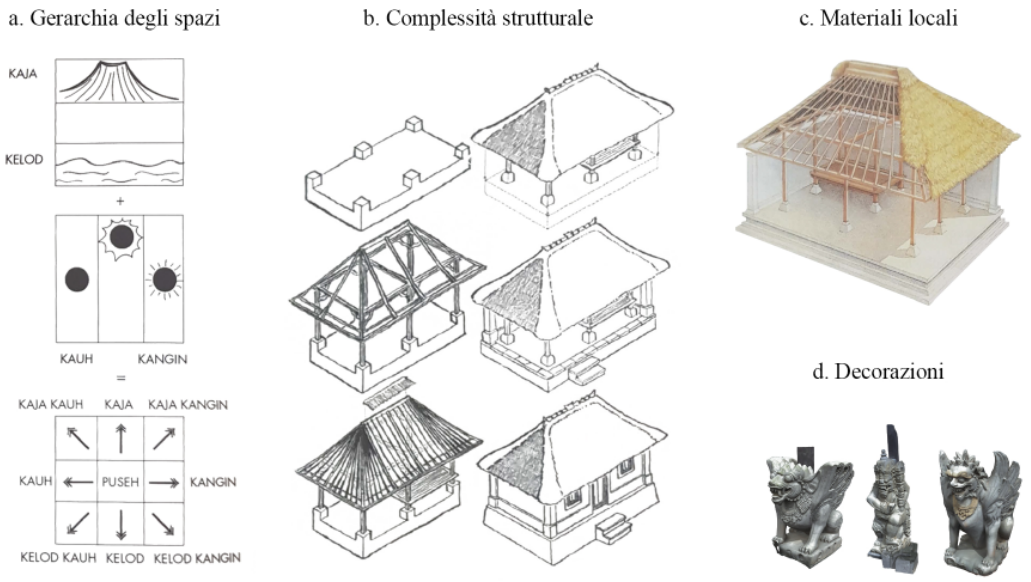


Fig. 3. Pilastri guida dell'architettura balinese: gerarchia degli spazi, complessità strutturale, utilizzo di materiali locali e decorazioni che richiamano simboli di carattere religiosi (elaborazione grafica di E. Castorello).

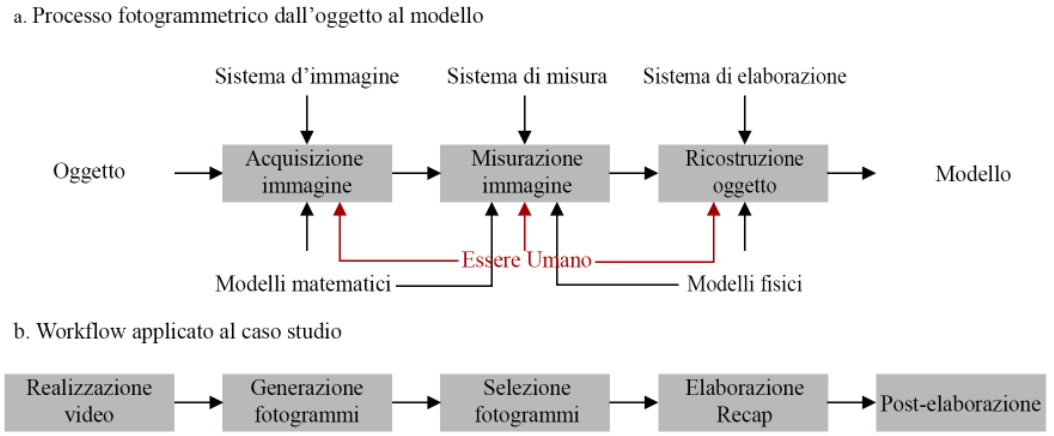


Fig. 4. Schematizzazione del *workflow* operativo – le fasi cruciali – per acquisire e generare modelli digitali (elaborazione grafica di E. Castorello).

scolpiti e intagliati in legno. Al contrario, negli edifici appartenenti a classi sociali elevate e di rappresentanza, come i palazzi reali, le decorazioni sono più ricche e realizzate con materiali di diversa natura. In particolare, nella parte superiore dell'edificio sono rappresentate figure animali, come volatili, mentre nella parte inferiore compaiono figure di spiriti malevoli associati all'inferno. Al di sopra del portale d'accesso del complesso è tradizionalmente collocato il volto di un mostro

Bhoma, caratterizzato da una lingua sporgente, occhi prominenti e imponenti canini (Arthana, 2019; Budihardjo, 1986; Davison & Tettoni, 2003) (fig. 3).

L'acquisizione e la restituzione dei caratteri architettonici

Nella fase di conoscenza dell'oggetto l'atto del misurare assume una particolare valenza. In tal senso, l'approccio fotogrammetrico costituisce uno strumento fondamentale nel processo iniziale di documentazione e conservazione del ricco patrimonio culturale dell'architettura balinese. La sua abilità nel preservare, analizzare e condividere digitalmente questa straordinaria eredità svolge un ruolo significativo nel garantire la tutela e la comprensione di un'architettura così unica e di inestimabile valore. D'altronde la finalità di conservazione della fotogrammetria emerge fin dai suoi primi albori, dall'introduzione stessa del termine da parte dell'architetto tedesco Meydenbauer nel 1858, che in quegli stessi anni la applicò al ricco patrimonio di monumenti architettonici prussiani censendolo attraverso una ricca raccolta di 16.000 immagini (Albertz, 2001). Attualmente, grazie a significativi progressi avvenuti intorno alla prima decade degli anni 2000, è possibile eseguire l'orientamento fotogrammetrico e le fasi di calcolo automatico di un modello di punti densi utilizzando la tecnica *Structure From Motion* (SFM). I software di fotogrammetria digitale integrano algoritmi e processi provenienti da diverse discipline, in particolare dal settore della *computer vision*. Questi algoritmi consentono di ottenere la posizione 3D dei punti presenti in diverse immagini, ricostruendo la geometria dell'oggetto (*structure*) e la posizione della fotocamera (*motion*), anche in assenza di parametri di calibrazione della fotocamera. Inizialmente concepiti per individuare facilmente punti specifici, gli attuali algoritmi sono in grado di identificare punti in qualsiasi tipo di oggetto, anche di forme complesse (Santagati & Turco, 2016).

Gli oggetti rilevati appartengono a diversi tipi di oggetti presenti in due complessi a Batuan (*Pura Puseh* e *Pura Dasar*), un piccolo villaggio situato nella parte centrale di Bali (Indonesia). Durante l'acquisizione del video compiuta attorno all'oggetto mediante l'utilizzo di un Iphone 6s sono state tenute in considerazione le principali problematiche dovute ad un'illuminazione differente a causa di un diverso momento di scatto. Per ogni singolo oggetto sono state prese in loco le rispettive misure di riferimento per consentire durante la fase successiva di acquisizione e restituzione del dato, la sua messa in scala alle dimensioni reali. Inoltre, un ulteriore parametro tenuto in considerazione è la localizzazione dell'oggetto rispetto a un tradizionale sistema di riferimento GPS. Grazie alla realizzazione del video è stato possibile estrarre ogni singolo frame necessario per la ricostruzione tridimensionale dell'oggetto analizzato e la sua esportazione in formato immagine (.jpeg).

Il numero di fotogrammi restituiti varia in base a tre caratteristiche principali:

- la dimensione dell'oggetto;
- la lunghezza del video;

Fig. 5. Visualizzazione dei modelli caricati su *Sketchfab*, fornendo un'anteprima visiva delle rappresentazioni tridimensionali disponibili sulla piattaforma (elaborazione grafica di J. Bono).

- la presenza di rumore sullo sfondo.

In base alle condizioni precedentemente elencate si è ottenuto il numero di frame che ha permesso la ricostruzione del modello 3D caratterizzato da *texture*; questa fase ha richiesto un'attenta analisi della sua conformazione e delle sue parti, eliminando il surplus ottenuto dall'ambiente circostante e la sua opportuna messa in scala (fig.

4). Il presente processo ha portato a ottenere una libreria di 33 modelli digitali in formato (.obj), che evidenziano le principali caratteristiche dell'architettura balinese, ha riscontrato le seguenti difficoltà e criticità:

- i differenti valori di esposizioni presenti nei video, dovuti alla differente quantità di luce;
- la possibilità di compiere sessioni di soli 20 minuti per la registrazione a causa del clima equatoriale;
- la presenza di persone, animali e oggetti sullo sfondo che ha comportato una non omogeneità;
- la necessità di ricaricare gli strumenti per poter lavorare alla produzione di formati di elevate qualità;
- alcune collocazioni specifiche dei manufatti ne impedivano un comodo accesso e quindi le corrette prese per compiere l'acquisizione;
- l'impossibilità di una connessione stabile che ha influito e compromesso sulle tempistiche e sull'elaborazione dei dati.

Esplorazione dei modelli

L'ampio utilizzo delle tecnologie 3D nel campo del Patrimonio Culturale ha portato alla definizione di un flusso di lavoro che, una volta raggiunte le sue tappe salienti come l'acquisizione e l'elaborazione dei dati, consente di affrontare la fase finale, ovvero la pubblicazione e la condivisione. Ci sono diverse metodologie e soluzioni tecniche per rendere disponibili online asset tridimensionali. Quando si valuta quale metodo di pubblicazione utilizzare, è importante considerare chi utilizzerà il modello e per quale scopo. Le considerazioni includono:

- le esigenze e l'esperienza dell'utente nei confronti della piattaforma che rende accessibile i dati tridimensionali;
- il livello di conoscenza riguardante le attrezzature informatiche di questo tipo che hanno gli utenti che si confrontano con essi;
- lo sviluppo del supporto per le piattaforme *browser* (*desktop* e *mobile*);
- la realizzazione di un *workflow* di lavoro ottimale e sostenibile;
- lo sviluppo di un *repository* in grado d'includere e tenere traccia dei collegamenti dei materiali utilizzati (Share3D Guidelines, n.d.).

La pubblicazione di modelli 3D può coinvolgere procedure di conversione e ottimizzazione dei formati file per ridurre la complessità e garantire un'esperienza utente *online* reattiva e piacevole. Le soluzioni *HTML5/WebGL*, con l'avvento di *HTML5* e dell'*API JavaScript WebGL* associata, consentono il *rendering* interattivo di modelli 3D nei *browser web* senza che gli utenti debbano installare *software* o *plugin* aggiuntivi. La maggior parte delle soluzioni *HTML5/WebGL* utilizza tecnologie cloud, in cui i modelli 3D sono memorizzati sui *server* dell'organizzazione che fornisce il *software*, ma possono essere incorporati in normali pagine *web HTML* (Di Benedetto et al., 2014;

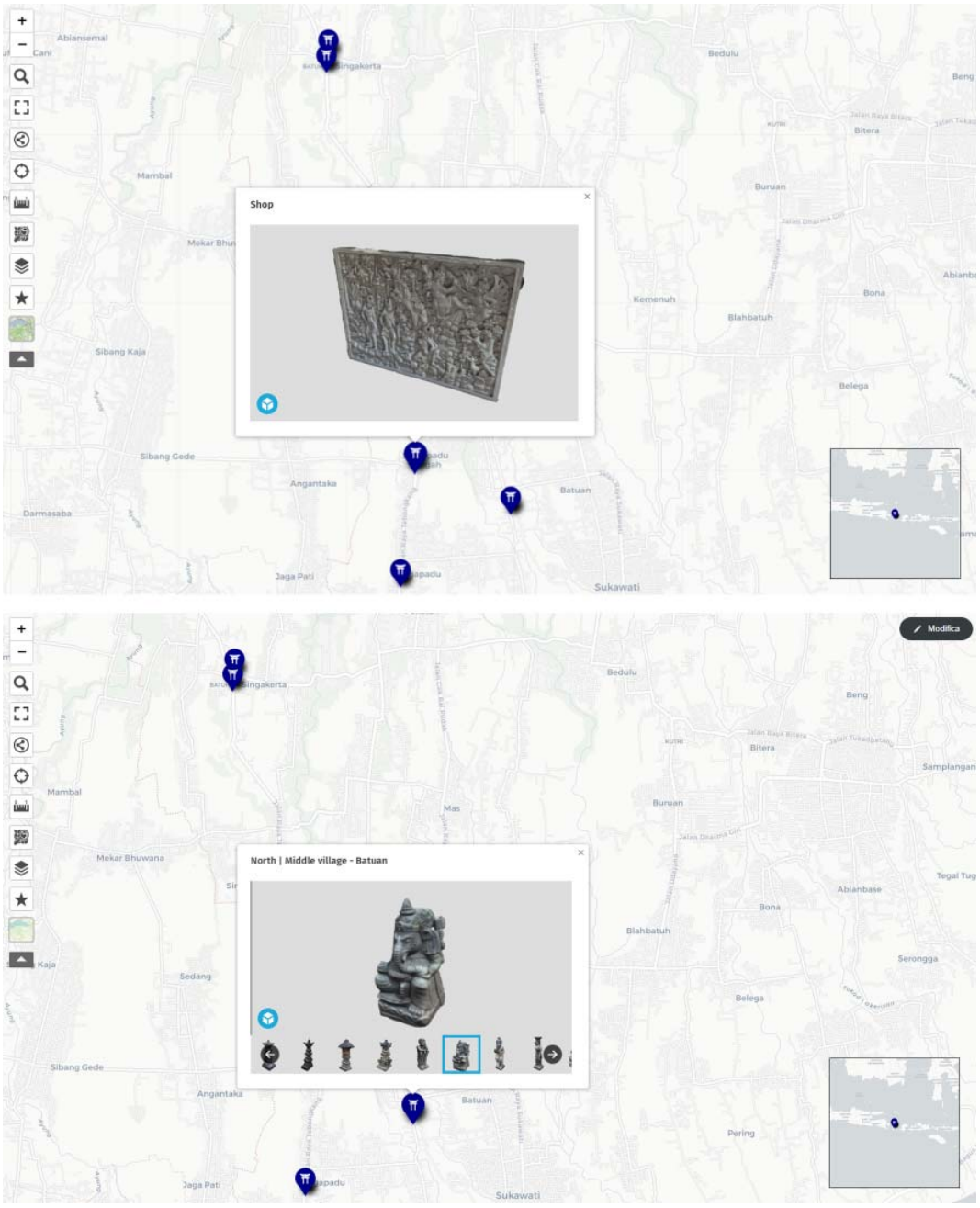


Fig. 6. Visualizzazione geolocalizzata delle collezioni su *uMap* con popup incorporato: che mostra la singola visualizzazione del modello caricato su Sketchfab (sopra); della galleria contenente i singoli modelli caricati e raccolti in una collezione su *Sketchfab* (sotto) (elaborazione grafica di J. Bono).

Santos et al., 2014). Tra le applicazioni *HTML5/WebGL* figurano: *3DHOP*, *Sketchfab* e *Potree*.

Le piattaforme *open-source*, come *Sketchfab*, rivestono un ruolo cruciale nella condivisione e nell'esplorazione di modelli 3D legati al Patrimonio Architettonico.

Grazie a questi strumenti, è possibile presentare in modo accessibile e interattivo repliche digitali di strutture architettoniche, facilitando la diffusione della conoscenza e l'accesso virtuale a beni culturali altrimenti inaccessibili. *Sketchfab*, in particolare, offre un ambiente *online* che consente agli utenti di caricare, visualizzare e condividere modelli 3D in modo intuitivo, permettendo agli appassionati, agli studiosi e al pubblico in generale di esplorare dettagliatamente e virtualmente strutture architettoniche storiche da diverse prospettive. Questa democratizzazione dell'accesso al Patrimonio Architettonico attraverso piattaforme *open-source* contribuisce significativamente alla conservazione digitale e alla divulgazione culturale (fig. 5). In particolare, l'utilizzo di mappe come strumento interattivo è stato integrato per arricchire l'esperienza culturale; attraverso l'utilizzo di *Umap*, applicativo *web-based*, è possibile inserire la geo-localizzazione dei modelli 3D acquisiti tramite fotogrammetria ed interrogarli. I modelli 3D sono posizionati mediante l'uso di *markers* personalizzabili all'interno di una mappa modificabile. La mappa è interattiva e interrogabile tramite l'utilizzo di *URL*, consentendo un'ulteriore implementazione delle informazioni (Giovannini, 2023). Queste informazioni aggiuntive sono visualizzabili mediante l'uso differente di due tipologie di *pop-up*. La prima opzione permette, attraverso l'uso dell'indirizzo di una risorsa posizionata in un *repository online* (*Sketchfab*), di richiamare e incorporare la singola anteprima e la visualizzazione tridimensionale del modello 3D (fig. 6). La seconda, sfruttando il collegamento precedentemente menzionato, permette di visualizzare una galleria contenente i modelli che sono stati raggruppati in un gruppo – collezione – tramite *Sketchfab* (fig. 7). Entrambi i metodi agevolano la riutilizzazione dei digital asset ottenuti mediante acquisizione fotogrammetrica. Questi modelli 3D possono essere richiamati dall'applicativo *Umap* utilizzando i loro *URL*, seguendo un modello simile a quello adottato dalle principali applicazioni *web-based* attualmente in uso.

Un'iniziativa recente orientata a questo obiettivo è rappresentata dal progetto europeo *Sharing New Perspectives*: *Your 3D View on Europeana* (2018-2020). Questa iniziativa prende spunto dall'idea di sfruttare il potenziale del 3D come catalizzatore per stimolare le persone ad esplorare e riutilizzare i contenuti del patrimonio culturale (Giovannini & Tomalini, 2020). Risulta sempre più evidente come il numero degli istituti e dei ricercatori nel campo del patrimonio culturale che caricano contenuti 3D su *Sketchfab* è in aumento. Questo è il motivo e la necessità che ha portato allo sviluppo di uno strumento che semplificasse la condivisione di tali contenuti con Europeana (Share3D, n.d.; Sketchfab Community Blog, 2020).

Europeana è lo sviluppo di una biblioteca digitale europea per la condivisione di dati e contenuti appartenenti al Patrimonio culturale, nello specifico rivolto alle istituzioni *GLAM* (gallerie, biblioteche, archivi e musei). La piattaforma inizia il suo funzionamento nel 2008 consentendo l'accesso a 4,5 milioni di oggetti digitali fino ad arrivare alla data odierna 2023 permettendo l'accesso a oltre 55 milioni di oggetti digitali (Europeana Foundation, n.d.).

Conclusioni

L'analisi volta a definire un possibile *workflow* operativo e a esplorare alcune possibili soluzioni tecnologiche – basate su *cloud* e *opensource* – per la restituzione e condivisione dei caratteri distintivi del Patrimonio architettonico balinese, risulta essere un *escamotage* in grado di mettere in luce e sottolineare le possibili implicazioni culturali di tali scelte. La definizione di una libreria di oggetti 3D accessibili rappresenta il risultato finale di un processo conoscitivo, in cui gli strumenti della rappresentazione digitale giocano un ruolo chiave per raggiungere questo obiettivo. È evidente che l'attenzione si sposti dal prodotto-originato alle idee culturali che hanno contribuito ad innescare l'intero processo che ha portato alla sua realizzazione. In particolare, sono state esaminate le implicazioni culturali attraverso il concetto chiave della condivisione, già menzionato in precedenza. Attraverso questo concetto, è possibile individuare negli elementi che costituiscono i codici del patrimonio di Bali dei pezzi di un puzzle più ampio, che permettono di comprendere alcune implicazioni culturali legate all'attuazione del processo di digitalizzazione per rappresentare un patrimonio culturale celato ed eterogeneo.

Le principali implicazioni possono essere sintetizzate attraverso l'utilizzo di alcuni concetti significativi:

- l'accessibilità e la democratizzazione: la digitalizzazione oltrepassa le limitazioni geografiche e si interfaccia con una molteplicità/eterogeneità di utenti;
- la conservazione e la prevenzione: la digitalizzazione oltrepassa le limitazioni temporali, evitando il deterioramento e/o danneggiamento, volgendosi alle generazioni future;
- l'educazione e la ricerca: la digitalizzazione consente al patrimonio culturale di assumere caratteri di natura divulgativa secondo i concetti d'interattività e d'innovazione, tipici *dell'edutainment*;
- la condivisione e la collaborazione: la digitalizzazione garantisce al patrimonio culturale di diventare l'oggetto al centro della rete di relazioni che si instaurano grazie all'abbattimento delle limitazioni geografiche e temporali;
- l'identità e la memoria culturale: la digitalizzazione facilita l'acquisizione da parte del patrimonio culturale dei caratteri e dei codici che lo rendono portavoce dell'identità e della memoria collettiva appartenente ad una specifica cultura, come quella 'balinese';
- le nuove forme di espressione: la digitalizzazione permette al patrimonio culturale di assumere delle evoluzioni nel corso del tempo per promuoverne i caratteri mediante future elaborazioni di carattere tecnologico-culturale.

Tutte le presenti implicazioni culturali legate alla digitalizzazione del Patrimonio evidenziano la complessità e l'evoluzione continua di questo processo. Le diverse dimensioni culturali elencate mostrano come la digitalizzazione abbia il potenziale di rivoluzionare profondamente la fruizione e la condivisione del Patrimonio. Tuttavia, rimane fondamentale considerare attentamente le sfide e gli impatti che

questa trasformazione porta con sé, al fine di garantire un equilibrio tra l'innovazione tecnologica e il rispetto delle tradizioni culturali. Inoltre, le nuove forme di espressione e di condivisione offerte dalla digitalizzazione aprono nuove prospettive per la valorizzazione e la diffusione del patrimonio, contribuendo così a preservare e promuovere la ricchezza culturale non solo di Bali, ma anche oltre i suoi confini.

Note

[1] *Lontar* (dal giavanese arcaico *ron* - foglia | *tal* - albero), enciclopedia realizzata in foglie di palma contenente i principali interrogativi della vita quotidiana, da un punto di vista esistenziale e pratico. La sezione contenente le regole dell'architettura balinese prende il nome di *Asta Kosala Kosali*.

Riconoscimenti

Del presente contributo, di cui gli autori hanno condiviso l'impianto metodologico, Massimiliano Lo Turco ha redatto 'Conclusioni'; Filiberto Chiabrando ha redatto 'L'acquisizione e la restituzione dei caratteri architettonici'; Andrea Tomalini ha redatto 'I codici dell'architettura balinese'; Jacopo Bono ha redatto 'Esplorazione dei modelli' e Enrico Castorello ha redatto 'Introduzione'.

Riferimenti bibliografici

Albertz, J. (2001). Albrecht Meydenbauer–Pioneer of photogrammetric documentation of the cultural heritage. *Proceedings of the XVIII International Symposium of CIPA*, Germany, 19-25. https://www.semanticscholar.org/paper/ALBRECHT-MEYDENBAUER-PIONEER-OF-PHOTOGRAMMETRIC-OF-Albertz/65a85156676884a8d266108fc87b2a12018bb199

Arthana, N. N. (2019). The Knowledge Building of Construction Process of Bali Arya's Architecture: Interpretation of the Manuscript Asta Kosala Kosali. *Journal of Architectural Research and Education (JARE)*, 1(2), 168–175. https://doi.org/10.17509/jare.v1i2.22322

Budihardjo, E. (1986). *Architectural conservation in Bali*. Gadjah Mada University Press.

Davison, J., & Tettoni, L. I. (2003). *Introduction to Balinese Architecture*. Periplus Editions.

Di Benedetto, M., Ponchio, F., Malomo, L., Callieri, M., Dellepiane, M., Cignoni, P., & Scopigno, R. (2014). Web and Mobile Visualization for Cultural Heritage. In M. Ioannides & E. Quak (Eds.), *3D Research Challenges in Cultural Heritage: A Roadmap in Digital Heritage Preservation* (pp. 18-35). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-44630-0_2

Europeana Foundation. (n.d.). *Empowering digital change for the cultural heritage sector*. Europeana PRO. Retrieved January 10, 2024, from https://pro.europeana.eu/

Giovannini, E.C. (2023). Digital Transitions for the Use and Reuse of Digital Assets for Museum Collections. *Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*, 2755-

2766. https://doi.org/10.3280/oa-1016-c435

Giovannini, E.C., & Tomalini, A. (2020). *Digital Gallery of the Maquettes. In Digital & Documentation Vol. 2–Digital strategies for Cultural Heritage* (pp. 192-202). Pavia University Press.

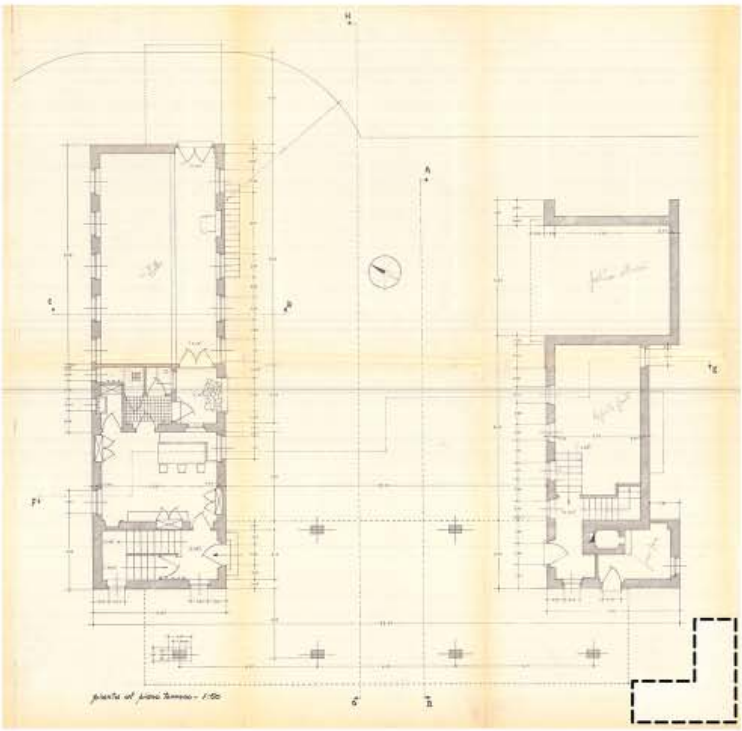
Santagati, C., & Lo Turco, M. (2016). From structure from motion to historical building information modeling: Populating a semantic–aware library of architectural elements. *Journal of Electronic Imaging*, 26(1), 011007-1-12. https://doi.org/10.1117/1.JEI.26.1.011007

Santos, P., Serna, S. P., Stork, A., & Fellner, D. (2014). The Potential of 3D Internet in the Cultural Heritage Domain. In M. Ioannides & E. Quak (A c. Di), *3D Research Challenges in Cultural Heritage: A Roadmap in Digital Heritage Preservation* (pp. 1–17). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-44630-0_1

Share3D Guidelines. (n.d.). *Publishing 3d models online*. Retrieved January 10, 2024, from https://carare.gitbook.io/share-3d-guidelines/3d-process/publishing

Share3D. (n.d.). *Sharing New Perspectives–Your 3D view on Europeana*. Retrieved January 10, 2024, from https://share3d.eu/

Sketchfab Community Blog. (2020, April 8). *Shared3D: Helping Heritage Organizations Tell Stories*. https://sketchfab.com/blogs/community/shared3d-helping-heritage-organizations-tell-stories/



CASCINA TREVES-SACERDOTE

Data: 1948-1949
Motivazione della cronologia: presente sui documenti
Tipo data: date della documentazione
Quantità: 18
Tipologia: disegno/i

Quantità: 20
Tipologia: fototipo/i

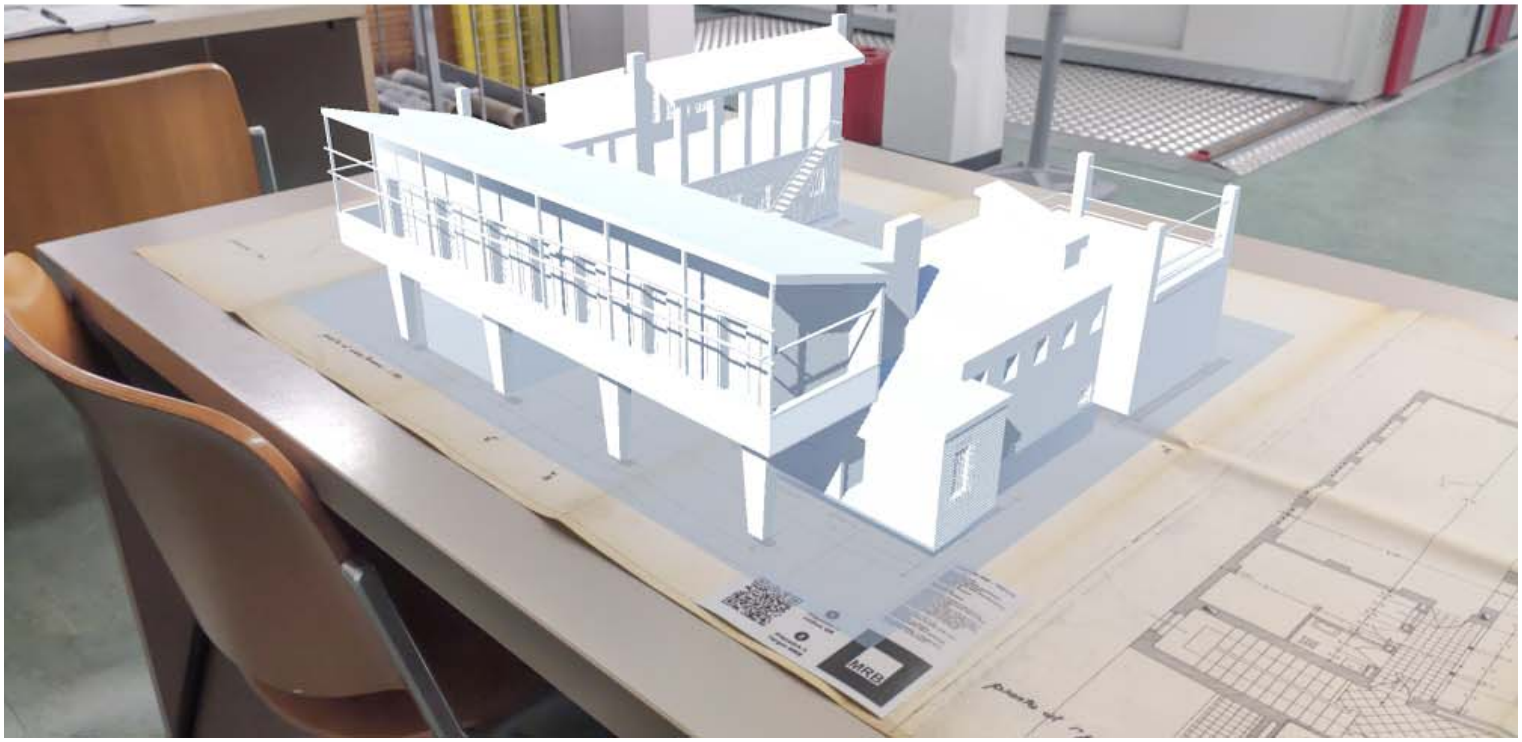
Descrizione: Progetto di fattoria nella proprietà Treves-Sacerdote, sita in strada Valsalice 97 a Torino.
18 disegni. 10 matita su carta da lucido, 2 china su carta da lucido, 1 matita e china su carta da lucido, 5 eliocopie. Planimetria lotto in scala 1:1500, piante, sezioni, prospetti e particolari in scala 1:50, particolari in scala 1:10. 20 fototipi

Scala: 1:500, 1:50, 1:10
Supporto: carta da lucido, carta, carta fotografica
Argomento: architettura
Sottoargomento: edifici residenziali

Data compilazione: 11 Maggio 2018
Compilatore: Lionetti Nicola

1 Inquadra il codice QR

2 Inquadra il target MRB



Reconstructive models and AR applications to archive drawings. Aldo Morbelli's forgotten architectures

Fabrizio Natta[1], Roberta Spallone[1], Marco Vitali[1]

[1]Department of Architecture and Design, Politecnico di Torino, Turin, ITALY

fabrizio.natta@polito.it; roberta.spallone@polito.it; marco.vitali@polito.it

Keywords: Archival drawings; Reconstructive models; BIM; AR; Immersive experiences / *Disegni d'archivio; Modelli ricostruttivi; BIM; AR; Esperienze immersive.*

Abstract

Architecture archives constitute an invaluable source of knowledge and an essential pillar for scientific research dedicated to understanding architecture in all its nuances. This resource interests a wide spectrum of disciplines, including the history of architecture, conservation, design theory, and representation. In recent years, we have witnessed a growing recognition of the importance of preserving archives related to Modernism: these archives often harbor a rich treasure of material that holds invaluable importance for the academic world and an international community of passionate scholars.
A particularly interesting area of research is the digitization and interpretation of architectural projects that, despite being conceived by illustrious masters of architecture, were never realized. These projects represent valuable testimonies of uncompleted creative paths and offer a new perspective on architectural history, worthy of examination and understanding.
The introduction of augmented reality (AR) technologies in the field of historic architecture has opened new possibilities for the documentation and visualization of buildings that no longer exist. AR serves as an innovative tool for preserving historical memory, enriching the experience of studying and enjoying architectural heritage. The process begins with meticulous digitization of historical documents and archive drawings, requiring in-depth analysis to ensure the accuracy of the representation. These are then transformed into digital formats, facilitating integration into 3D modeling environments. Historical photographs, testimonies of past eras, represent another valuable resource, as they capture visual details and provide precious information on the original state of buildings.
This contribution draws on materials preserved at the "Roberto Gabetti" Central Library of Architecture archive at the Polytechnic of Turin: in particular, the archive holds works by Carlo Mollino (1905-1973), subject to previous H-BIM reconstructive modeling studies, and by Aldo Morbelli (1903-1963). On this occasion, the research group resumed the results of a previous BIM modeling experience, aimed at the digital reconstruction of Aldo Morbelli's Treves-Sacerdote farmhouse, built in Turin in 1947 and demolished in 1964, and is developing a communication project using AR technologies. The three-dimensional model can be superimposed on the surrounding environment through the use of mobile devices or AR viewers, employing the tools of the Unity software. The reconstructive model can be considered a prototype for the development of future methodologies in the field of interactive and immersive reality experiences. These will allow scholars, students, and a wider audience to explore the architectural past in a detailed and engaging way. The combined approach of archive documentation,

Fig. 1 - Vintage photographs and ground floor plan of Treves-Sacerdote farmhouse with user and archive project information. Archivi BCA, Fondo Aldo Morbelli; APP screenshot of the Treves-Sacerdote farmhouse project.

3D modeling, and AR opens new perspectives for the conservation of architectural heritage and the understanding of architectures that no longer exist physically.

Gli archivi di architettura costituiscono una fonte inestimabile di conoscenza e un pilastro essenziale per la ricerca scientifica dedicata alla comprensione dell'architettura in tutte le sue sfumature. Questa risorsa interessa un vasto spettro di discipline, tra cui la storia dell'architettura, la conservazione, la teoria del progetto e la rappresentazione. Negli ultimi anni, abbiamo assistito a un crescente riconoscimento dell'importanza della conservazione degli archivi legati al Modernismo: questi archivi spesso custodiscono un ricco tesoro di materiale che riveste un'inestimabile importanza per il mondo accademico e per una comunità internazionale di studiosi appassionati.
Un'area di ricerca di particolare interesse è la digitalizzazione e l'interpretazione di progetti architettonici che, nonostante siano stati concepiti da illustri maestri dell'architettura, non sono mai stati realizzati. Questi progetti rappresentano preziose testimonianze di percorsi creativi non compiuti e offrono una nuova prospettiva sulla storia architettonica, meritevoli di essere esaminati e compresi.
L'introduzione delle tecnologie di realtà aumentata (AR) nel campo dell'architettura storica ha aperto nuove possibilità per la documentazione e la visualizzazione di edifici che non esistono più. La AR si pone come strumento innovativo per la preservazione della memoria storica, arricchendo l'esperienza di studio e fruizione del patrimonio architettonico. Il processo inizia con una meticolosa digitalizzazione di documenti storici e disegni d'archivio, che richiede un'analisi approfondita per garantire l'accuratezza della rappresentazione. Questi vengono poi trasformati in formati digitali, facilitando l'integrazione in ambienti di modellazione 3D. Le fotografie storiche, testimonianze di epoche passate, rappresentano un'altra risorsa preziosa, poiché catturano dettagli visivi e offrono informazioni preziose sullo stato originale degli edifici.
Il presente contributo attinge ai materiali conservati presso l'archivio della Biblioteca Centrale di Architettura "Roberto Gabetti" del Politecnico di Torino: in particolare, l'archivio conserva opere di Carlo Mollino (1905-1973), oggetto di precedenti studi di modellazione ricostruttiva H-BIM, e di Aldo Morbelli (1903-1963). In questa occasione il gruppo di ricerca ha ripreso i risultati di una precedente esperienza di modellazione BIM, orientata alla ricostruzione digitale della cascina Treves-Sacerdote di Aldo Morbelli, costruita a Torino nel 1947 e demolita nel 1964, e sta sviluppando, mediante le tecnologie AR, un progetto di comunicazione. Il modello tridimensionale può essere sovrapposto all'ambiente circostante tramite l'uso di dispositivi mobili o visori AR, impiegando gli strumenti del software Unity. Il modello ricostruttivo può essere considerato un prototipo per lo sviluppo di metodologie future nell'ambito di esperienze di realtà interattive e immersive. Queste consentiranno a studiosi, studenti e ad un pubblico più vasto, di esplorare dettagliatamente e in modo coinvolgente il passato architettonico. L'approccio combinato di documentazione d'archivio, modellazione 3D e AR apre nuove prospettive per la conservazione del patrimonio architettonico e la comprensione delle architetture che non esistono più fisicamente.

Introduction

In an era where the digitization of cultural heritage has become pivotal, the intersection of archival research and cutting-edge technology like extended reality (XR) presents a unique opportunity to re-imagine the study and dissemination of architectural legacies. The eXploRA conference, dedicated to fostering transversal interactions among disciplines such as Representation and Drawing, and emphasizing the exploration of XR technologies, provides an ideal forum for presenting innovative approaches to architectural historiography and conservation. This paper aligns with eXploRA's mission by presenting a case study that not only sheds light on forgotten architectural endeavors but also exemplifies the potential of augmented reality (AR) to bridge the gap between inaccessible or lost architectural works and a broader audience. By leveraging

AR, we aim to offer immersive experiences that enable a deeper engagement with architectural projects that, for various reasons, remained unbuilt, were destroyed, or have been otherwise inaccessible. This initiative underscores the importance of digital reconstructions, surveys, and models in enhancing the accessibility and understanding of architectural heritage, thus contributing significantly to the knowledge and appreciation of architectural projects within the realm of extended reality. Through this lens, the paper will discuss methodologies and outcomes of digitizing and interpreting architectural archives, transforming them into dynamic, interactive 3D models that can be explored and appreciated in novel and meaningful ways.

Archival heritage and digital challenges

In archival heritage preservation, dissemination, and communication, the methodologies, technologies, and tools offered by the so-called digital revolution have been fruitfully employed for several years.

The recognition of contemporary architectural archives as documentary heritage (Domenichini & Tonicello, 2004), the establishment, since the 1970s, of bodies in charge of their enhancement, like the ICAM (International Confederation of Architectural Museums) and the ICA (International Council on Archives), and the creation of standards for cataloging and meta-data structuring, have flanked the massive digitization of these archives.

Digitization involved the heterogeneous materials that characterize these archives (Spallone & Paluan, 2019): graphic ones (sketches, preparatory and demonstrative drawings, and survey and design plates, cartographic material, and preliminary documentation); textual ones (loose papers or collected in envelopes and files, manuscripts and typescripts bound or not, administrative documents, correspondence, advertising or documentary material, extracts from magazines, clippings, books); photographic ones (positive and negative on paper, film, glass); digital ones (audio and video recordings, computer files on various media); objects (scale models and sculptures, tools used in professional activity, paintings, samples of materials).

At the end of the 20th century, several scholars embarked on the path of virtual reconstruction of unbuilt or disappeared architecture from the varied archival documentation described above. Among them, we can mention B. J. Novitski, in particular for his modeling of the unbuilt projects by Antonio Sant'Elia, Iakov Chernikov, and Le Corbusier (Novitski, 1998), Kent Larson, who digitally rebuilt several unbuilt projects by Louis Kahn (Larson, 2000), Edoardo Dotto for his graphic analysis of Louis Kahn's Hurva Synagogue project and its digital reconstruction, Francesco Maggio for his extensive graphical analyses and reconstructions of Eileen Gray's work (Maggio, 2011).

The authors of this paper have also, in the past ten years, created virtual reconstructions and animations of contemporary architecture that remained on paper or no longer

exist, starting from the archives documents kept by the Politecnico di Torino: the Rosani fund at the Archives of the Laboratorio Beni Culturali (Spallone & Paluan, 2017), the Mollino fund (Spallone & Carota, 2018; Spallone & Capaldi, 2019) and the Morbelli fund (Spallone & Natta, 2022) at the Archives of the Central Library of Architecture "Roberto Gabetti". Some of these reconstructions are currently on display at the Archivio di Stato di Torino – Sezione Corte, in the exhibition "Mollino // Politecnico: The Cultures of Architecture and Engineering in Turin, on the Fiftieth Anniversary of the Master's Death", of which the authors of this paper are among the curators in charge for the "Drawing" section.

The most recent application of augmented reality (AR) technologies to heritage, and more specifically to archival documents, makes it possible to significantly increase the potential for communicating archival materials and their interpretation through reconstructive models. The latter, in the past, have been usable remotely, or in the archives' own locations, through devices that did not allow for overlapping real (the document) and virtual (the reconstructive 3D model).

The present AR experimentation takes place on a project already reconstructed in H-BIM mode by the authors (Spallone & Natta, 2022).

The Morbelli fund arrived, incomplete, at the Central Library of Architecture, donated by his heirs in 2017, and consists of more than a hundred projects currently being cataloged.

Aldo Morbelli (1903-1963) worked mainly in Piedmont for private clients-families of the intelligentsia and emerging industry, and for public commissions, obtained through competitions.

The prevailing typologies in his projects consisted of residences in mountain resorts and the countryside, luxury condominiums, economic-popular housing, office buildings, and entertainment buildings.

Morbelli's drawings, sometimes complemented by short texts, correspondence, and photographs, document the architect's graphic ability as he moves from conventional technical drawing to expressive drawing through overall and interior perspectives, the latter enriched by furnishings, decorations, and figures.

The theme of the country house, which has characterized Morbelli's activity since his first professional assignments in the 1930s, is the subject of the present case study: the so-called Treves-Sacerdote farmhouse.

The farmhouse stood a short distance from the elegant Turin area of Borgo Crimea. Morbelli designed it between 1947 and 1949, equipping it with a barn, fruit storage room, and stable. The complex is arranged according to a U-shaped plan highly articulated on its three fronts. A note of modernity is introduced by the large dark wooden balcony and the central portico supported by plastered pillars with a square section tapering downward and plastically connected to the ceiling of the portico itself. The abrupt demolition in 1964 was due to an allotment for newly built apartment buildings.

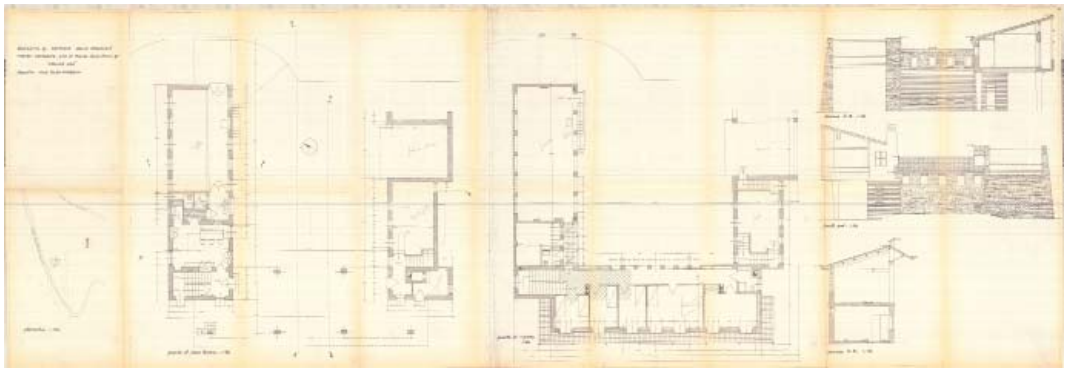


Fig. 2 - A. Morbelli, *Farm project at the Treves-Sacerdote property, located in Turin - Strada Valsalice 97, "Cascina Ada"*. Archivi BCA, Fondo Aldo Morbelli.

The archival documentation includes eighteen plates drawn in pencil and ink on tracing paper and heliocopies, photographs of a physical study model, which has been lost, and pictures of the construction site (figs. 1-2). The plates depict the building through a roof plan at a scale of 1:500, plans, elevations, and sections at a scale of 1:50, and construction and finishing details at a scale of 1:10. A series of perspective views flank the technical drawings.

Reconstructive digital modeling

In the field of reconstructive H-BIM modeling of buildings that no longer exist, the most complex aspects of the work involve visualization of the uncertainties, The subject of several recent research papers: a nodal step in addressing this concerns the construction of a workflow that, respecting the statements of the London Charter (2009) manages to communicate transparently, based on different documentary sources, classifying them through different levels of probability.

Obviously, the digital reconstruction of the case under study is a matter that requires a high level of interpretation: it was conducted by tracing the results obtained back to the life stage of the building chosen for reconstruction and the Level of Reliability (LOR) (Niccolucci & Hermon, 2014). In this regard it was decided to work on the reconstruction of designer's autograph drawings of the so-called executive project (1948), well documented at a scale of 1:50, with some details at a scale of 1:10. However, site photographs of the phase immediately following were used, that clarify elements and details not completely outlined in the drawings. Previous and subsequent phases can be easily implemented in the H-BIM model.

Reconstructive digital modeling based on archive sources starts from a deep graphic analysis of the data, that allows researchers to verify the sequence of drawings and variants and compare the data at different scales. The digital reconstruction was structured to communicate the analysis phase through the quality of the data, distinguishing between those documented and those resulting from interpretation, also evaluating the different

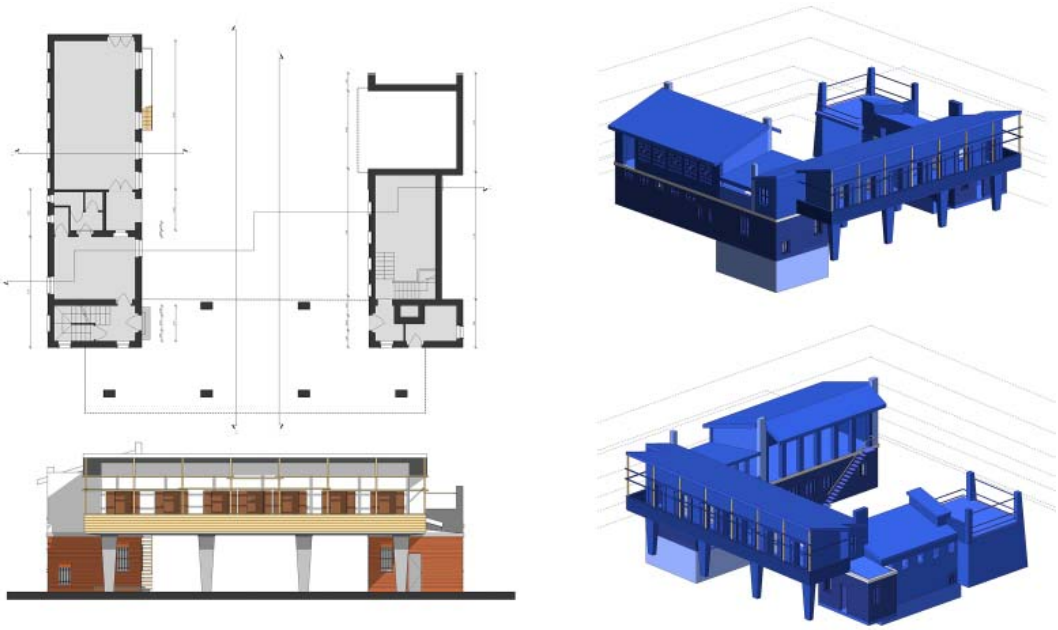


Fig. 3 - Reconstructive H-BIM model and Level of Reliability of Treves-Sacerdote farmhouse (Modeling by F. Natta).

levels of reliability.
Within the selected documents, therefore, the elements necessary for the re-drawing in BIM environment were divided into seven levels of analysis:

1. Plans (starting from the basement floors to the roof);
2. Elevations and sections;
3. Details (construction and architectural details);
4. Dimensions (written measurements);
5. Texts (notes about geometrical features of the building);
6. Functions (possibility of unique identification of the element);
7. Photos (in the construction phase and as-built).

As can be seen, the data are sequenced according to the design workflow.
Each level provides a quantity of information which, together with the others, increases the level of reliability (LOR) of the modeled element.
The first two levels contribute to defining the model in its three-dimensional representation. Each element represented in the plans is compared with its elevations and sections if existing, or it is subject to philological integration of data.
The third level allows for an increase in the degree of knowledge of the selected element (stairs, railings, interior doors, and windows) through technical details.
The next three levels (dimensions, text, functions) serve to validate, correct, or integrate what is represented. It should be noted that the dimensions, which have a prescriptive value in the construction phase, are sometimes inconsistent in the drawings analyzed.

LOR - Colour gradient scale	
0	
0,5	
1	
1,5	
2	
2,5	
3	
3,5	
4	
4,5	
5	
5,5	
6	
6,5	
7	

LOR - Architectural elements									
CODE	FLOOR PLANS	Plans	Elevation and Sections	Texts	Functions	Dimensions	Details and Sketches	Photos	Class results
	Basement level (*-2,60 m.*)								2,5
b	Wall (Foundation)	0	1	0	1	0,5	0	0	2,5
d	Wall (Interior)	0	0,5	0	1	0,5	0	0	2
f	Floor (Interior)	0	1	0	1	1	0	0	3
g	Stair	0,5	0	0	0,5	0,5	0	0	1,5
h	Window (Exterior)	0	0,5	0	0,5	0,5	0	0	1,5
m	Door (Interior)	0	1	0	1	1	0	0	3
	Semi-basement level (*-1,20 m.*)								4
b	Wall (Foundation)	1	1	0	1	1	0	0	4
d	Wall (Interior)	1	1	0	1	0,5	0	0	3,5
f	Floor (Interior)	1	1	0	1	1	0	0	4
g	Stair	1	1	0	1	1	0	0	4
h	Window (Exterior)	1	1	0	1	1	0	0	4
	Ground level (*+0,00 m.*)								3,5
a	Column	1	1	0	1	1	0	1	5
c	Wall (Exterior)	1	1	0	1	0,5	0	1	4,5
d	Wall (Interior)	1	1	0	1	0,5	0	0	3,5
e	Floor (Exterior)	0,5	0,5	0	0,5	0	0	0	1,5
f	Floor (Interior)	1	1	0	1	1	0	0	4
g	Stair	1	0	0	1	1	0	0,5	3,5
h	Window (Exterior)	1	1	0	1	0,5	0	1	4,5
i	Window (Interior)	1	0	0	0,5	1	0	0	2,5
l	Door (Exterior)	1	1	0	1	0,5	0	0	3,5
m	Door (Interior)	1	0,5	0	1	0,5	0,5	0	3,5
	Mezzanine level (*+1,60 m.*)								3,5
c	Wall (Exterior)	1	1	0	1	1	0	1	5
d	Wall (Interior)	1	0	0	0,5	0,5	0	0	2
f	Floor (Interior)	1	1	0	1	1	0	0	4
g	Stair	1	0	0	0,5	0,5	0	0	2
h	Window (Exterior)	1	1	0	1	1	0	1	5
	First floor level (*+3,62 m.*)								4
c	Wall (Exterior)	1	1	0	1	1	0,5	1	5,5
d	Wall (Interior)	1	1	0	1	1	0	0	4
e	Floor (Exterior)	1	1	0	1	1	0	0	4
f	Floor (Interior)	1	1	0	1	1	0	0	4
g	Stair	1	0,5	0	1	1	0	0	3,5
h	Window (Exterior)	1	1	0	1	1	0,5	1	5,5
i	Window (Interior)	1	1	0	1	1	0	0	4
l	Door (Exterior)	1	0,5	0	1	0,5	0	0	3
m	Door (Interior)	1	0,5	0	1	0,5	0	0	3
n	Railing	0	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	3,5
	Raised first floor level (*+3,95 m.*)								5
c	Wall (Exterior)	1	1	0	1	1	0	1	5
d	Wall (Interior)	1	1	0	1	1	0	0	4
e	Floor (Exterior)	1	1	0	1	1	0	1	5
f	Floor (Interior)	1	1	0	1	1	0	0	4
h	Window (Exterior)	1	1	0	1	1	0	1	5
m	Door (Interior)	1	1	0	1	1	1	0	5
n	Railing	1	1	0	1	1	1	1	6
	Roof level								4
o	Roof	0	1	0,5	1	0,5	0,5	1	4,5
p	Gutter	0	1	0	1	1	0	1	4
q	Chimney	0	1	0	0,5	0,5	0	1	3
	LOR - Architectural elements - Final Result								4

Fig. 4 - Table with gradient colors and LOR values.

The last level (photos) offers, due to the singularity of the case study, a term of continuous critical comparison with the archive drawings, as mentioned above.
The data related to each architectural element provided by the archive documents have been defined in a class of three values from 0 to 1:

- Certain data (1): the element is defined through the considered level of analysis;
- Incomplete data (0.5): the element is partially documented, but however deductible in its shape and size;
- Missing/incorrect data (0): the element is not documented, or errors and inconsistencies are detected and needs for philological integration.

By entering this data into the reconstructive model, it is possible to get the Level of Reliability (LOR) value of each element and the average reliability value for each identified or overall level of the whole project (figs. 3-4).

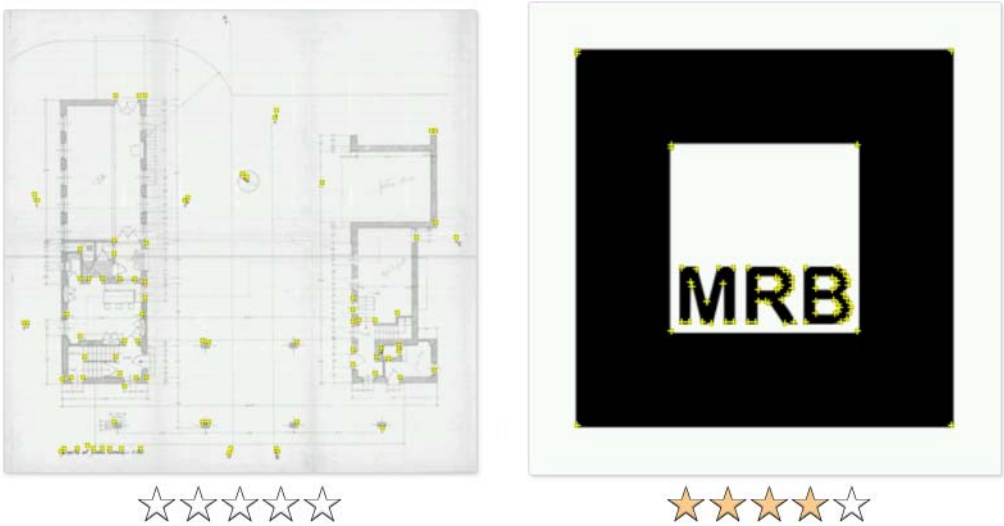


Fig. 5 - "Vuforia Target Manager - Augmentable Rating" for archival drawing and customized target with "Visible Features" (image extract from Vuforia® Engine™ Developer Portal).

Archival documents AR application

The application of augmented reality (AR) to archival documents in the field of architecture represents a technological breakthrough that transforms how people interact with historical architectural heritage. AR, which superimposes virtual elements over physical reality, offers a new layer of information and interpretation, making archival documents more accessible and engaging for specialists and the public (Russo, 2021).

A crucial aspect of integrating AR in this context is improving the accessibility and interpretation of documents. Historical architectural designs, which are often complex and difficult to understand for non-experts, can be explored more intuitively through three-dimensional visualization. For example, the plans and sections of a historic building can be transformed into interactive 3D models, allowing users to virtually 'walk' within the spaces, and better understand proportions, materials, and construction techniques.

The integration of BIM modeling with AR, as was done for this experiment, begins with the conversion of the BIM model into a format compatible with AR applications (.fbx). This process requires special attention to the preservation of detailed information, model quality and materials/textures applied to the model [1]. Once converted, the model can be used in an AR environment to visualize the architectural design in a real-world context (Barazzetti & Banfi, 2017; Fiorillo & Bolognesi, 2023; Palma et al., 2022).

In an increasingly wide panorama of applications that allow data, images, models to be visualized in augmented reality, for this example, we have used Unity® software

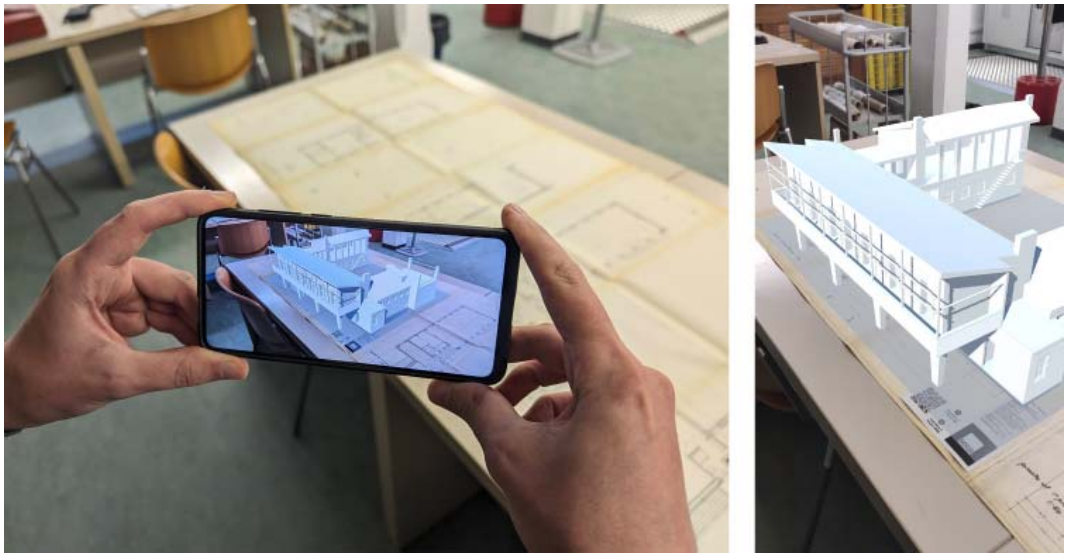


Fig. 6 - Photo during the AR application launch and APP screenshot of the Treves-Sacerdote farmhouse project.

and the Vuforia® software development kit. Unity is a powerful and versatile game development engine that enables the creation of interactive and visually appealing AR applications. Vuforia, on the other hand, is AR software that integrates with Unity to provide advanced object recognition and physical target tracking tools [2].
A key aspect of this integration is the implementation of a physical target to support AR functionality in a non-invasive manner (Bekele et al., 2018). This target, usually a marker and/or QR code placed on or near the archive document, allows a device's camera to recognize and position the AR model in the physical environment. The use of these targets may be essential to ensure proper alignment and scaling of the AR model with the real world, as the original document may not have the characteristics (especially high contrast) to be easily recognized by the AR application. Within Vuforia's Developer Portal it was possible to compare these two potential targets (the archive drawing and a customized marker) and assess the actual 'augmentability' of the data (fig. 5).
To facilitate the following operations, an intuitive Cardboard was created with all the necessary information: the user instructions, the QR to refer to the application [3], the MRB marker with which to anchor the model, a description of the project and archive information (fig. 1).
The most challenging part of the operations to be performed within the software is related to the relationship of the dimensions of the marker and the model, so that the model is perfectly scaled to its representation of the archive drawing.
At this stage of experimenting with the application, with only one model available at this stage of the research relating to Aldo Morbelli's archival collection, it was preferred to work on the single drawing (the ground floor plan, but it is also easy to work with

the first-floor plan) and on displaying the model in its entirety, as can be seen during the activity's running phase (fig. 6).
The use of augmented reality, in synergy with BIM modeling and the use of physical targets, opens up new frontiers in the exploration and understanding of archival architectural documents. This technology not only improves the accessibility and interactivity of historical documents but also offers valuable tools for education and research in the field of architecture while maintaining a respectful and non-invasive approach to the original documents.

Conclusions

The exploration of architectural archives through augmented reality (AR) technologies, as discussed in this study, highlights a significant advancement in how we engage with and understand our architectural heritage. This endeavor not only reconnects us with lost architectural masterpieces but also paves the way for a more inclusive and interactive approach to cultural preservation. The success of integrating AR with archival research within the framework of eXploRA opens a myriad of possibilities for future developments.
Looking ahead, the vastness of architectural archives holds the promise of unlocking an even richer repository of lost heritage. With each document, drawing, and photograph awaiting digitization and reinterpretation, the potential to expand our digital repository is immense. Future efforts will focus on harnessing this extensive archive to model and reconstruct a broader array of architectural projects. This process will not only contribute to the academic and educational realms by providing deeper insights into architectural history and theory but will also democratize access to cultural heritage, making it more accessible to a global audience.
Moreover, the continuous advancement in AR and XR technologies suggests an exciting future for architectural visualization and interaction. As we refine our methodologies and embrace more sophisticated tools, we can anticipate creating more immersive and engaging experiences that bring the architectural past vividly to life. This evolution will further enrich our understanding of cultural heritage, offering new lenses through which to explore the narratives of spaces and structures that have shaped human history.

Notes

[1] For this experimentation, it was decided not to bring back the textures, applied in the Revit models, for a better handling of the model in the AR application on smartphones. As will be seen in the final image, only transparency was applied to the ground surface to visualize the various elements.

[2] The software versions used were: Unity 2022.3.16f1 and Vuforia Engine 10.19.3.

[3] For this experimentation, we used an Android-only locally developed application.

Acknowledgments

We thank for the availability the Archive of the Central Library of Architecture "Roberto Gabetti" of the Politecnico di Torino, managed by Dr. Enrica Bodrato.

Attributions

About the present contribution, whose methodological framework the authors shared, Roberta Spallone wrote "Archival heritage and digital challenges", Marco Vitali wrote "Reconstructive digital modeling", Fabrizio Natta wrote "Archival documents AR application"; "Introduction" and "Conclusion" are written together by the authors.

References

Barazzetti, L., & Banfi, F. (2017). Historic BIM for Mobile VR/AR Applications. In M. Ioannides, N. Magnenat-Thalmann, & G. Papagiannakis (Eds.), *Mixed Reality and Gamification for Cultural Heritage* (pp. 271-290). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-49607-8_10

Bekele, M. K., Pierdicca, R., Frontoni, E., Malinverni, E. S., & Gain, J. (2018). A Survey of Augmented, Virtual, and MixedReality for Cultural Heritage. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, *11*(2), 7:1-7:36. https://doi.org/10.1145/3145534

Brusaporci, S. (2017). The importance of being honest: issues of transparency in digital visualization of architectural heritage. In A. Ippolito (Ed.), *Handbook of research on emerging technologies for architectural and archaeological heritage*, IGI Global (pp. 66-93). Heshey. https://doi.org/10.4018/978-1-5225-0675-1.ch003

Domenichini, R., & Tonicello, A. (2004). *Il disegno di architettura. Guida alla descrizione.* Il Poligrafo.

Dotto, E. (2012). *Il progetto della sinagoga di Hurva di Louis I. Kahn: analisi grafica*. Aracne.

Fiorillo, F., & Bolognesi, C. M. (2023). Cultural Heritage Dissemination: Bim Modelling and AR Application for a Diachronic Tale. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, *XLVIII-M-2-2023*, 563-570. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-M-2-2023-563-2023

Larson, K. (2000). *Louis I. Kahn: unbuilt masterworks*. The Monacelli Press.

Maggio, F. (2011). *Eileen Gray: interpretazioni grafiche*. FrancoAngeli.

Nicolucci, F., & Hermon, S. (2014). A fuzzy logic approach to reliability in archaeological virtual reconstruction. In F. Nicolucci, & S. Hermon (Eds.), *Beyond the artifact. Digital interpretation of the past* (pp. 28-35). Archaeolingua.

Novitski, B. J. (1998). *Rendering real and imagined buildings: the art of computer modeling from the palace of Kublai Khan to Le Corbusier's villas*. Rockport Publisher.

Palma, V., Spallone, R., Cicone, G., Lops, G., & Rinauro, R. (2022). Scalable AR for BIM on Telecommunication NetworkSites. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, *XLVI-2/W1-2022*, 409-414. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVI-2-W1-2022-409-2022

Russo, M. (2021). AR in the Architecture Domain: State of the Art. *Applied Science*, *11*(15), art. 6800, 1-35. https://doi.org/10.3390/app11156800

Spallone, R., & Carota, F. (2018). Digital Interactive Mollino. A Collection of 3D Models from Carlo Mollino's Design Drawings. In G. Amoruso (Ed.), *Putting Tradition into Practice: Heritage, Place and Design* (pp. 607-617). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57937-5_63

Spallone, R., & Capaldi, F. (2019). 3D Modelling for Valorizing 20th Century Architectural Archives: The Case of the Unbuilt Project for a Theatre in Cagliari by Carlo Mollino. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, *XLII-2/W15*, 1111-1118. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-1111-2019

Spallone, R., & Natta, F. (2022). H-BIM Modelling for Enhancing Modernism Architectural Archives. Reliability of Reconstructive Modelling for "on Paper" Architecture. In C. Bartolomei, A. Ippolito, & S. H. T. Vizioli (Eds.), *Digital Modernism Heritage Lexicon, Springer Tracts in Civil Engineering* (pp. 809-829). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-76239-1_34

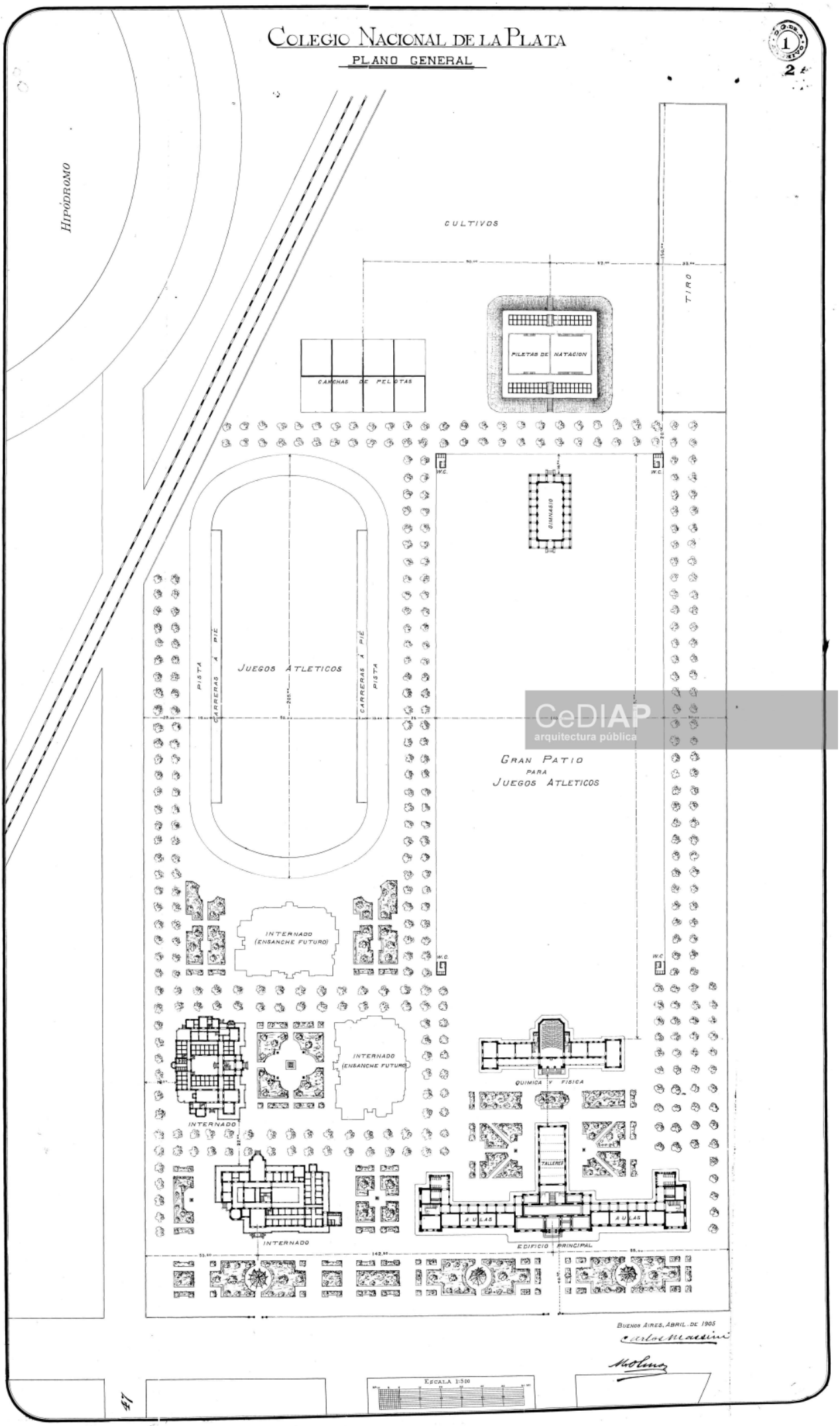
Spallone, R., & Paluan, F. (2017). Digital Representation: Techniques to Interpret, Communicate, and Share 20th c. Architectural Archives: The Case Study – Rosani's Archive. In A. Ippolito, & M. Cigola (Eds.), *Handbook of Research on Emerging Technologies for Digital Preservation and Information Modeling* (pp. 116-146). IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-5225-6921-3.ch006

Spallone, R., & Paluan, F. (2019). Digital Archives for Preserving and Communicating Architectural Drawings. In M. Khosrow-Pour, D.B.A. (Ed.), *Advanced Methodologies and Technologies in Library Science, Information Management, and Scholarly Inquiry* (pp. 461-475). IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-5225-7659-4.ch037

The London Charter for the Computer-Based Visualisation of Cultural Heritage, Draft 2.1, 7 February 2009, http://www.londoncharter.org/. Last accessed 15 Oct 2020.

Colegio Nacional de la Plata

Plano General



Buenos Aires, Abril de 1905

Carlos Massini

Molina

CeDIAP
arquitectura pública

Unbuilt buildings on the Campus of the National College of the city of La Plata, Buenos Aires, Argentina, in the period between 1904 and 1926. Knowledge and graphic dissemination

Franco Oscar Morel[1], Fabiana Andrea Carbonari[1]

[1]Laboratorio de Experimentación Gráfica proyectual del Habitar L'egraph. Faculty of Architecture and Urban Planning of the National University of La Plata, ARGENTINA

francomorel1994@gmail.com; fabianacarbonari@yahoo.com.ar

Keywords: Educational Buildings; La Plata; Argentina; Digital Reconstructions; Unbuilt Architecture / *Edifici educativi; La Plata; Argentina; Ricostruzioni digitali; Architettura non Costruita.*

Abstract

The present work seeks to make a graphic study of a series of unbuilt projects designed for the campus of the National School of the City of La Plata, province of Buenos Aires, Argentina. For this, the plans of these projects, available in public archives, were taken as sources.
The aim is to work from the graphic sources available to analyze the characteristics of these works: the architectural programs, insertion in the context of the campus, project strategies and architectural languages used. The plans to be analyzed are at different drawing scales, from location plans to architectural plans, facades and sections.
This series of projects, designed for a secondary school belonging to a state university, were designed in an office belonging to the Ministry of Public Works of the Nation, in a period in which state architecture was strongly influenced by architectural trends coming from schools. of French architecture: the Ecole Polytechnique and the Ecole des Beaux Arts in Paris.
The period between the founding of the school in 1904 and 1926 is taken as a time cut, since in this period this influence of academic architecture is observed, which is what characterizes the first buildings designed and built on the School's grounds. The projects after this period already correspond to an architectural language more linked to rationalism and modern architecture.
Likewise, the National School of the city of La Plata and the park that surrounds it were initially conceived as an educational campus, composed of various pavilions and spaces for sports activities. This is why the projects analyzed are mostly annex buildings for science teaching or pavilions for sports uses. Later, said campus was used to house some of the faculties that make up the National University of La Plata. It is worth mentioning the case of the Student Home, which was designed as accommodation for students not of the school, but of the entire university.
The universe of work is made up of the following projects: Alternative Masterplan for the Campus of the National School (1904), Laboratory Annex to the National School (1922), Biology and Photography Pavilion. Annex to the National School (1923), Preliminary Project for the Physics Pavilion. Annex to the National School (1923), Swimming Pool Pavilion (1905), Swimming Pool Pavilion (1923), Sports

Fig. 1 - General plan of the National College. Archive of the Public Architecture Documentation and Research Center –CeDIAP- of the Ministry of Economy and Public Finance.

Court and Grandstands (1923), The Student Home of the University of La Plata (1924)
The analyzed plans show different project instances. From plans where different proposals for the design of the same building are observed, to others with a more defined proposal, with a higher level of detail in the drawing. On the other hand, the location plans show the relationship that was expected to be generated between these projects and the buildings that were actually built, as well as the presence of vegetation tells us how the design of the park was intended.
We consider that the study of the available documentation corresponding to these projects allows us to know these unbuilt proposals, understanding that these are part of the building heritage of the University and the city of La Plata. On the other hand, this type of analysis serves as a preliminary step for the construction of digital models that allow a better spatial and contextual understanding.
As part of this digital modeling task, so far a 3D model of the project for a Student Home has been made, based on graphic documentation. This task can later be completed with 3D models corresponding to the other unbuilt projects. In this way, a comprehensive model of the campus can be obtained with the different unbuilt proposals. This can allow us to generate images that let us observe how these buildings would have been perceived if they had been built.

Il presente lavoro si propone di realizzare uno studio grafico di una serie di progetti non costruiti progettati per il campus della Scuola Nazionale della città di La Plata, provincia di Buenos Aires, Argentina. A tal fine, sono state utilizzate come fonti le planimetrie di questi progetti, disponibili negli archivi pubblici.
L'obiettivo è lavorare a partire dalle fonti grafiche disponibili per analizzare le caratteristiche di queste opere: i programmi architettonici, l'inserimento nel contesto del campus, le strategie progettuali e i linguaggi architettonici utilizzati. Le planimetrie da analizzare presentano scale di disegno differenti, dai piani di localizzazione alle planimetrie architettoniche, facciate e sezioni.
Questa serie di progetti, destinati a una scuola secondaria appartenente a un'università statale, furono progettati in un ufficio del Ministero dei Lavori Pubblici della Nazione, in un periodo in cui l'architettura statale era fortemente influenzata dalle tendenze architettoniche provenienti dalle scuole di architettura francese: l'École Polytechnique e l'École des Beaux Arts di Parigi.
Il periodo considerato va dalla fondazione della scuola nel 1904 fino al 1926, poiché in questo arco temporale si osserva l'influenza dell'architettura accademica, che caratterizza i primi edifici progettati e costruiti nel terreno della scuola. I progetti successivi a questo periodo si collocano già in un linguaggio architettonico più legato al razionalismo e all'architettura moderna.
Allo stesso modo, la Scuola Nazionale della città di La Plata e il parco che la circonda furono inizialmente concepiti come un campus educativo, composto da vari padiglioni e spazi per le attività sportive. È per questo motivo che i progetti analizzati sono per lo più edifici annessi per l'insegnamento delle scienze o padiglioni per usi sportivi. Successivamente, il campus fu utilizzato per ospitare alcune delle facoltà che compongono l'Università Nazionale di La Plata. Vale la pena menzionare il caso della Casa dello Studente, progettata come alloggio per studenti non della scuola, ma dell'intera università.
L'universo di lavoro è composto dai seguenti progetti: Piano Regolatore Alternativo per il Campus della Scuola Nazionale (1904), Annesso Laboratorio alla Scuola Nazionale (1922), Padiglione di Biologia e Fotografia, Annesso alla Scuola Nazionale (1923), Progetto Preliminare per il Padiglione di Fisica, Annesso alla Scuola Nazionale (1923), Padiglione della Piscina (1905), Padiglione della Piscina (1923), Campo Sportivo e Tribune (1923), La Casa dello Studente dell'Università di La Plata (1924).
Le planimetrie analizzate mostrano diverse fasi progettuali. Da piani in cui si osservano varie proposte per il design dello stesso edificio, ad altri con una proposta più definita e con un livello di dettaglio maggiore nel disegno. D'altra parte, le planimetrie di localizzazione mostrano la relazione che si intendeva generare tra questi progetti e gli edifici effettivamente costruiti, così come la presenza di vegetazione, che ci racconta come si intendeva progettare il parco.
Riteniamo che lo studio della documentazione disponibile relativa a questi progetti consenta di conoscere queste proposte non costruite, comprendendo che esse fanno parte del patrimonio edilizio dell'Università e della città di La Plata. Inoltre, questo tipo di analisi serve come passo preliminare per la costruzione di modelli digitali che permettono una migliore comprensione spaziale e contestuale.

Come parte di questo compito di modellazione digitale, fino ad ora è stato realizzato un modello 3D del progetto per la Casa dello Studente, basato sulla documentazione grafica. Questo lavoro potrà in seguito essere completato con modelli 3D corrispondenti agli altri progetti non realizzati. In questo modo, si potrà ottenere un modello completo del campus con le diverse proposte non costruite. Questo ci permetterà di generare immagini che ci facciano osservare come sarebbero stati percepiti questi edifici se fossero stati realizzati.

Brief history of the National University of La Plata

The efforts for the creation of the National University of La Plata began in 1902, when the province of Buenos Aires decided to dissolve the existing Provincial University of La Plata and transfer its building assets to the Ministry of Civic Instruction of the Nation for the creation of a new National University. In this way, from its beginnings, the new house of studies had a series of pre-existing buildings to carry out its activities: the Museum of La Plata, the building of the Faculty of Agronomy and Veterinary Medicine, the Observatory and the building of the former Mortgage Bank of the Province of Buenos Aires. Added to this was the donation of an 18-hectare land located on the edge of the city, for the construction of a National Model College. It was delimited by Avenue 1, Streets 47 and 50, and the train tracks.

In this first stage, it is worth highlighting the figure of Joaquín V. Gonzáles, Minister of Justice and Public Instruction of the Nation, who joined the process of creating the new university starting in 1905. The construction of the National College constituted the most ambitious building project of the founding period of the National University of La Plata. This is related to González's idea of inserting university education within a complete educational cycle, which would include the middle and initial levels of education. The College constituted a secondary education building.

In the words of Gandolfi and Gentile (1993)"The work began in 1904 based on a project prepared by the engineer Miguel Olmos, assigned to the Ministry of Public Instruction, and under the supervision of the General Director of Architecture, Engineer Carlos Massini". According to the report presented by its author to Joaquín V. González, "the general architecture of the buildings bears the stamp of Greek styles, although modernized, responding in this to the fact that in the background of contemporary education presided over by North Americans and English, is the same as that of the Greeks." (..) "The constructions specifically intended for teaching were thus part of a peculiar architectural ensemble thought mainly in terms of landscape. (...) Framed by avenues of trees, these constructions gave the entire area a certain bucolic character that subsequent interventions have erased."

The new National College represented a novel pedagogical proposal. It was an institution that incorporated an English-inspired boarding school system, where the buildings appeared scattered in a natural environment characterized by profuse vegetation. Likewise, outdoor spaces and areas to develop sports activities were incorporated as part of an integrated educational proposal, which would constitute a healthy training space for future students of the University.

Below, a series of graphic pieces corresponding to the initial period of the National University of La Plata will be analyzed, generated between the years 1904 and 1923, corresponding to buildings and facilities designed to be located on the grounds of the Campus of the National College. This temporal cut is chosen since it coincides with two characteristic processes.

Firstly, starting in 1920, the National University of La Plata went through a reorganization process where the College's boarding system was eliminated and, in 1927, its land was subdivided among the different faculties. From then on, the buildings planned for this site will be isolated interventions that bear no relation to the original structure of the campus. On the other hand, towards the end of the 1920s, a more austere architectural language began to prevail. The classical academic language that characterized the founding buildings began to be put aside to give way to proposals of a more rationalist nature and in tune with the first experiences of modern architecture in our country.

Except for the first document, which corresponds to the project plan for the entire College, the remaining graphic pieces to be analyzed communicate buildings that were not built.

General plan of the National College (1905)

This general plan (fig. 1) contains the project for the entire National School that was built and which served as the basis for the other proposals. It is a 1:500 scale site plan. It represents in detail the architectural plan of the buildings that were built (the College, Physics Pavilion, Gymnasium and two of the Dormitories), while the two Dormitories whose construction was planned as a future expansion are only represented by drawing the outline of the building.

It is worth mentioning the level of detail in the representation of the plant elements: the avenues of trees and the different flower beds that were arranged around the buildings. On the plan there are also indications of the immediate urban context. The nearby streets are represented, as well as the train tracks and the city's racecourse, adjacent to the complex.

The building complex is organized around an axis of symmetry, aligned with 49th Street on which the College building is located, and behind it are the Physics and Chemistry Pavilion, a large patio for sports activities, the gym and the pool with its changing rooms. The space made up of the patio, the Physics Pavillion and the gym is delimited on three sides by avenues of trees, and by the College building that closes the complex on Avenue 1. It is worth mentioning that the College building is the only one that establishes a direct relationship with the street and the city. In the words of Gandolfi and Gentile (1993) "Of all the buildings, only the extensive body of the College shows a desire to enter into a relationship with the urban environment. Its intentionally monumental character places it on an equal level with the rest of the great architecture of the public administration of the new city. However, in contrast to this,

the school is formally resolved in the manner of an extensive screen imposed between the city and the rest of the buildings in the complex." It should be noted that the main entrance to the Physics Pavillion faces the back of the College. Given the morphology of the building, with two side wings and a rear wing that extends perpendicularly, the set of the two buildings together with the avenues of trees on the sides end up forming two smaller patios immediately behind the College.

Outside this compositional axis are the Dormitories for the students. The complex consisted of four Dormitories located around a central parterre, crossed on two sides by avenues of trees.These pavilions depart from the sober and monumental classicism present in the College buildings and its annexes. In that sense, the plan design of the buildings is deliberately asymmetrical. Added to this is the use of external galleries that accompany the irregularities of the perimeter of the buildings, giving a less monumental character in correspondence with the bedroom and daily living function that they fulfilled. On the other hand, it is worth mentioning that the dormitory located on Avenue 1 has a different floor plan from the other three. It should be noted that of the four buildings, only two were built.

Behind the Dormitory complex, similar to the layout of the playground behind the College building, there is a racing track, surrounded by avenues of trees. Towards the back of the land and separated from the rest of the complex by an avenue of trees, the swimming pool, a shooting range and a ball game court would be located, the latter two were not built, along with an area for crops.

Unbuilt proposals

General plan. Preliminary draft(1904)

This document (fig. 2) consists of a 1:500 scale site plan. Just as in the plan corresponding to the project that was finally built, the location of the buildings on the land is indicated along with the design of parterres and avenues of trees. It is worth mentioning that in this plan only the outline of the different buildings appears drawn, leaving their interior layout unrepresented.

In this alternative proposal for the entire National College of the National University of La Plata, several elements and project strategies are observed that will be present in the final project, but with a different location on the grounds.

The compositional axis present in the final project appears, successively aligning the College building, the Physics Pavilion, the playground, Gym, and Swimming pool, following the same layout that was adopted in the final project, with the difference that In this case, the axis that organizes these buildings is aligned with 48th Street, and not with 49th Street as is the case in the final project. Likewise, the above-mentioned buildings already appear on the plan with the same silhouette in plan that they will have in the final project.

It is worth mentioning the presence of a building for a Bacteriological Institute, which

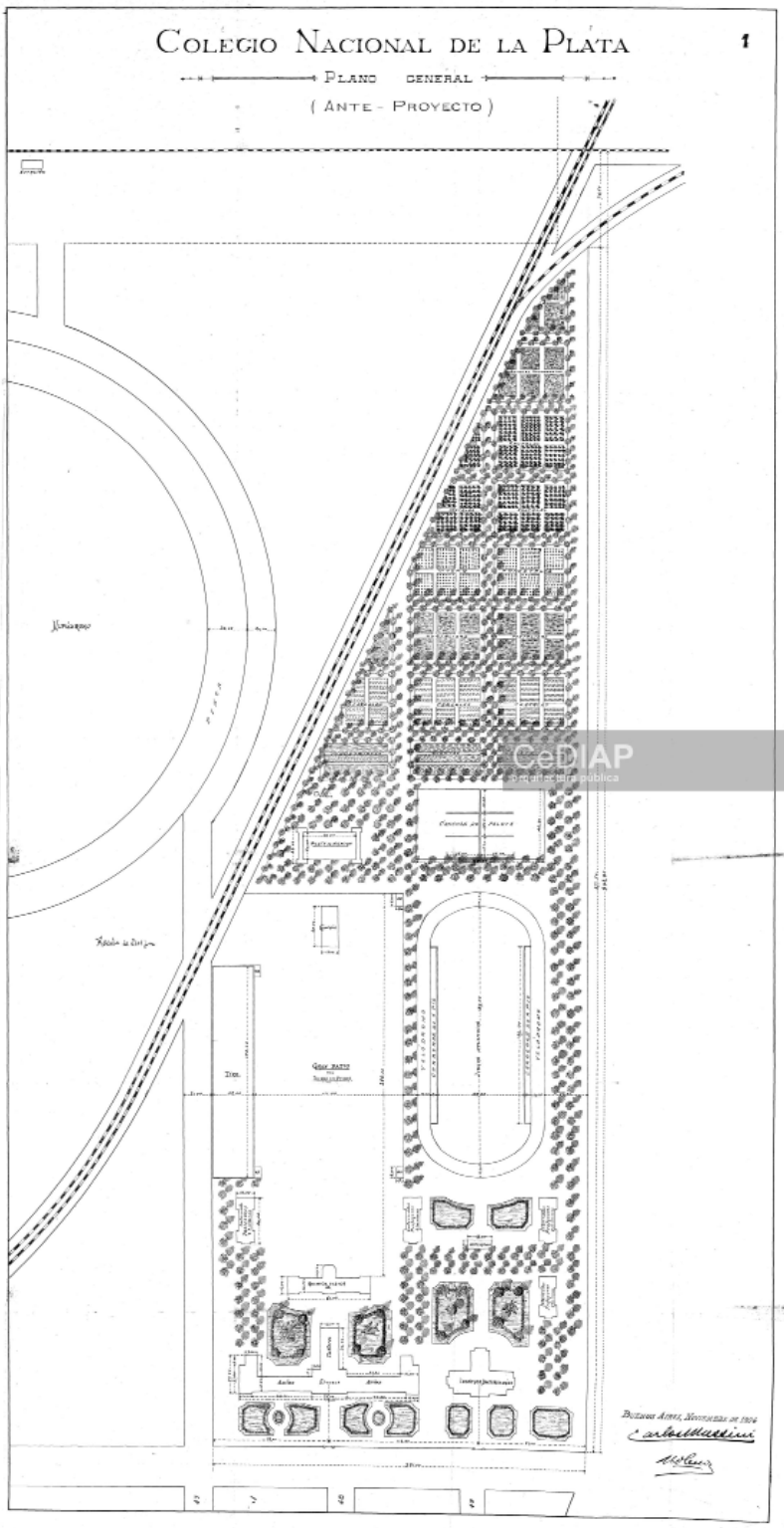


Fig. 2 - General plan of the National College . Preliminary draft. Archive of the Public Architecture Documentation and Research Center –CeDIAP- of the Ministry of Economy and Public Finance.

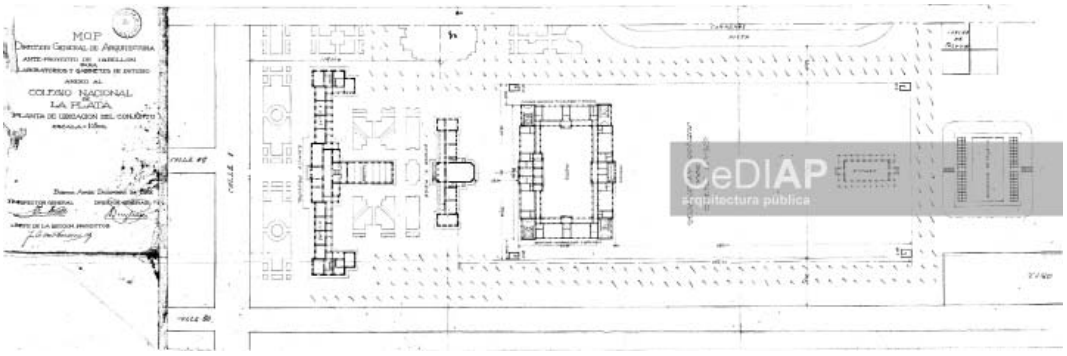


Fig. 3 - Preliminary project for a Pavilion for Laboratories and Study Rooms attached to the National College. Site plan. Archive of the Public Architecture Documentation and Research Center –CeDIAP- of the Ministry of Economy and Public Finance.

faces Avenue 1, on the site where the school was finally located. This building does not appear in later proposals. In its rear part there is a set of flower beds that separate it from the racing track.

The avenues of trees frame these flower beds, as well as the playground and the racing track, whose positions are inverted with respect to the final project. Behind the racing track there is a ball court, and at the background of the land, following the axes posed by the avenues of trees, there is a series of crops. There is also a shooting range on 47th Street, on one side of the race track.

In this proposal, the Dormitories for the students are aligned on the avenues of trees that run parallel to the axis of symmetry of the College, framing the flower beds that are located behind it and the Bacteriological Institute, unlike the definitive project, where the dormitories are located around a central flower bed on one side of the land. In addition, these buildings are smaller than those that were finally built.

Preliminary project for a Pavilion for Laboratories and Study Rooms attached to the National College (1922)

The documentation analyzed consists of a site plan on a 1:500 scale (fig. 3) and an architectural plan on a 1:200 scale (fig 4). In the site plan, the pre-existing buildings and its interiors are represented. Vegetation consisting of avenues of trees and flower beds is also represented.

This building, designed to house laboratories and classrooms, is organized around an open rectangular patio. Each side of this patio has laboratories dedicated to a different specialty: physics; biology, anatomy, physiology and hygiene; and chemistry, mineralogy and geology, with a single access, on the symmetry axis of the longest side.

It is worth mentioning that it is a single-level building. In contrast to the College building, which has three levels to generate a monumental façade on the street, these laboratories, located within the natural environment of the campus, have a less

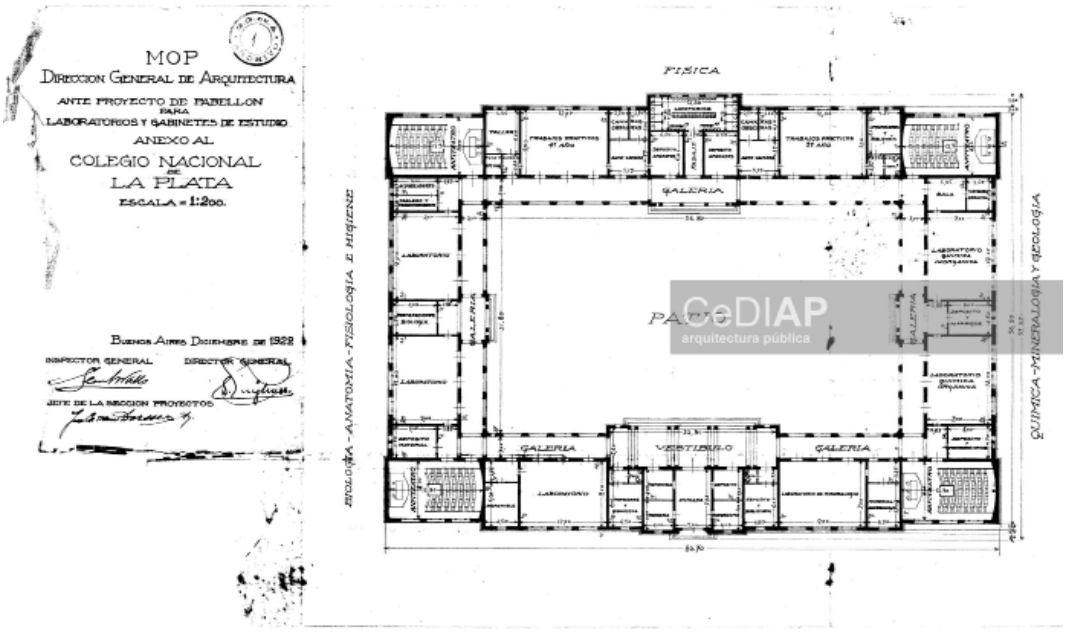


Fig. 4 - Preliminary project for a Pavilion for Laboratories and Study Rooms attached to the National College. Floor plan. Archive of the Public Architecture Documentation and Research Center –CeDIAP- of the Ministry of Economy and Public Finance.

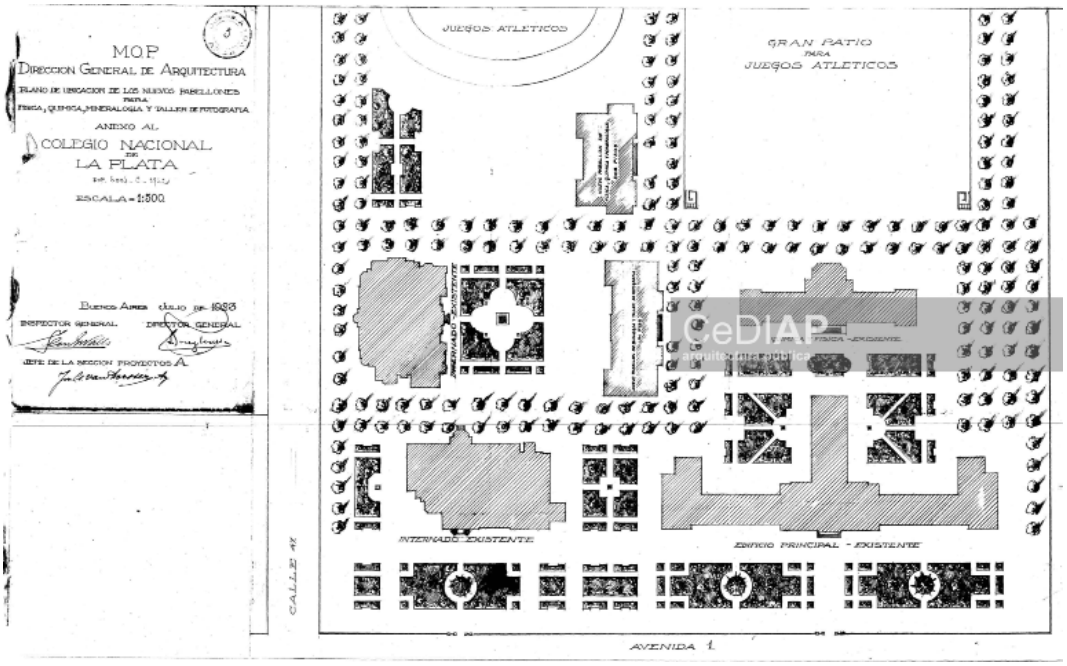


Fig. 5 - Project for a Pavilion for Biology and Photography Workshops; and a Physics, Chemistry and Mineralogy Pavilion. Site plan. Archive of the Public Architecture Documentation and Research Center –CeDIAP- of the Ministry of Economy and Public Finance.

monumental scale.
The building would be located following the axis of symmetry of the College, between the Physics Pavilion and the Gymnasium, occupying part of the playground. The location of its access repeats the compositional logic of the pre-existing buildings. Just as the Physics Pavilion has its entrance facing the back of the College building, this Laboratory Pavilion would have had its entrance facing the back of the physics pavilion.
This proposal respects the general structure of the original masterplan, occupying a sector of the large athletic playground. The two avenues of trees that frame the playground and the buildings aligned around the College's axis of symmetry are maintained. The layout plan also shows the athletics track and one of the four dormitories.

Project for a Pavilion for Biology and Photography Workshops; and a Physics, Chemistry and Mineralogy Pavilion. (1923)

The graphic document to be analyzed consists of a site plan on a 1:500 scale (fig 5). Only the sector of the complex next to Avenue 1, where the represented buildings are located, is represented. The silhouette of the buildings in the sector is drawn, while the pre-existing ones are indicated with a different graphic than that used in the two pavilions to be built. The vegetation planned in the general plan is also represented.
These two buildings were designed to be located next to each other in front of the avenue of trees that separates the athletics track from the playground, on the side of the College building. It is worth mentioning that they occupy the site planned in the original plan for the location of the two Dormitories that were not built. Despite this, the new buildings do not establish a relationship with the existing dormitories, since their access faces the avenue of trees and the College building. Its location seems to emphasize the linearity of the avenues of trees, already foreseen in the original project, and relate more directly to the College and the pre-existing Physics Pavilion.
Apart from its location on the campus, occupying the space planned for boarding schools that were not built, this proposal does not modify the original project for the campus.

Preliminary projects for the Physics and Mineralogy Pavilion. Studio 1 and studio 2 (1923)

It is worth mentioning the existence of more than one project for these buildings. For both the Physics, Qhemistry and Mineralogy Pavilion, as well as for the Biology Pavilion, two preliminary proposals were found. Both alternatives propose variations on the same scheme. In the case of the Physics Pavilion, both proposals propose a two-level building with a central gallery that organizes the different classrooms, and an entrance hall where the stairs are located.
The graphic document in question is a series of floor plans on a 1:200 scale where the two proposals are represented (fig 6).

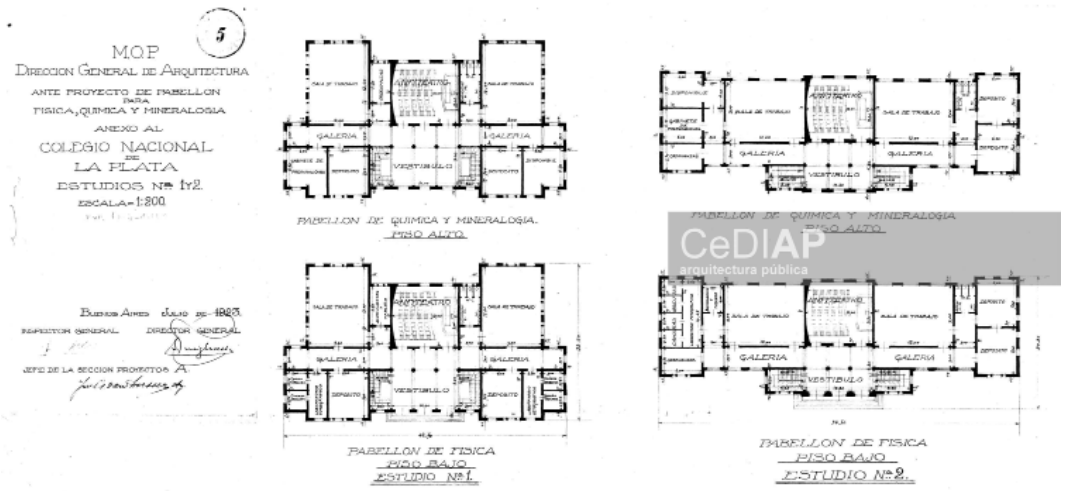


Fig. 6 - Preliminary projects for the Physics and Mineralogy Pavilion. Studio 1 and studio 2. Archive of the Public Architecture Documentation and Research Center –CeDIAP- of the Ministry of Economy and Public Finance.

Project fo a Biology Pavilion and Workshops (1923)

The plans analyzed for this building and for the Physics Pavilion are made up of floor plans (fig. 7), sections and facades on a 1:100 scale (fig. 8). These have a greater degree of detail. The floor plans have dimensions and indications regarding the function of each of the spaces. The facades and sections allow us to perceive the exterior treatment of the walls and the different types of windows used, as well as the volumetry of the roof.

The project for the Biology Pavilion is organized around an access hall from which two galleries emerge that cross the building longitudinally. On the front of the building are located the warehouses and workshops (smaller in size) and on the back of the building are the work rooms and the amphitheater (larger in size).

The exterior of the pavilion presents certain elements of classical language. The entrance is made up of three semicircular arches and is framed by two volumes that protrude from the façade. The entire perimeter has a surface treatment of horizontal lines, similar to that of the other buildings in the complex.

Project for a Physics, Chemistry and Mineralogy Pavilion (1923)

In a similar way to the Biology Pavilion, the Physics Pavilion (fig. 9, 10) is organized around a central gallery that runs through the building longitudinally, placing the largest classrooms on the back of the building. In this case, there are two stairs in the entrance hall that connect to the upper floor.

The use of elements of classical language is verified with the presence of three semicircular arches that constitute the entrance, and the treatment of horizontal lines on the exterior

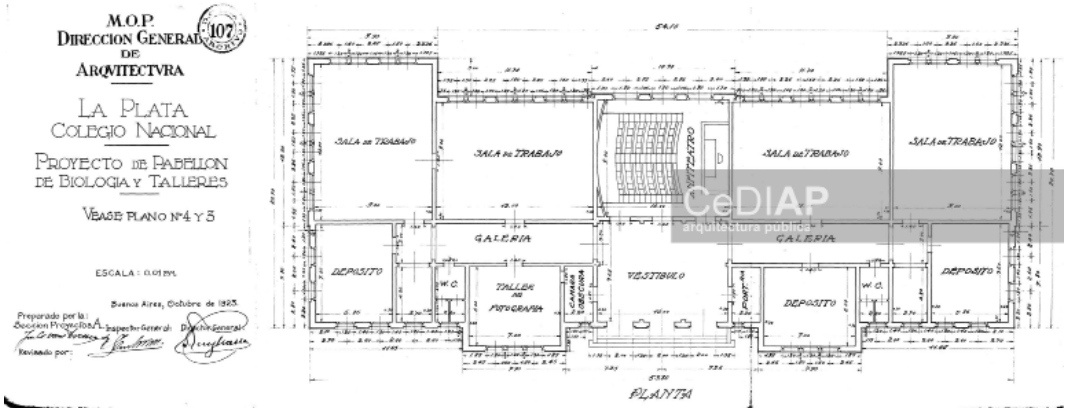


Fig. 7 - Project fo a Biology Pavilion and Workshops. Floor plan. Archive of the Public Architecture Documentation and Research Center –CeDIAP- of the Ministry of Economy and Public Finance.

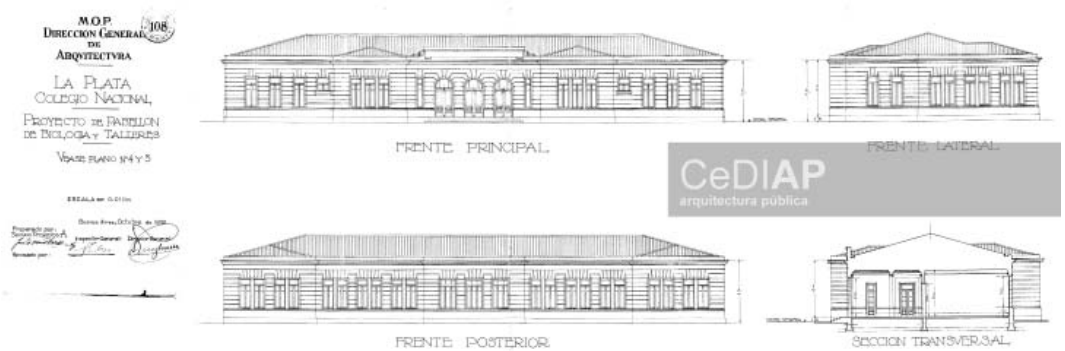


Fig. 8 - Project fo a Biology Pavilion and Workshops. Facades and sections. Archive of the Public Architecture Documentation and Research Center –CeDIAP- of the Ministry of Economy and Public Finance.

walls of the ground floor. In this case the access is also framed by two volumes that protrude forward. The two buildings make use of the same compositional elements, which would have given a certain homogeneity between them if they had been built.

Court and Race Track attached to the National College (1923)

The site plans of this proposal, one of them at a scale of 1:500 and the other at a scale of 1:200 (fig. 11), indicate the location of this race track on the College's land. The silhouette of nearby buildings appears, as well as the proposed vegetation, flower beds and avenues of trees. On the 1:200 plan the interior of the buildings located near the track is drawn.

Plans, sections and facades were also studied at a 1:100 scale of the stands planned for this project (fig. 12).

This proposal proposes a modification to the original general plan for the entire College

grounds, since it was originally planned to locate a race track behind the boarding schools. In this new proposal, it was proposed to locate the race track behind the College building, between the Physics Pavilion and the Gymnasium. In addition, the track is surrounded by avenues of trees on its four sides.
On the other hand, the construction of stands on the sides of the track was planned. On one side there was an official tribune, and on the sides of it, two public tribunes. On the other side of the track there were two other stands and between them, a warehouse. The stands were developed on two levels. The space under the seats was used to locate bathrooms and a changing room. In turn, the official gallery had a cafeteria

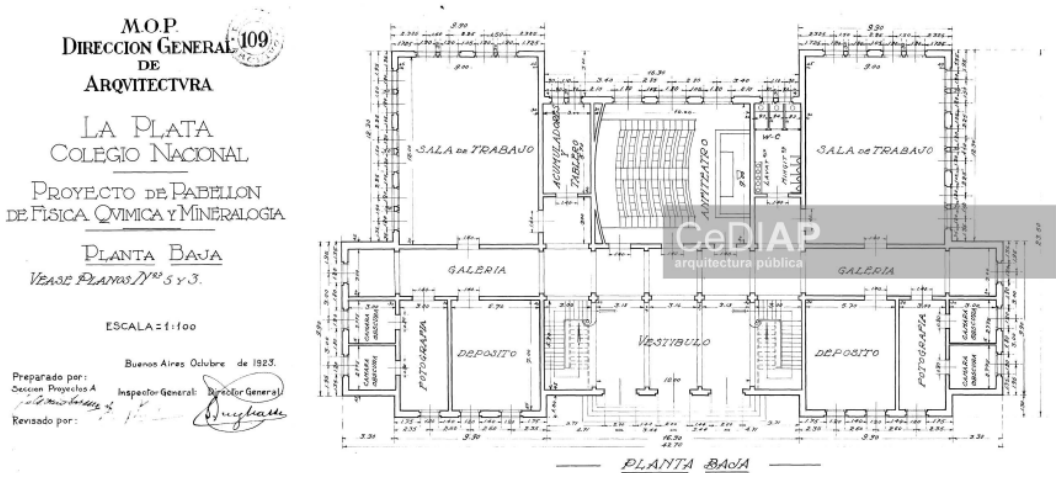


Fig. 9 - Project for a Physics, Chemistry and Mineralogy Pavilion. Floor plan. Archive of the Public Architecture Documentation and Research Center –CeDIAP- of the Ministry of Economy and Public Finance.

Fig. 10 - Project for a Physics, Chemistry and Mineralogy Pavilion. Facades and sections. Archive of the Public Architecture Documentation and Research Center –CeDIAP- of the Ministry of Economy and Public Finance.

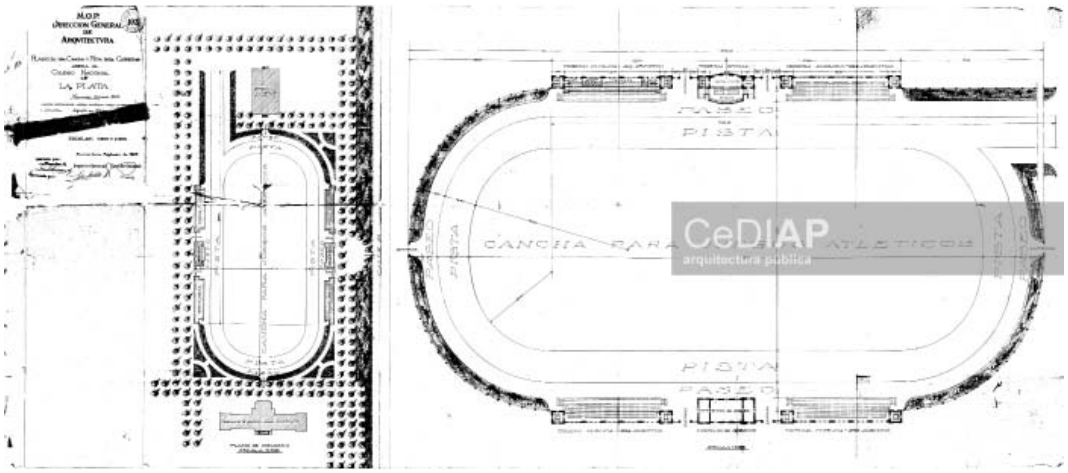


Fig. 11 - Court and Race Track attached to the National College. Archive of the Public Architecture Documentation and Research Center –CeDIAP- of the Ministry of Economy and Public Finance.

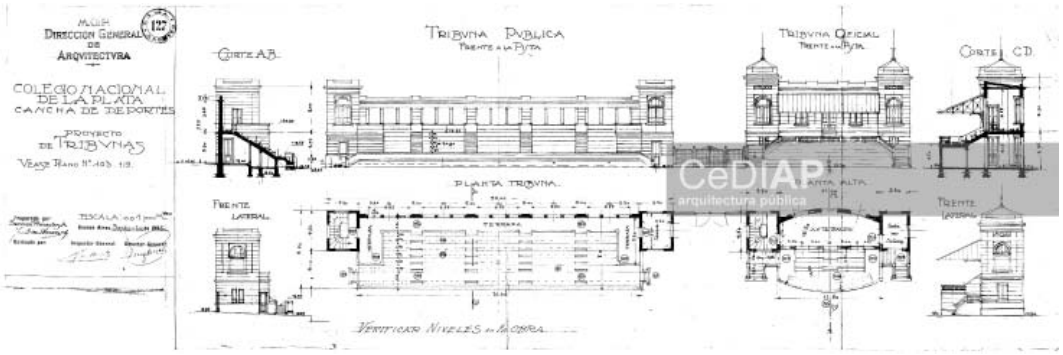


Fig. 12 - Stans for the Court and Race Track. Floor plan and facades. Archive of the Public Architecture Documentation and Research Center –CeDIAP- of the Ministry of Economy and Public Finance.

on the ground floor and an anteroom on the first level, behind the boxes. It is worth mentioning that both buildings had interior stairs that connected the two levels.

Swimming Pool (1905)

In this case we worked on a 1:100 scale floor plan (fig. 13). The measurements of the pool and the two pavilions that surround it are indicated, as well as the vegetation planned to surround the complex.

This pool, proposed in the original project for the College was located behind the Gymnasium, and would be the last building aligned on the axis of 49th Street, the others being the aforementioned Gymnasium, the Physics Pavilion and the College building.

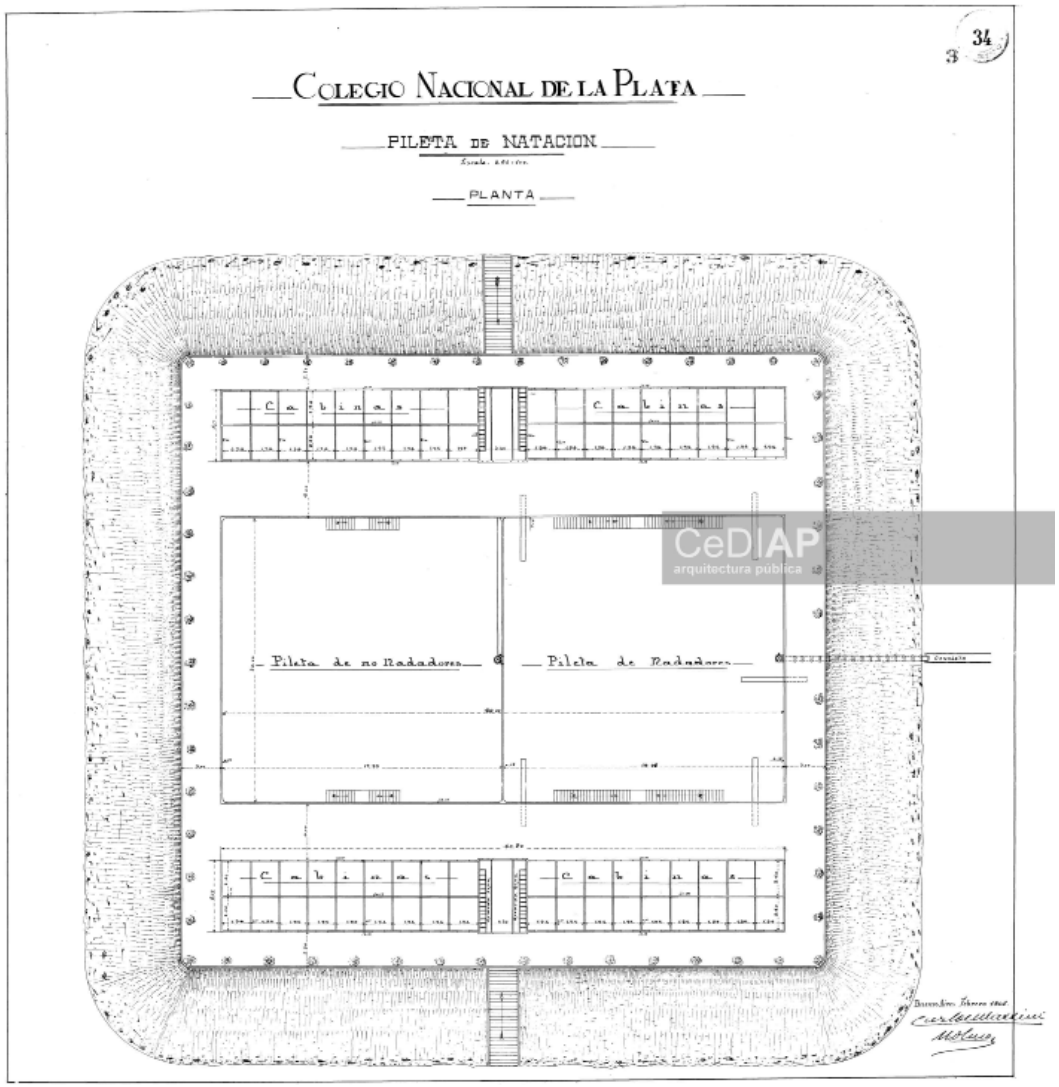


Fig. 13 - Swimming Pool. Floor plan. Archive of the Public Architecture Documentation and Research Center –CeDIAP- of the Ministry of Economy and Public Finance.

The complex is made up of two pools of equal size but different depths, located next to each other. It included two symmetrical buildings with locker rooms that ran longitudinally along the pool.

Project for a Swimming Pool Pavilion (1923)

The graphic source analyzed consists of a floor plan, a section and two facades on a 1:100 scale (fig. 14). The floor plan indicates the dimensions and function of each of the rooms in the building.

The level of detail of the facades and the sections allows us to perceive the exterior treatment of the building's walls, as well as the different windows used and some

construction details. The location of the pre-existing pool is also indicated. This project is located around the pool that was finally built on the school grounds, in the location planned in the original project.
The proposed building consists of a central area where the bathrooms and first aid room are located; and on the sides of this there are two wings containing the locker rooms, at the ends of which are the showers. The building has a single level and all its spaces open directly to the outside and to the pool. There are no hallways.

Student Home of the University of La Plata (1924)

The documentation studied consists of floor plans, facades and sections on a 1:200 scale. The floor plan has different measures, indications of the functions of each of the spaces and the presence of flower beds around the building is indicated (fig. 15).
This building was intended as a dormitory for students from the entire University, not just the College, and would be located at the back of its grounds, with its access on 50th Street. This location, far from the rest of the buildings in the complex, is not related to the previous plans for the entire campus.
The building is organized around a central pavilion that coincides with the axis of symmetry and the access; and four side pavilions, symmetrical to each other, that contain the bedrooms. In the central pavilion is the entrance hall, behind which is the large dining room. These two spaces stand out in the composition due to their large size and their location around the axis of symmetry and the access. Towards the sides, symmetrically, there are the administrative areas (secretariat, management) and then the pavilions that house the bedrooms. Each of the areas that house the bedrooms are articulated around a side patio. Surrounding the sides of this patios are the pavilions

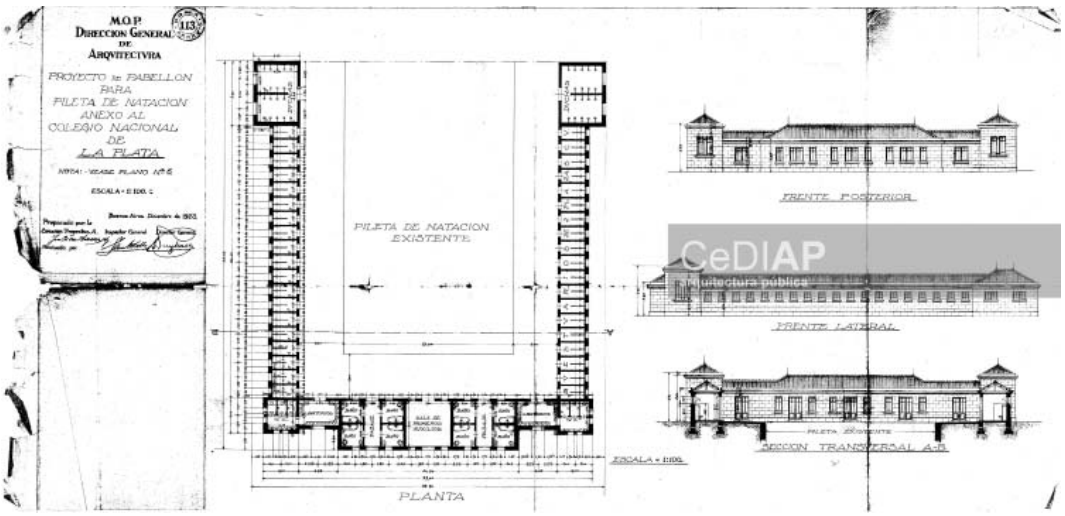


Fig. 14 - Project for a Swimming Pool Pavilion. Floor plan and sections. Archive of the Public Architecture Documentation and Research Center –CeDIAP- of the Ministry of Economy and Public Finance.

that contain the bedrooms, three levels high.
So far, this building is the only one that we have reconstructed using 3D modeling tools, based on available documentation (floor plans, sections and facades).
To build the 3D model, the original plans were imported into the AutoCAD software at the corresponding scale.
From these images, the floor plans, sections and facades of the building were drawn in the software. These redrawings made in AutoCAD were then exported to SketchUp, where the 3D model of the building was assembled. The Vray rendering engine was then used to generate images.
This modeling process can be continued later with the modeling of the other buildings mentioned in this work. In this way, we will be able to have an integrated model that allows us to digitally observe the different building proposals for the grounds of the National College, and what the spatial relationships between them would have been like if they had been built.
This experience allows us to establish relationships between existing historical documentation and the use of new technologies applied to the knowledge of these architectural projects. The use of digital tools, used to virtually construct these buildings, allows us to study them in a new way. Taking advantage of the options that design programs offer us, it is possible to browse and view them. This is another way of seeing and communicating the spaces studied. In this sense, we consider that digital media can be a tool of great importance for the study of unbuilt projects that currently constitute an intangible building heritage.

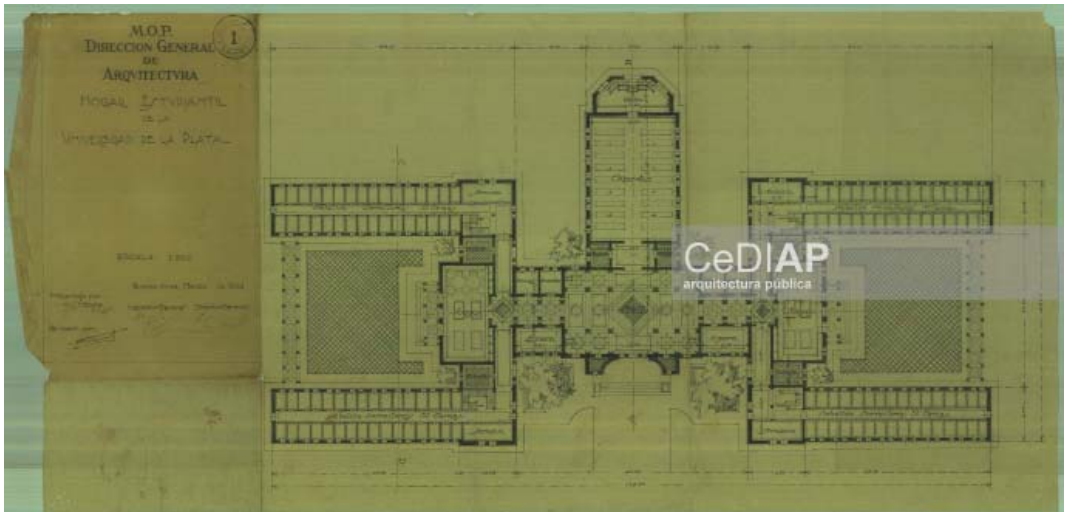


Fig. 15 - Student Home of the National University of La Plata. Floor plan. Archive of the Public Architecture Documentation and Research Center –CeDIAP- of the Ministry of Economy and Public Finance.

Fig. 16 - Student Home. Exterior view. (authors' elaboration)

Conclusion

We consider that the study of graphic sources has significant value in terms of making visible and being able to understand architectures from other periods. In the case presented here, an attempt was made to investigate the evolution of the grounds corresponding to the National College of the city of La Plata through different proposals. The study of these unrealized projects helps us understand those that were realized; and it also constitutes a way of preserving them from oblivion, understanding that they are also part of the building heritage of the city, in general, and of the National University of La Plata, in particular. In that sense, 3D modeling constitutes a valuable contribution, since it allows us to deepen the study of these works, and observe (even if virtually) how they would have been perceived and experienced by the people who had inhabited them.

References

Aliata, F (2013). De la antigüedad restaurada a la composición. Desarrollo y crisis de la teoría clásica. In: *Estrategias proyectuales. Los géneros del proyecto moderno*. Buenos Aires: SCA diseño editorial.

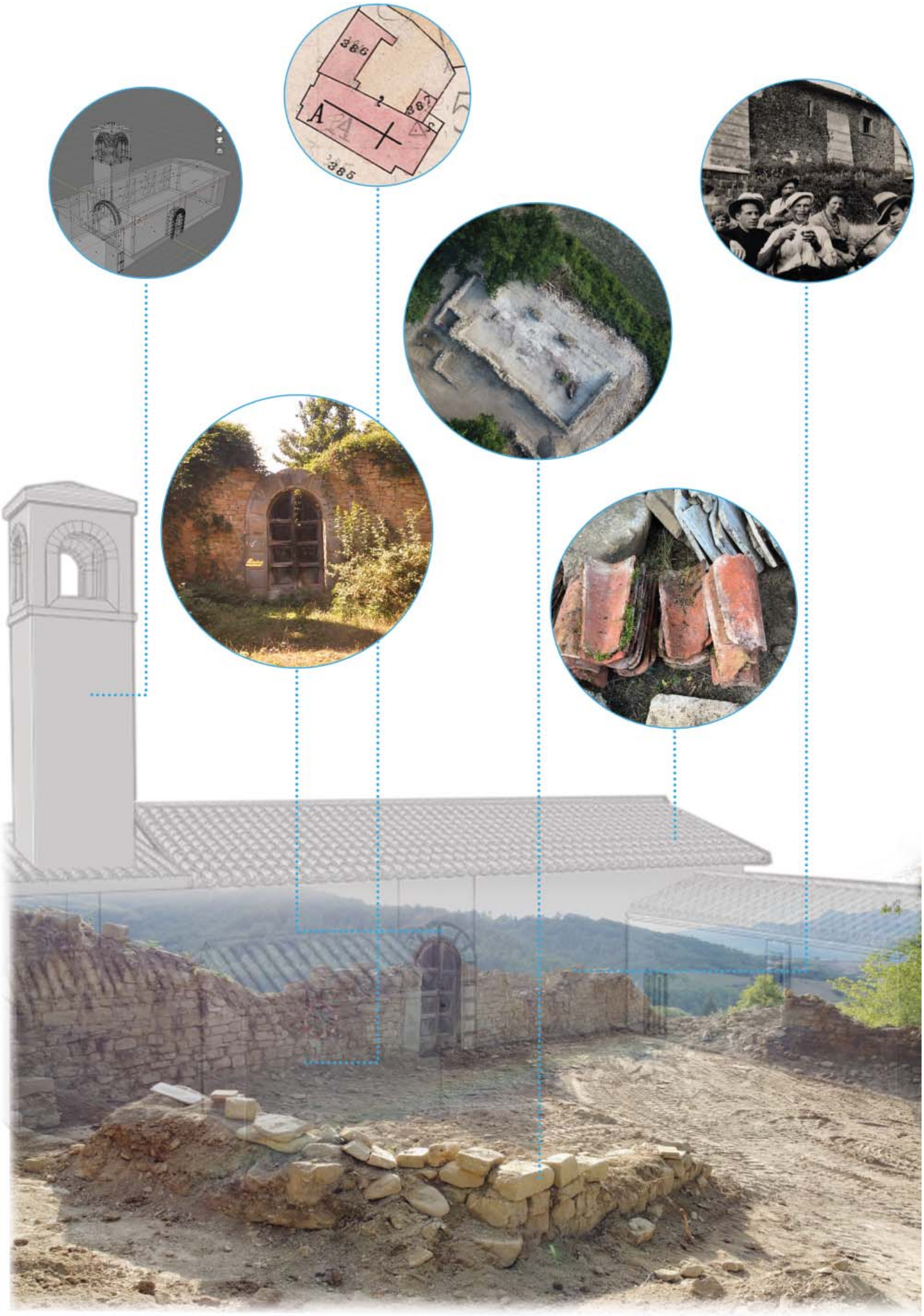
Franchino, M. (2017). Conveniencia, solidez, expresión. La Arquitectura en las reparticiones técnico-estatales: el caso de la Dirección General de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas, 1906-1932. *Registros*, 13(2), 83–108. Avaliable at: https://revistasfaud.mdp.edu.ar/registros/article/view/166

Van Zanten, D. (1978). The Beaux-Arts system. In: *Architectural Design*, 11-12 (48).

Carbonari, F; Céspedes, F (2016) *La documentación gráfica de los colegios de la UNLP. Entre los viejos y los nuevos medios de representación gráfica arquitectónica*. UNLP. ISBN: 978-950-34-1376-0. La Plata

Gandolfi, F., Gentile, E. (1997) Ni muros áridos, ni calles rectas. El espacio de la Universidad de La Plata, 1897/1975 47 al fondo, 1 (1), 10-17. Available at: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/44159

Gandolfi, F; Gentille, E; Ottavianelli, A; Crispiani, A (1993) Historia edilicia y proceso de configuración del aspecto físico de la Universidad Nacional de La Plata (1905-1918). Boletín IDEHAB, 4, 42-50. Avaliable at: https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/84569


366
A
367
385

La ricostruzione virtuale del patrimonio ecclesiastico post-sisma: il caso della chiesa di San Fortunato a Pinaco Arafranca, Amatrice

Davide Mezzino[1], Emma Moriconi[2]

[1] Dipartimento di Studi Umanistici, Università IULM

[2] Facoltà di Beni Culturali, Università Telematica Internazionale Uninettuno

davide.mezzino@iulm.it; e.moriconi@students.uninettunouniversity.net

Parole chiave: Modellazione 3D; Ricostruzione virtuale; Amatrice; Patrimonio Culturale; Chiesa di San Fortunato / *3D modelling; Virtual reconstruction; Amatrice; Cultural Heritage; Church of San Fortunato.*

Abstract

Nell'ambito della vincita del bando *M1C3, intervento 2.2 – Protezione e valorizzazione dell'architettura e del paesaggio rurale*, finanziato dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), si illustra la metodologia operativa impiegata per la ricostruzione virtuale della chiesa di San Fortunato nel comune di Amatrice, avente l'obiettivo di tramandarne la conoscenza attraverso un'esplorazione virtuale fruibile sia *online* che *onsite*. La chiesa di San Fortunato si colloca nella località di Pinaco Arafranca, una delle sessantanove frazioni, dislocate nel territorio del comune Amatriciano. L'edificio ecclesiastico, come l'intero ambito territoriale di Amatrice è stato fortemente danneggiato dagli eventi sismici del 24 agosto 2016 che colpirono, con una magnitudo di 6.0 della scala Richter, una vasta porzione dell'Appennino centrale, tra cui i comuni di Arquata del Tronto, Amatrice e Accumoli. Il progetto, in cui s'inserisce la presente ricerca, ha l'obiettivo di realizzare un museo a cielo aperto, un 'Giardino della Memoria', per divulgare la conoscenza della chiesa e delle complesse trasformazioni del patrimonio culturale dell'Amatriciano a seguito del sisma del 2016. Nel perseguire tale obiettivo, tramite tecniche di modellazione tridimensionale, si sono ricostruite le diverse conformazioni dell'edificio nel tempo proponendone una rappresentazione visiva oltre ad alcune ipotesi ricostruttive. Partendo dal rilievo dei ruderi esistenti, attraverso tecniche di modellazione 3D ricostruttiva – basate su analisi *in situ*, ricerche storiche e d'archivio e un costante dialogo con la comunità locale – è stato possibile visualizzare le trasformazioni della Chiesa, avviando un progetto di *digital storytelling*, permettendo l'esplorazione del bene in diversi contesti spazio-temporali.

Within the framework of the M1C3 Call for Proposals, Intervention 2.2 – Protection and valorisation of architecture and the rural landscape, *financed by the National Recovery and Resilience Plan (NRRP), the article illustrates the operational methodology used for the virtual reconstruction of the Church of San Fortunato in the Municipality of Amatrice, with the objective of transmitting the knowledge through a virtual exploration that can be used both online and on-site. The church of San Fortunato is located in the locality of Pinaco Arafranca, one of the sixty-nine hamlets, also known as 'Ville', located in the territory of the Municipality of Amatrice. The church building, like the entire territory of Amatrice, was severely damaged by the earthquake of 24 August 2016, which struck a large portion of the central Apennines, including the*

Fig. 1. Esemplificazione del processo di ricostruzione virtuale della chiesa di San Fortunato a Pinaco Arafranca, Amatrice (elaborazione degli autori).

municipalities of Norcia, Amatrice and Accumoli, with a magnitude of 6.0 on the Richter scale. The project of which this research is part aims to create an open-air museum, a 'Garden of Memory', to disseminate knowledge about the church and the complex transformations of the Amatrician cultural heritage following the seismic events of 2016. In pursuit of this objective, three-dimensional modelling techniques were used to reconstruct the different conformations of the building over the centuries, in order to propose a visual representation and some reconstructive hypotheses. Starting with a survey of the existing ruins, 3D reconstructive modelling techniques – based on in-situ analyses, historical and archival research, and a constant dialogue with the local community – have made it possible to visualise the church's transformations, initiating a digital storytelling project that allows the place to be explored in different spatial and temporal contexts.

Introduzione

L'impiego della rappresentazione digitale per la conoscenza, l'interpretazione e la divulgazione del Patrimonio Culturale, le cui prime sperimentazioni risalgono agli anni '70 (Stone, 1999), è sempre più diffusa sia in ambito scientifico che per la comunicazione indirizzata a un pubblico non di settore. Il patrimonio archeologico in particolare è stato uno dei primi campi di sperimentazione e di applicazione delle tecnologie di rilievo e rappresentazione basate su computer grafica (Clini et al., 2022). L'incremento nell'impiego di tecniche e strumenti di rilievo e rappresentazione digitale è stato supportato sia dall'abbattimento dei costi (Mezzino, 2022) che dal contestuale aumento delle prestazioni hardware e software, che hanno permesso lo sviluppo di soluzioni visive multimediali, più realistiche, immersive, interattive e flessibili come dimostrano le diverse esperienze di ricostruzione virtuale di siti archeologici come, a titolo esemplificativo, *The Flamina project*, *CIVITAS*, *Rome Reborn*, *i-MARECULTURE*, *Ipogei estruschi di Volterra in 3D*, *Inception*, *VRBUSROMA* e *VisualVersilia 3D*.
Nell'ambito di tale contesto, si presentano i primi esiti del progetto *Valorizzazione della Chiesa di San Fortunato*, vincitore del bando *M1C3, intervento 2.2 – Protezione e valorizzazione dell'architettura e del paesaggio rurale* [1], finanziato dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). Il presente contributo si focalizza sulla metodologia operativa impiegata per la ricostruzione virtuale della chiesa di San Fortunato, sita nel comune Amatrice, avente il duplice obiettivo di approfondirne e tramandarne la conoscenza attraverso un'esplorazione virtuale fruibile sia *online* che *onsite*.
Il progetto, la cui proposta è stata redatta nell'estate del 2022, ha implicato una rete di *stakeholders* eterogenei tra cui: la Diocesi di Rieti, ente proprietario del bene; la comunità di Arafranca Pinaco, comunità che insiste sull'ambito territoriale del progetto); archeologi e architetti.
Il progetto, per cui era stato richiesto un finanziamento di 150mila euro, è stato selezionato come idoneo il 13 aprile 2022, conseguendo una valutazione di 66 punti, che ha permesso di entrare in graduatoria e di usufruire dell'intero ammontare del finanziamento richiesto.
L'idea del progetto di ricostruire e trasmettere la memoria di questo edificio religioso e degli aspetti tangibili e intangibili a questo sotteso scaturisce dalla volontà di volere contrastare la distruzione fisica ed emotiva/psicologica a seguito del sisma del 24

Fig. 2. Immagini del territorio Amatriciano a seguito del sisma del 2016 (fotografie di Marzio Mozzetti).

agosto 2016 che ha distrutto oltre il 90% del patrimonio storico-artistico del territorio amatriciano (Moriconi, 2018).
Attraverso il caso studio della Chiesa di San Fortunato, di cui attualmente rimangono presenti solo alcuni resti delle sostruzioni murarie, si mostra un processo di lavoro, caratterizzato da una modellazione 3D ricostruttiva che, partendo da un rilievo di base integrato con l'analisi filologica della documentazione archeologica e delle fonti storiche, ha permesso di ottenere un modello ricostruttivo digitale della chiesa e delle sue diverse conformazioni nel tempo, scientificamente valido grazie anche alla collaborazione tra figure professionali differenti quali archeologi e architetti e un rapporto costante con la comunità locale, detentrice della memoria storica del luogo.
Il contributo è articolato in 5 sezioni. A seguito dell'Introduzione, la Sezione 2 descrive l'ambito territoriale e sociale del progetto, la Sezione 3 illustra la metodologia operativa, la Sezione 4 descrive il processo di ricostruzione virtuale attraverso tecniche di modellazione 3D e infine la Sezione 5 delinea i limiti e le opportunità dello studio condotto, prospettandone possibili future implementazioni.

Ambito territoriale e sociale del progetto

La chiesa di San Fortunato si colloca nella località di Pinaco Arafranca, una delle sessantanove frazioni, dette anche 'Ville', dislocate nel territorio del comune Amatriciano. L'edificio ecclesiastico, come l'intero ambito territoriale di Amatrice è stato fortemente danneggiato dagli eventi sismici che il 24 agosto 2016 colpirono una vasta porzione dell'Appennino centrale, tra cui i comuni di Arquata del Tronto, Amatrice e Accumoli, con una magnitudo di 6.0 della scala Richter (fig. 2).

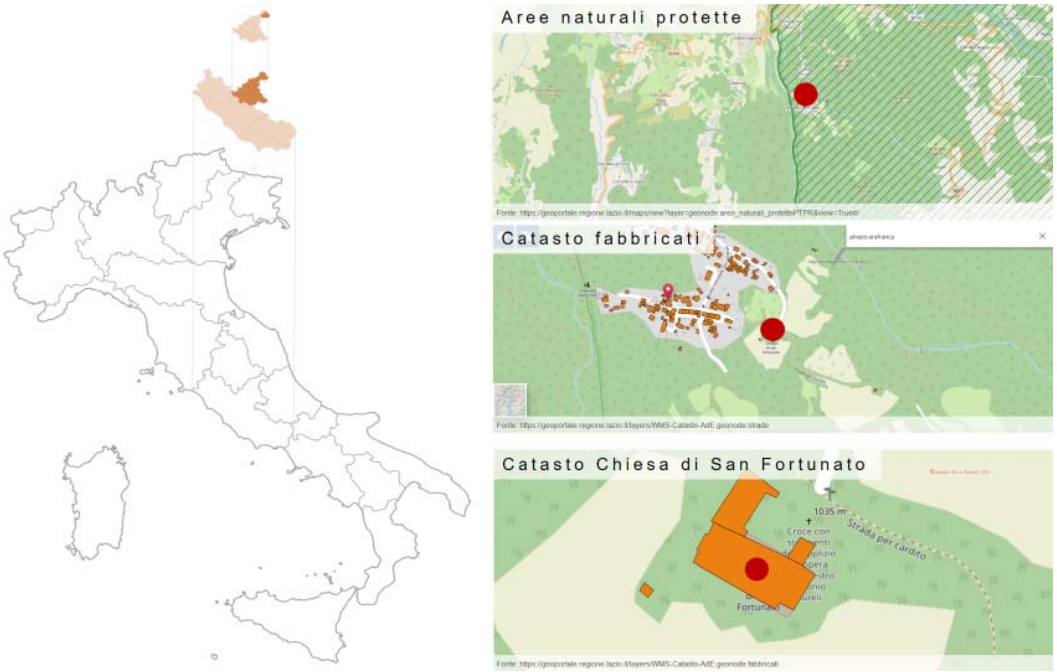


Fig. 3. Inquadramento territoriale della chiesa di San Fortunato a Pinaco Arafranca, Amatrice (elaborazione grafica degli autori).

L'edificio ecclesiastico si trova in un'area di interesse paesaggistico tutelata ai sensi dell'art. 142 del D.lgs 42/2004, vincolo parchi e riserve, nonché in Rete Natura 2000, zone a protezione speciale, coincidente con il perimetro del Parco Gran Sasso e Monti della Laga. Tale localizzazione, ai margini dell'abitato di Arafranca, in una zona verdeggiante e rigogliosa, costituirebbe una fonte di speranza e un'occasione di ritrovo: un luogo fisico dove ritrovare il senso della comunità, lacerata da un sisma epocale e da una ricostruzione difficile (Moriconi, 2018) (fig. 3).
Secondo alcuni studi condotti dallo storico locale Andrea Massimi, nel 1855 Arafranca contava 223 abitanti, scesi a 136 nel 1951, mentre Pinaco 200, anche qui scesi a 136 nel 1951 (Massimi, 1982). I registri della popolazione relativi alla seconda metà dell'Ottocento, ci restituiscono una fotografia della composizione della società del tempo, fatta per lo più da braccianti e contadini, qualche possidente, un paio di mugnai e un insegnante (Massimi, 1982). Attualmente, entrambe le frazioni, unite, contano poche decine di abitanti.

La metodologia operativa

Sebbene il progetto *Valorizzazione della Chiesa di San Fortunato*, vincitore del bando *M1C3, intervento 2.2 – Protezione e valorizzazione dell'architettura e del paesaggio rurale*, finanziato dal PNRR, non preveda la ricostruzione fisica del bene, si è definita una metodologia operativa per una fruizione del sito che permettesse di conoscere,

comprendere e tramandare l'identità delle rovine della Chiesa di San Fortunato, destinate a diventare un museo a cielo aperto. Rispetto allo stato di fatto, della Chiesa di San Fortunato si conservavano spiccati per circa un metro che consentivano di delimitare ed evidenziare il perimetro dell'edificio, che costituisce il fulcro attorno al quale gravita il progetto.
Il perimetro andrà, pertanto, a costituire una sorta di vano a cielo aperto visitabile in sicurezza, un 'Giardino della Memoria' che, grazie alle Azioni di seguito dettagliate, consentirà la creazione di uno spazio museale focalizzato sia sulla chiesa che sulle complesse vicende dei beni storico-artistici dell'Amatriciano dopo il sisma.
Tali proposte, influenzate dal pensiero di Bellini e Feilden, secondo i quali se un edificio è in abbandono, nessun restauro può restituirgli ciò che era (Feilden, 1985), ha definito un nuovo utilizzo del bene, affinché ciò che di esso rimane potesse avere un nuovo significato e un nuovo valore, conservando contestualmente la memoria del luogo e del territorio in cui s'inserisce.
Rispetto al progetto di conoscenza, si è in primis proceduto con il rilievo dello stato di fatto, reso particolarmente difficoltoso per la folta vegetazione presente e per i numerosi crolli. Le condizioni di sicurezza erano problematiche, quindi si è proceduto adoperando la necessaria prudenza, in alcuni casi con il rischio di commettere errori di precisione, corretti grazie ai dati acquisiti dopo la pulizia e la rimozione delle macerie.
La fase di lavoro successiva è consistita nella definizione di una ricostruzione storico-filologica scientificamente basata su un'ampia raccolta e analisi di dati e informazioni di differente natura, messi a sistema mediante una stringente logica gerarchica legata alla loro attendibilità. Il primo passo ha dunque riguardato l'analisi delle fonti tangibili, quali i resti ritrovati *in situ*.
Al fine di rendere rigoroso il processo di ricostruzione virtuale, in linea con la Carta di Londra del 2006 e la Carta di Siviglia del 2009 – che attraverso i suoi otto principi rende esecutiva la Carta di Londra (Brusaporci & Trizio, 2013) – si è proceduto innanzitutto rendendo disponibili tutte le fonti utilizzate, ovvero esplicitando gli strumenti tecnologici utilizzati al fine di rendere accessibile e verificabile la procedura seguita. È stato poi esplicitato il processo logico delle ipotesi ricostruttive qualora si sia dovuto operare – come per molti aspetti del caso studio in oggetto – in assenza di dati fisici.
Inoltre, quando si è trattato di formulare ipotesi, si è tentato di fornirne diverse avendo riscontrato controversie nei diversi ragionamenti ricostruttivi. Infine, per la rappresentazione delle diverse fasi cronologiche del bene, si sono proposte diverse soluzioni per rendere, al meglio, la storia ricostruttiva della Chiesa di San Fortunato.
Il lavoro preparatorio è consistito nella raccolta di dati e informazioni eterogenee: la consultazione della cartografia disponibile, una ricerca in diversi archivi – comunale, diocesano e di Stato – una raccolta di memorie e ricordi provenienti da fonti orali – acquisite tramite interviste e *focus group* – il recupero di foto storiche e comunque precedenti al sisma del 2016 – avvenuto soprattutto presso gli archivi privati della

popolazione locale. Inoltre, si è svolta – e si svolgerà fino alla fine dei lavori – una puntuale attività di documentazione fotografica con immagini scattate sia da terra che aeree, grazie all'uso di droni con riprese a 30 e a 50 m di altitudine, zenitali e oblique. Questo tipo di lavoro è utile non solo per comprendere le geometrie e il contesto, ma anche l'avanzamento dei lavori. A questo fine, inoltre, è stata posizionata una telecamera fissata a un alto albero, utile ai fini della realizzazione di un *timelaps* che mostri la trasformazione del sito in divenire dal momento dell'inizio del cantiere, con la vegetazione ancora folta al punto da nascondere quasi del tutto le strutture murarie superstiti, fino al momento della restituzione alla comunità del sito nella sua nuova veste e funzione; la telecamera ha anche una funzione di monitoraggio del sito nei periodi di pausa fungendo da deterrente nei confronti di eventuali tentativi di manomissione all'interno del cantiere. Alla luce di queste premesse, la modellazione della Chiesa e del sito su cui insiste è avvenuta utilizzando il software *Blender* dove partendo dal rilievo fotogrammetrico si è proceduti alla ricostruzione delle diverse fasi della Chiesa.

Aspetto caratterizzante della modellazione è consistito nel dichiarare quali parti dell'edificio erano *in situ* al momento della realizzazione della modellazione, quali invece sono state digitalmente ricostruite con una certa sicurezza perché ben visibili in foto, quali sono state ricostruite con minore certezza perché poco visibili, infine quali ricostruzioni digitali si sono basate sulla memoria orale di chi ha visto il sito prima della sua fase di abbandono – si tratta, tuttavia, della metà del Novecento, quindi i ricordi possono ormai essere labili, e di solito appartengono a persone piuttosto anziane – o su deduzioni derivate dall'analisi della tipologia costruttiva [2]. Quanto a quest'ultimo caso, in realtà il compito non è agevole perché il territorio è disseminato di chiese, molte delle quali edificate proprio tra la fine del Quattrocento e la prima metà del Cinquecento, come quella di nostro interesse, ma sono quasi tutte molto diverse tra loro. La Chiesa di San Fortunato, per esempio, mostra un portale laterale che è piuttosto raro da trovare altrove [3]. Inoltre, nessuna chiesa possiede quella tipologia di abside quadrata posta sul versante est che San Fortunato mostra. Insomma, un confronto tipologico resta alquanto problematico, sebbene quanto a materiali da costruzione siamo di fronte – qui come altrove – alla classica pietra arenaria più o meno squadrata di cui sono composti tutti gli edifici storici della zona.

Relativamente al campanile, l'ultimo di cui la chiesa fu dotata venne realizzato nella metà del Novecento, subito prima della fase di abbandono del sito. Si trattava di un campanile a vela di altezza notevole, composto di laterizi, realizzato in uno stile e con materiali che non si armonizzavano con l'edificio storico. Da quanto emerso nella fase di rimozione delle macerie, però, si può ritenere che il campanile originario fosse a torre, tipologia più aderente allo stile della chiesa e anche più diffusa nell'area dell'Alta Valle del Tronto, sebbene i frequenti terremoti abbiano indirizzato spesso le ricostruzioni verso una scelta diversa. Infatti, nella maggior parte dei casi gli antichi campanili a torre sono stati sostituiti da piccole vele, a volte anche fatte a L, in modo da alleggerire il peso

Fig. 4. Fonti utilizzate per la ricostruzione 3D della Chiesa di San Fortunato (fotografie degli autori).

dell'oggetto che, per sua natura, è destinato a svettare più alto del tetto della chiesa di cui è parte [4]. Queste considerazioni sono state alla base della metodologia operativa adottata per la ricostruzione virtuale della Chiesa.

Il processo di modellazione 3D

Utilizzando come base il rilievo diretto e il rilievo strumentale, utilizzando tecniche fotogrammetriche, si è proceduto alla modellazione utilizzando il software *Blender*. Per la modellazione delle parti crollate si sono utilizzate, come riferimento sia i rilievi pervenuti della chiesa prima del terremoto che le foto storiche, ipotizzando gli elementi mancanti sulla base di confronti tipologici (fig. 4) che, tuttavia, lasciano un certo margine di perplessità per le ragioni precedentemente esposte.
Il *workflow* adottato in fase di modellazione è stato il seguente:

1. La planimetria realizzata prima dell'evento sismico è stata sovrapposta alle foto zenitali del sito acquisite tramite drone, opportunamente ruotate per far collimare le evidenze (fig. 5).
2. Successivamente è incominciata la fase di costruzione del modello, importando un cubo sul quale si sono effettuate le seguenti operazioni: una volta scalato l'elemento sulle misure corrette, si è iniziato a modellarlo effettuando dei tagli con il '*loopcut*', utili a eliminare le volumetrie in eccesso, a realizzare le aperture – i tre accessi, due sulla parete nord e uno sulla parete sud – le tramezzature interne e le murature di sostegno poste sulle pareti ovest e sud; di queste ultime non c'è più traccia, ma esse sono note da una fotografia risalente alla prima metà del Novecento che è stata messa a disposizione di questo studio da una famiglia del posto (fig. 6).

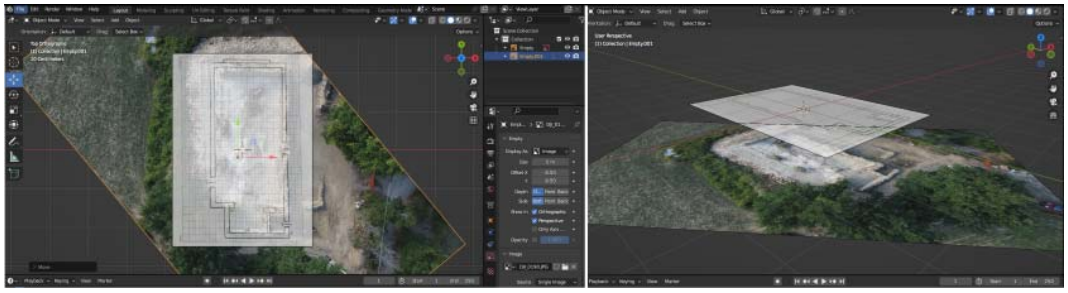


Fig. 5. Le prime fasi della modellazione dell'edificio. Software utilizzato: *Blender* (elaborazione digitale degli autori).

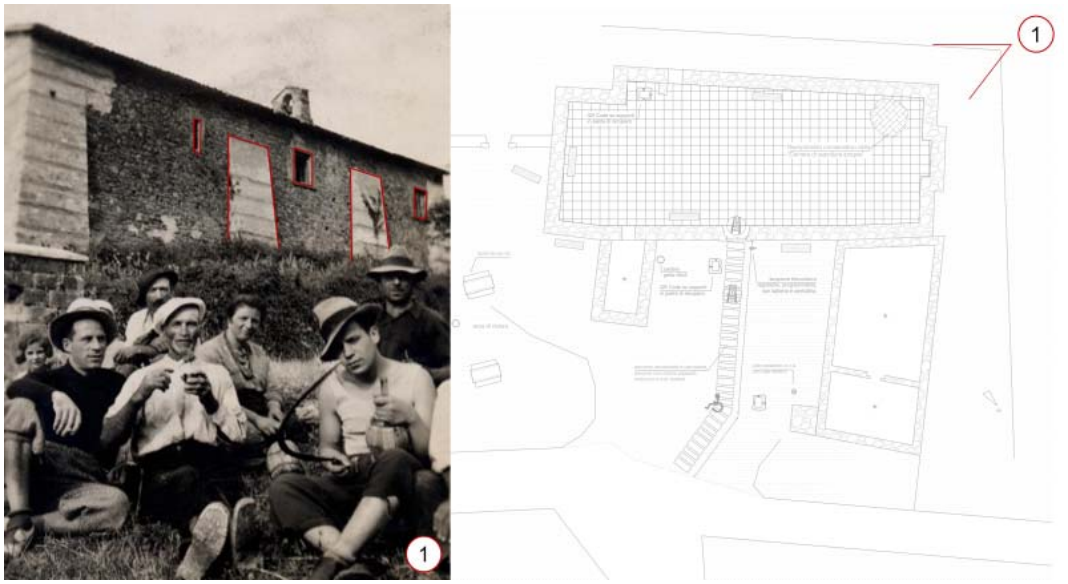


Fig. 6. L'edificio prima della fase di abbandono, vista da sud. Sono visibili i contrafforti e le tre finestre sul muro sud (fotografia dall'archivio privato di Francesco Clemente e dell'arch. Mariagrazia Fuggetta; elaborazione grafica delgi autori).

Per ricostruire gli alzati e le coperture, ci si è basati sulle fotografie risalenti a prima del sisma del 2016 (fig. 7). Proseguendo la modellazione, attraverso operazioni principalmente di estrusione si sono modellati gli alzati (fig. 8). Riguardo alla modellazione del portale, che si presenta ad arco e con delle imbotti, si è utilizzato lo strumento '*bevel*' di *Blender*, usando come base una foto del portale relativa a un'epoca precedente la sua distruzione, mentre per realizzare gli imbotti ciascuna superficie è stata estrusa utilizzando, anche in questo caso, il '*bevel*' (fig. 9). Con lo stesso sistema, si è modellato l'arco interno alla chiesa, parzialmente visibile nelle foto della figura 6. Con l'aggiunta di un nuovo cubo si è poi ricostruito il campanile a vela, estrudendo le sue pareti e usando il '*bevel*' per gli archi che costituiscono l'alloggio delle campane.
Infine, si sono ipotizzate forme e dimensioni delle coperture sia in base alle scarse informazioni deducibili dalle fotografie storiche che dalla comparazione delle tipologie

Fig. 7. Immagini della Chiesa di San Fortunato prima del Sisma del 2016 (fotografie dall'archivio privato di Francesco Clemente e dell'arch. Mariagrazia Fuggetta; elaborazione grafica degli autori).

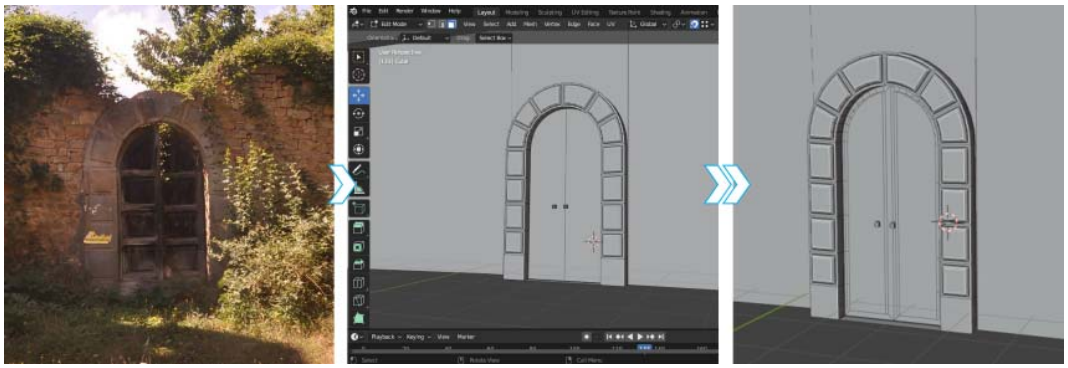


Fig. 8. Modellazione parziale del portale, non più esistente, della Chiesa di San Fortunato. Software utilizzato: *Blender* (fotografia ed elaborazione digitale degli autori).

di coperture riscontrate negli altri edifici della zona – di culto e non – che presentano tetto spiovente (fig. 10), copertura a tegole e coppi o a coppi e controcoppi; del resto, molti coppi sono stati rinvenuti durante le operazioni di rimozione delle macerie e sono stati conservati al fine di un loro riuso.

Rispetto alla torre campanaria è stata poi formulata un'ulteriore ipotesi ricostruttiva considerando come il campanile a vela sia, con alta probabilità un rifacimento novecentesco. Tale consapevolezza deriva sia dall'analisi dei materiali utilizzati – laterizi recenti e di scarsa qualità – che dallo studio dell'originaria struttura e in particolare dai rilievi sui resti della muratura. Il piccolo vano posto a nord-est della struttura, infatti, che nell'ultima fase d'uso dell'edificio prima dell'abbandono costituiva il locale di accesso al basamento del campanile a vela, doveva originariamente costituire il basamento di un campanile a torre, a base quadrata. Pertanto, si è rappresentata tale

Fig. 9. Modellazione parziale delle pareti dell'edificio, dell'arco interno, delle tramezzature, dei contrafforti e dettaglio della ricostruzione del campanile a vela. Software utilizzato: *Blender* (elaborazione digitale degli autori).

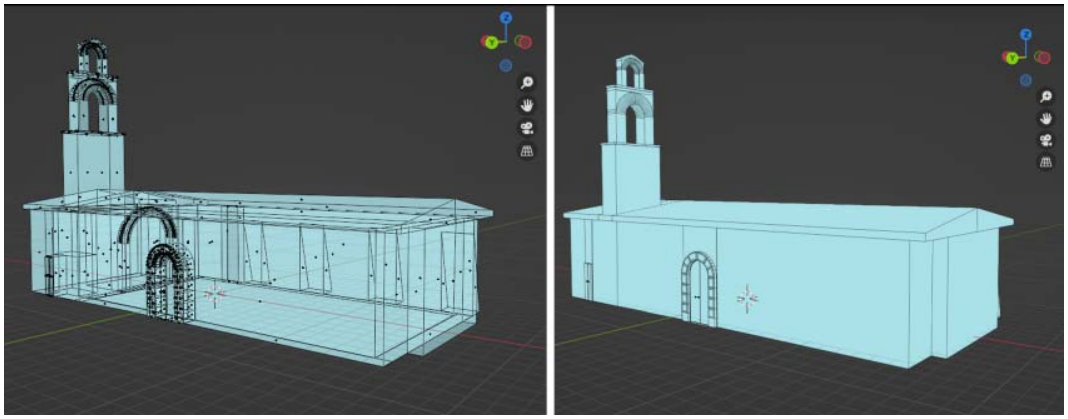


Fig. 10. Ricostruzione della copertura e delle parti crollate della Chiesa di San Fortunato. Software utilizzato: *Blender* (elaborazione digitale degli autori).

interpretazione ipotizzando l'altezza dell'originario campanile rispetto alle proporzioni con la sua base, sia attraverso uno studio della trattatistica che a seguito di un confronto con altre architetture simili nella zona.
Successivamente, sono state modellate anche le strutture adiacenti, quali la casa del parroco, proponendone un'interpretazione di come doveva presentarsi la sagrestia prima delle modifiche novecentesche.
Inoltre, si sono modellate le coperture secondo lo stile locale, cioè con coppi e controcoppi. Il processo di modellazione dei coppi ha richiesto l'utilizzo di una circonferenza, dotata di 24 vertex, che è stata poi ruotata di 90° sull'asse x, privata della

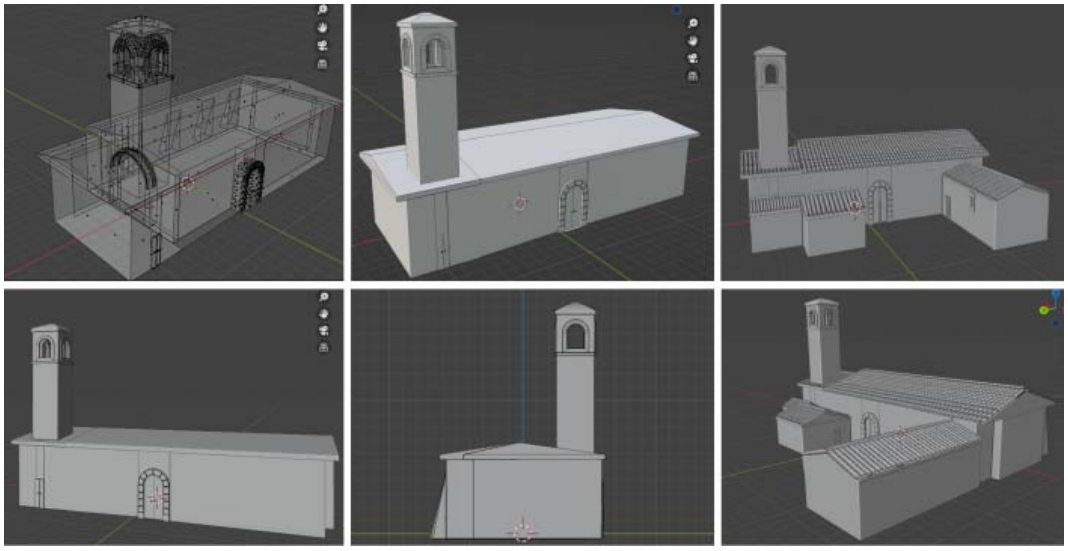


Fig. 11. Visualizzazione del processo di ricostruzione 3D della torre campanaria prima dei rifacimenti novecenteschi, comprendente le viste del modello parziale delle strutture adiacenti alla chiesa e delle coperture. Software utilizzato: *Blender* (elaborazione digitale degli autori).

metà inferiore dei vertex per poi estrudere i restanti sull'asse y. L'oggetto è stato scalato su uno dei due lati per ridurne le dimensioni, quindi si è utilizzato il modificatore '*solidify*' per aumentare lo spessore e lo '*shate smooth*' per renderlo meno spigoloso. Utilizzando il modificatore '*arrey*', poi, si è duplicato il coppo per un certo numero di volte sull'asse delle x, componendo una fila di coppi, che poi è stata duplicata usando ancora una volta l''*arrey*': agendo, questa volta, sull'asse y, mentre per la sovrapposizione dei coppi si è scelto un valore idoneo a una sovrapposizione di circa la metà del coppo stesso, valore quindi di 0.5 per l'asse z.
A questo punto, spegnendo gli '*arrey*' utilizzati per visualizzare solo il coppo originario, si è duplicato quest'ultimo – sempre usando l''*arrey*' – e ruotato di 180° sull'asse y per poi traslarlo sull'asse x per la metà e infine spostarlo verso l'alto ottenendo così il controcoppo. Infine si sono realizzate le file di controcoppi con lo stesso modifcatore, per poi sovrapporre i coppi e i controcoppi e quindi posizionarli sulle coperture (fig. 11). Come epoca di riferimento per queste due ultime lavorazioni si è scelta quella antecedente alle superfetazioni novecentesche. Le ragioni di questa scelta sono diverse: prima di tutto, il campanile a torre è più idoneo alla tipologia dell'edificio di culto. Inoltre, sussiste un discorso di coerenza: l'epoca a cui appartiene la torre campanaria è quella in cui erano ancora in elevato le strutture che sono state modellate. A questo proposito, tuttavia, va detto che mentre per la casa del parroco vi sono evidenze sul terreno, per la sagrestia queste sono parziali e si riferiscono solo alle due porzioni murarie rinvenute [5]. Altri elementi che vanno considerati come interpretazione personale sono le coperture degli edifici adiacenti la chiesa: se per quest'ultima, infatti, si hanno elementi per asserire che era composta di coppi e controcoppi e che le falde erano

orientate nord-sud, nulla si sa circa le altre strutture, delle quali non si posseggono fotografie e documenti e delle quali non esiste memoria orale. L'ipotesi, tuttavia, che si trattasse anche qui di coperture a coppi e controcoppi è piuttosto certa e deriva dal fatto che tutte le coperture del territorio sono state realizzate per secoli in questo modo. L'inclinazione delle falde, invece, è frutto solo di un'interpretazione personale.
La scelta finale, tenuto conto dell'obiettivo generale del progetto, è stata quella di presentare le diverse trasformazioni della Chiesa, includendo alcune ipotesi ricostruttive ed esaltando le parti ricostruite rispetto ai pochi elementi originali rinvenuti, catalogati e conservati *in situ*.

Conclusioni

L'apporto del progetto proposto risiede nella necessità impellente di dotare la comunità di Pinaco Arafranca di un luogo di incontro e di socialità, che la frazione non possiede più. Nel perseguire tali obiettivi, si sono testate tecniche e strumenti di rappresentazione digitale che hanno permesso di ampliare e perpetuare la conoscenza del bene e di divulgarla attraverso rappresentazioni digitali fruibili sia *onsite* che *online*. La volontà di sviluppare una fruizione anche *online* è legata al voler incentivare la visita e l'esplorazione del sito, riportando nuova vita e favorendo la frequentazione, anche turistica, del sito.
A seguito della finalizzazione del progetto, possibili ulteriori sviluppi riguarderanno:

- la replicabilità della metodologia operativa del progetto per altri edifici di culto del territorio amatriciano e dell'intero cratere sismico, distrutti dal terremoto e che possono fungere da nuovo polo aggregatore e di rigenerazione culturale, ma anche economica-turistica;
- la creazione di un *Digital Twin* (DT) per supportare e catalogare gli avanzamenti delle ricerche e delle indagini archeologiche;
- implementare l'interattività del modello virtuale ponendo particolare attenzione alla definizione dei rapporti contenuti/geometria attraverso lo studio della prossemica digitale (Banfi, 2023).

Con particolare riferimento al punto 1, a seguito di una fase di *tuning*, il progetto auspica un suo sviluppo scalare [6], considerando come moltissimi erano i luoghi di culto che punteggiavano le 69 frazioni di Amatrice – chiamata infatti 'La Città delle cento chiese' – oggi tutti inagibili, ma raggiunti con frequenza da turisti, camminatori ed escursionisti.

Note

[1] L'Avviso era rivolto a persone fisiche o giuridiche tra cui imprese, fondazioni, cooperative, associazioni e organizzazioni culturali, Enti del Terzo Settore ed Enti ecclesiastici. Le tipologie di bene ammissibili includevano: edifici rurali, elementi della cultura, religiosa e della tradizione locale e aree esterne di pertinenza; le tipologie di intervento ammesse erano: risanamento conservativo e recupero funzionale,

manutenzione del paesaggio rurale, miglioramento sismico e/o efficienza energetica e/o abbattimento delle barriere architettoniche e l'allestimento di spazi da destinare a piccoli servizi per la fruizione in cui rientra il progetto per la chiesa di San Fortunato.

[2] Come suggeriscono le norme – sebbene si tratti di *soft law* – sarà utile mappare con diversi colori i differenti livelli di affidabilità del modello 3D, quale garanzia di trasparenza del dato.

[3] Nel medesimo ambito territoriale solamente un'altra chiesa, quella di Santa Maria della Torre a Villa San Cipriano di Amatrice, possiede un portale laterale, ma è conformata in maniera completamente diversa, con una geometria che non ha nulla a che vedere con quella di San Fortunato e con un ingresso rialzato da diversi gradini posti a colmare una quota che dal vicolo del centro storico scende di qualche metro verso la piazzetta antistante l'edificio di culto.

[4] È il caso, ad esempio, della chiesa di San Francesco, posta ai margini occidentali dell'insediamento di Amatrice: il campanile, originariamente a torre, è stato poi privato di due delle quattro pareti – che sono state sostituite da pannelli lignei, più leggeri – e infine sostituito del tutto con una vela. In alcuni casi, invece, le strutture sembra siano nate già con una tipologia di campanile più snello, come nel caso del Santuario della Madonna di Filetta a Rocchetta di Amatrice che presenta una struttura a L, o nel caso della chiesa di Sant'Antonio Abate a Cornillo Nuovo, dotata di un campanile a vela (Moriconi, 2020; Massimi, 1982).

[5] Nulla è ancora certo per le altre che sono state modellate, perciò queste parti della struttura dovranno intendersi come una personale elaborazione degli autori. Ulteriori eventuali conferme giungeranno quando si saranno effettuate le ulteriori operazioni di scavo archeologico previste.

[6] Attualmente, gli autori si trovano impegnati nella realizzazione di tale proposta.

Crediti

Nonostante la metodologia e i risultati siano condivisi dagli autori, Davide Mezzino ha scritto: 'Introduzione', 'La metodologia operativa', 'Il processo di modellazione 3D'; Emma Moriconi ha scritto: 'Abstract', ' Ambito territoriale e sociale del progetto', ' Conclusioni'. Le immagini aeree sono da attribuirsi a Marzio Mozzetti.

Ringraziamenti

Si ringraziano: l'arch. Mariagrazia Fuggetta, Mons. Vito Piccinonna, vescovo di Rieti, Mons. Domenico Pompili già vescovo di Rieti e ora vescovo di Verona, don Savino D'Amelio superiore generale della Famiglia dei Discepoli di padre Giovanni Minozzi, l'ing. Pierluigi Pietrolucci ingegnere capo della diocesi di Rieti, Armando Mariani presidente dell'Associazione Pinaco Arafranca, Paolo Di Giammarino e la famiglia Rinaldi per la custodia dei reperti rinvenuti, Francesco Clemente e la famiglia Carosi per la condivisione delle fotografie del suo archivio privato, don Ferruccio Bellegante rappresentante legale della parrocchia di Sant'Agostino di Amatrice, Marzio Mozzetti per le immagini da drone e da terra, tutta la comunità di Pinaco Arafranca.

Riferimenti bibliografici

Banfi, F. (2023). *Virtual Heritage: dalla modellazione 3D all'HBIM e realtà estesa*. Maggioli Editore.

Brusaporci, S., & Trizio, I. (2013). La 'Carta di Londra' e il patrimonio architettonico: riflessioni circa una possibile implementazione. S*CIRES-IT - SCIentific RESearch and Information Technology, 3* (2), 55-68. DOI: 10.2423/i22394303v3n2p55

Clini, P. Angeloni, R., D'Alessio, M., Perna, R., & Sforzini, D. (2022). La digitalizzazione per la documentazione, lo studio e la fruizione di un sito archeologico. La VR experience del teatro di Ricina. *Archeologia e Calcolatori, 33* (1), 279-296. DOI: 10.19282/ac.33.1.2022.15

Feilden, B. M. (1985). Architectural and Urban Conservation: A Review of the State of the Art. *The Town Planning Review, 56* (2), 197-221.

Mezzino, D. (2022). *Digital documentation workflows for cultural heritage knowledge. Integrated survey strategies for the UNESCO site of Bagan*. Aracne.

Massimi, A. (1982). *Itinerari amatriciani 'La Regina'.* Settimo Sigillo-Europa Lib. Ed.

Moriconi, E. (2018). *Amatrice. Dolce amara terra mia*. Minerva Edizioni.

Moriconi, E. (2020). *La storia di Amatrice*. Typimedia.

Stone R. J. (1999). Virtual Heritage. *UNESCO's World Heritage Magazine, November 1999*, 18-20.

Documentazione digitale per la diffusione del patrimonio. Le torri di difesa del litorale Valenciano.

Pablo Rodríguez-Navarro[1], Teresa Gil-Piqueras[1], Andrea Ruggieri[1]

[1] Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica, Universitat Politecnica de Valencia

rodriguez@upv.es; tgil@ega.upv.es; aruggie1@ega.upv.es

Parole chiave: Rilievo digitale; Patrimonio inaccessibile; Torri di difesa; Regno di Valencia / *Digital survey*; *Inaccessible heritage*; *Defence towers*; *Kingdom of Valencia*.

Abstract

Il mare che gli antichi romani chiamavano *mare nostrum* e che oggi chiamiamo Mediterraneo, è l'affaccio comune intorno al quale si sono sviluppate e mutuamente influenzate popolazioni, lingue, usi e costumi, luogo d'incontro e territorio conteso lungo l'arco dei secoli. Di tali contese restano le vestigia di quelli che furono i sistemi di difesa come patrimonio puntuale diffuso sulle coste, ormai elemento caratterizzante del paesaggio, spesso e volentieri abbandonato e inaccessibile.
Nello specifico, la costa mediterranea spagnola presenta una suggestiva sequenza di torri di difesa risalenti al XVI secolo, momento in cui sorse il bisogno di protezione dai continui attacchi di pirati e corsari alla popolazione civile. Quando Felipe II ascese al trono di Spagna, nel 1557, intraprese un ambizioso progetto di costruzione di una rete di elementi di difesa della costa del Regno di Valencia che includevano torri di avvistamento, fortezze e mura; l'ingegnere militare Giovanni Battista Antonelli fu incaricato della realizzazione.
In questo contesto, il TOVIVA *project* (*Torres de Vigía y defensa del litoral Valenciano*) si è proposto, a partire dal caso di studio costituito dal sistema delle torri di difesa del litorale valenciano, di costruire una rete virtuale utilizzando strumenti digitali in cui le torri si fanno mezzo di divulgazione e ponte tra il patrimonio di un territorio e la propria storia. In concreto, sono state sviluppate metodologie digitali per la documentazione grafica delle torri costiere, includendo nel processo la generazione di metadata collegati ai modelli tridimensionali costruiti. Tenendo anche in conto le istanze relative allo stato di abbandono di gran parte di tale patrimonio, insieme alla difficile o impossibile accessibilità, nell'ambito delle attività del progetto è stato strutturato un catalogo multimediale di modelli tridimensionali fotorealistici che includono la localizzazione geografica del singolo modello, resi universalmente fruibili attraverso la condivisione sulla piattaforma *Sketchfab*. Il catalogo è liberamente consultabile e costituisce quindi una soluzione di diffusione tanto per addetti ai lavori quanto per pubblico generale, rendendo esplorabile e accessibile una tipologia di patrimonio architettonico profondamente caratterizzante del territorio.

The sea, called mare nostrum *by the ancient Romans and nowadays known as the Mediterranean, is the common shore around which people, languages, customs and habits grew and mutually influenced each other, a common meeting place and a disputed territory over the centuries. From these disputes remain the traces of the former defensive systems as a punctual heritage spread along the coasts, today a characteristic element of the landscape, many times abandoned and inaccessible.*
In particular, Spain's Mediterranean coastline features a stunning sequence of defence towers dating back to the 16th century, when it became necessary to protect the civilian population from constant attacks by pirates

Fig. 1. Torre Colomera, Oropesa del Mar, Castellón (fotografia di P. Rodríguez-Navarro).

and corsairs. When Felipe II ascended the Spanish throne in 1557, he began an ambitious project aimed at constructing a defence network along the coast of the Kingdom of Valencia that included watchtowers, fortresses and walls; the military engineer Giovanni Battista Antonelli was entrusted with the task.
*In this framework, the TOVIVA project (*Torres de Vigía y defensa del litoral Valenciano*) proposed, starting from the case study of the defence tower system along the Valencian coast, to build a virtual network using digital tools where the towers act as a medium of dissemination and a bridge between the heritage of a territory and its history. Specifically, digital methodologies were developed for the graphic documentation of the coastal towers, including in the process the generation of metadata linked to the three-dimensional models produced. Also taking into account the issues related to the abandoned state of a large part of this heritage, as well as the difficult or impossible accessibility, a multimedia catalogue of photorealistic three-dimensional models was structured and, after having included the geographical location of each model, made publicly available by sharing on* Sketchfab *platform. The catalogue is freely explorable and thus provides a dissemination solution for both professionals and the general public, making accessible and explorable a profoundly characterising type of architectural heritage of the territory.*

Contesto storico-territoriale

La conquista di Costantinopoli nel 1453 da parte del Sultano Mehmed II segna l'inizio della lotta per il controllo della costa mediterranea; aumentarono gli attacchi di pirateria fino ad arrivare alla presa di Algeri nel 1516 da parte di Arij Barbarossa (García Mas & Martínez-Medina, 2015). È in questo contesto che vediamo come il XVI secolo sia stato un periodo di confluenza mai visto fino ad allora lungo la costa Valenciana; tale situazione socio-politica, insieme agli sviluppi tecnologici dell'epoca portarono alla nascita di un sistema di architettura militare estremamente articolato.
A livello normativo locale sappiamo che fino alla seconda metà del XVI secolo il Regno di Valencia non si dotò di un sistema organizzato di vigilanza e difesa della costa. A proposito furono promulgate nel 1554 da parte del viceré di Valencia, Bernardino de Cárdenas y Pacheco, Duca di Maqueda, le *Ordenanzas de la Guardia Marítima del Reino de Valencia*, che sarebbero poi state rinnovare nel 1673 da parte di Vespasiano Manrique Gonzaga, luogotenente e capitano generale del Regno di Valencia (Requena, 1998).
Nel 1557 Filippo II ascende al trono e dà inizio a un ambizioso progetto – già tracciato dal Duca di Maqueda – che consisteva nella costruzione di una rete di torri di avvistamento, fortezze e mura di difesa a protezione della costa. Giovanni Battista Antonelli 'il vecchio' fu incaricato della realizzazione di questo ambizioso progetto, che fu successivamente seguito da altri membri della sua stessa famiglia. La sua idea di rete difensiva si fonda su un'idea di territorio visto come grande città da fortificare e *hacer frontera* – fare da confine – al nemico, disponendo una rete di avamposti come fossero baluardi di una cinta muraria, così da creare una rete impenetrabile di avvistamento e difesa (Bettini, 2016) (fig. 2).

Il progetto TOVIVA

Il progetto TOVIVA, *TOrres de VIgía y defensa del litoral VAlenciano* (Ref. HAR2013-41859-P) inizia nel 2013 con la concessione della sovvenzione del Ministero

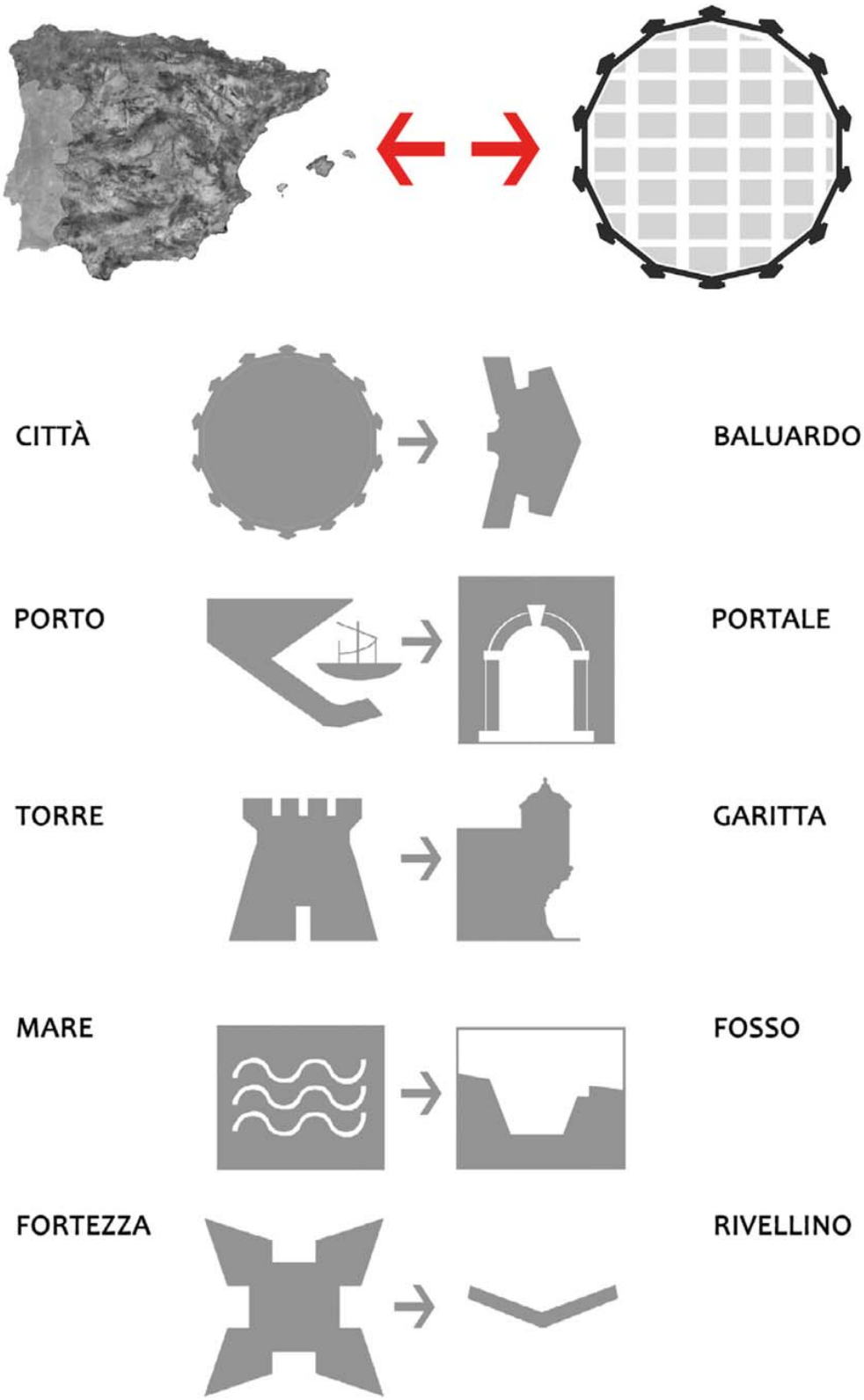


Fig. 2. Concetto della fortificazione globale come espresso dagli scritti di Antonelli (Bettini, 2016).

Fig. 3. Torre de Ebri, Alcalá de Xivert, Castellón (fotografía di P. Rodríguez-Navarro).

dell'Economia e Competitività del Governo di Spagna, e forma parte delle attività del gruppo LevARQ dell'Università Politecnica di Valencia, diretto dai professori Pablo Rodríguez-Navarro e Teresa Gil-Piqueras, specializzato nel campo dell'analisi e documentazione del patrimonio architettonico e archeologico attraverso l'applicazione delle ultime tecnologie per il rilevamento architettonico digitale. L'obiettivo del progetto è la rappresentazione e documentazione delle torri di difesa del litorale valenciano. Lungo il periodo di ricerca hanno collaborato ricercatori e istituzioni di ambito nazionale e internazionale, e di fatto fanno parte del gruppo di ricerca membri del Dipartimento di Architettura (DIDA) dell'Università degli Studi di Firenze. Direttamente dal progetto, nel 2015 nasce il congresso FORTMED, focalizzato sullo studio e diffusione delle fortificazioni del Mediterraneo, di cui si celebrerà la settima edizione nell'aprile 2024 presso l'Università Politecnica di Tirana, in Albania; le edizioni precedenti si sono tenute a Valencia, Firenze, Alicante, Torino, Granada e Pisa.

Il rilievo digitale integrato

L'obiettivo primario del progetto TOVIVA è stato l'elaborazione di metodologie per la documentazione digitale delle architetture difensive costiere, e risulta fondamentale la generazione di *metadata* da collegare ai modelli tridimensionali, rendendo più immediata l'interpretazione e la diffusione. Il progetto propone l'utilizzo di tecniche digitali avanzate impiegando metodologie flessibili in un quadro di rilievo digitale

Fig. 4. Drone con *gymball* che integra la fotocamera esterna (fotografia degli autori).

integrato (Guidi et al., 2010), con l'intenzione di semplificare i processi e ottimizzare risorse mantenendo in ogni caso la massima affidabilità e qualità dei risultati ottenuti.
La prima ispezione viene effettuata dopo aver ottenuto una prima serie di dati di base relativi alla localizzazione, alle condizioni di accesso alla torre, cartografie dell'area, informazioni relative alla proprietà, pubblica o privata; anteriormente alla presa di dati, vengono elaborati degli eidotipi e viene effettuata una prima campagna fotografica del contesto da terra e da drone (fig. 3), avendo cura di raccogliere i già menzionati *metadata* sia sotto forma di annotazioni che di dato EXIF in uscita dalla macchina fotografica. Viene compilata una scheda specifica della struttura che raccolga sistematicamente le seguenti informazioni:

- Localizzazione: in piano o montagna / Al di fuori o all'interno di un'area urbanizzata / Visibile/accessibile o meno lungo la totalità del perimetro;
- Forma: poligonale / cilindrica / troncoconica / prismatica;
- Dimensioni: altezza / numero di piani / numero di stanze per piano;
- Scale: dimensione / forma;
- Copertura: accessibile o meno;
- Presenza o meno di oggetti mobili all'interno;
- Presenza o meno di costruzioni annesse;
- Presenza o meno di alberi e/o vegetazione invasiva.

La presa di dati viene effettuata utilizzando tecniche di fotogrammetria terrestre e aerea, grazie anche all'utilizzo di un drone che permetta il montaggio diretto dello stesso sensore utilizzato da terra – per mezzo di un sistema inerziale tipo *gymball* – così da ottenere una più immediata integrazione del dato terrestre con quello aereo (fig. 4) (De Luca, 2011; Remondino, 2011; Carnevali et al., 2018; Russo et al., 2019; Rodriguez-Navarro et al., 2023).
In presenza di strutture di maggior complessità e articolazione spaziale interna si rende necessario anche l'utilizzo di tecnologie di laser scanner terrestre integrando metodologie topografiche che vadano di nuovo ad assicurare la più semplice integrazione tra i diversi dati e le diverse metodologie.

Fig. 5. Modello tridimensionale fotorealistico della Torre de Ebri, Alcalá de Xivert, Castellón (elaborazione degli autori).

Modelli per la diffusione: il catalogo multimediale

A valle del processo di elaborazione dei dati del rilevamento integrato sono stati ottenuti modelli tridimensionali fotorealistici dei singoli casi di studio (fig. 5), includendo la totalità dei dati accumulati e la localizzazione geografica, così da soddisfare l'istanza di diffusione del patrimonio documentato (ICOSMOS, 2008). In tal senso si è presentata l'opportunità di aumentare la visibilità di questo patrimonio sparso lungo la costa Valenciana, fornendo dati al pubblico fruibili grazie a piattaforme che possano rendere visualizzabili i modelli con immediatezza nel proprio smartphone. È così che è stato strutturato un catalogo di modelli sulla piattaforma *Sketchfab*, aperto al pubblico per l'immediata fruizione – https://skfb.ly/oJYrn (fig. 6) – in cui sono stati incorporati i metadata come elementi puntuali a chiamata nei singoli modelli. Il sistema si presta a essere utilizzato tanto dall'utente a distanza quanto da quello sul posto, che così può ampliare la propria visione e conoscenza dal singolo artefatto all'insieme, avendo modo di approfondire anche la storia della singola torre e del sistema di fortificazione di cui questa fa parte.

Un caso di studio: il faro del Cabo di Santa Pola, Alicante.

Si presenta in questo paragrafo la descrizione di uno dei casi di studio che sono andati a comporre il catalogo multimediale: il faro del Cabo di Santa Pola, Alicante.

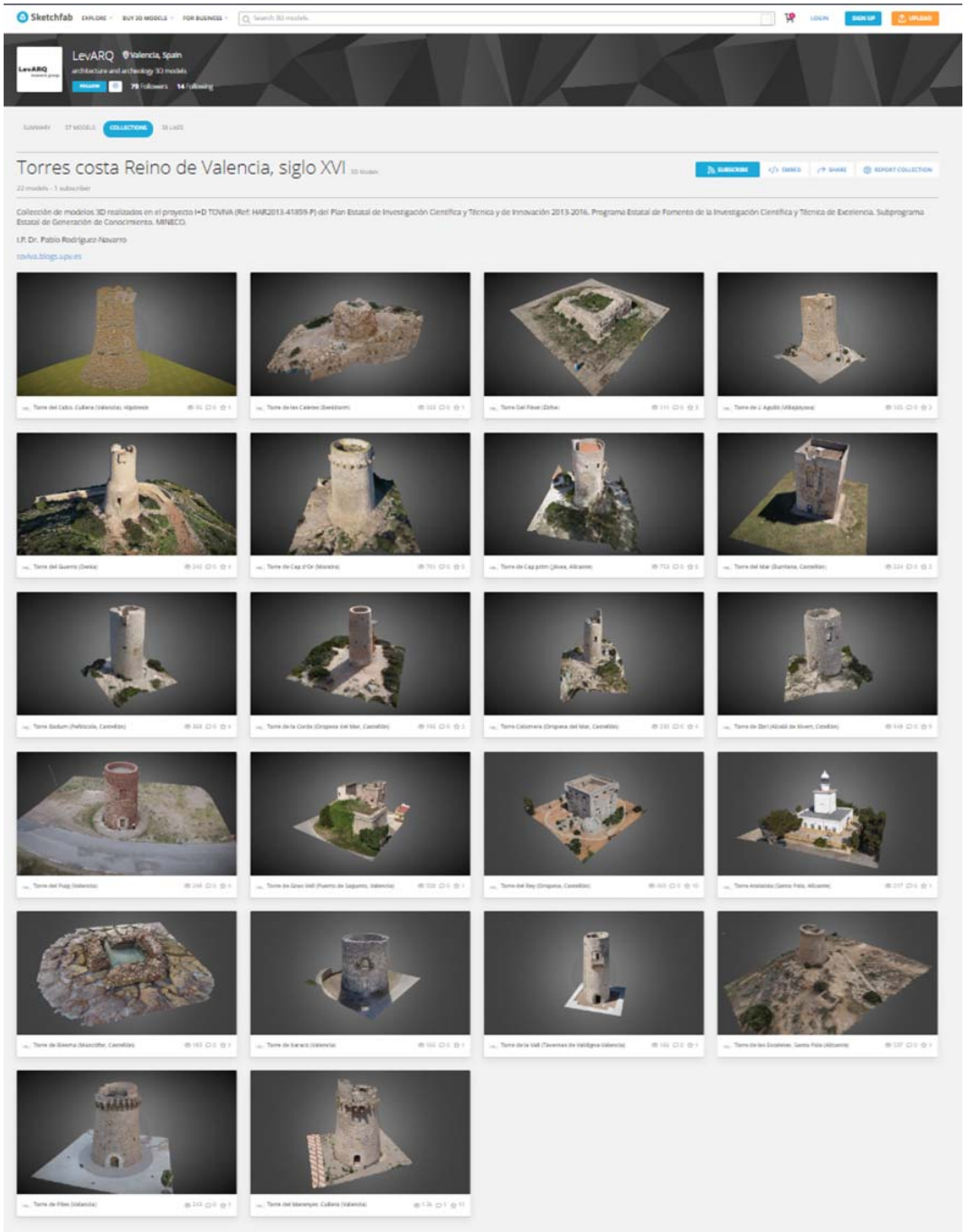


Fig. 6. Catalogo multimediale dei modelli (elaborazione degli autori).

Le fonti storiche (Plinius Secundus, 1489) citano nel descrivere l'attuale costa alicantina una torre chiamata 'del Atalayon', localizzata nella punta del Cabo de Aljibe. Non è certo il dato per cui la torre che è giunta fino a noi sia la stessa descritta da Plinio, ma troviamo nella cartografia del basso medioevo come in quella precedente alla

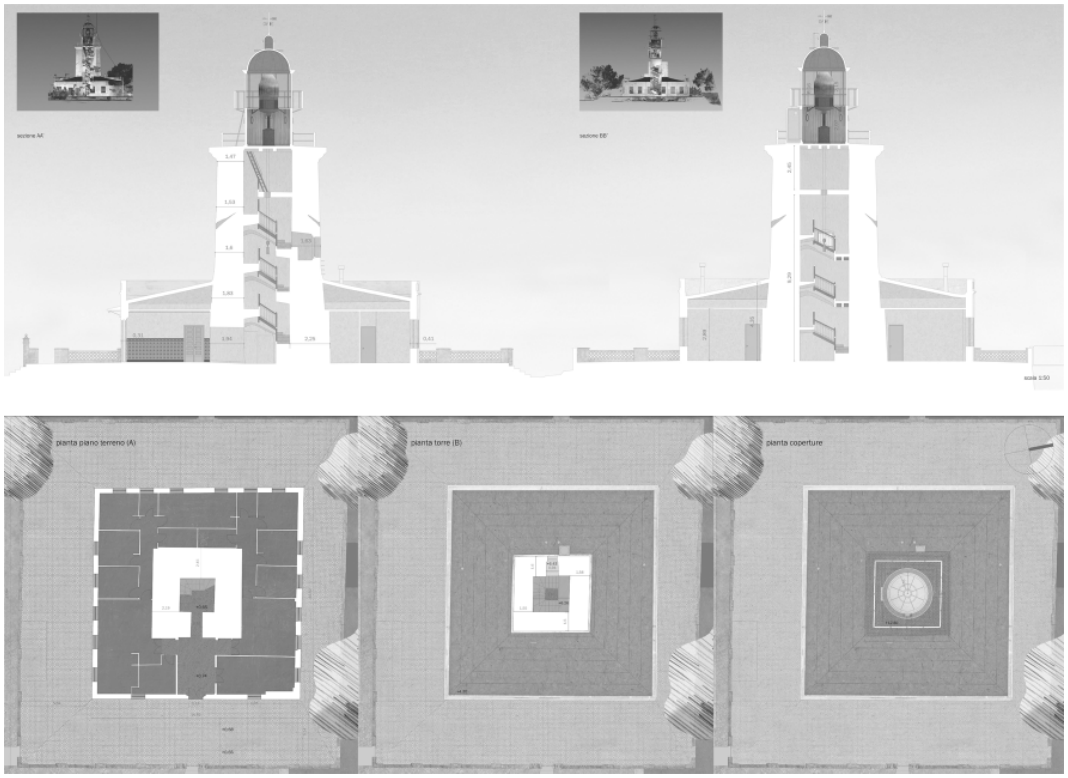


Fig. 7. Documentazione restitutiva del Faro del Cabo di Santa Pola (Bettini, 2016).

riconversione in faro – agli inizi del XIX secolo – una torre indicata come Atalayola – da *atalaya* che si traduce come 'vedetta'. Di questa torre esistevano già rilievi sommari, dovuti alla serie di modificazioni apportate a partire dal secolo scorso; tuttavia, risultava mancante uno studio della torre prima della sua riconversione in faro. Per tale ragione, il lavoro di rilievo si è focalizzato sul mettere in evidenza le caratteristiche della torre di vigilanza.

La fase di acquisizione dati è stata realizzata con tecnica TLS e con tecnica fotogrammetrica aerea e da terra, restituita in SfM. A partire dalla nuvola di punti risultato dell'integrazione delle tre tipologie di dato, è stata effettuata una restituzione critica, producendo documentazione in termini di piante, prospetti e sezioni dell'oggetto caso di studio (fig.7). Come pianificato, il rilievo si è rivelato utile nel far riemergere le caratteristiche dell'antica torre di Atalayola.

Conclusioni e prospettive future

Il progetto TOVIVA si è proposto, a partire dal caso di studio costituito dal sistema delle torri di difesa del litorale valenciano, di costruire una rete virtuale utilizzando strumenti digitali in cui le torri si fanno mezzo di divulgazione e ponte tra il patrimonio di un territorio e la propria storia. Sono state sviluppate metodologie digitali per la

documentazione grafica delle torri costiere, includendo nel processo la generazione di metadata collegati ai modelli tridimensionali costruiti (Rodríguez-Navarro et al., 2015; Verdiani et al., 2016; Rodríguez-Navarro & Gil-Piqueras, 2019). Per l'implementazione e la diffusione del catalogo multimediale risulta fondamentale il momento in cui si tengono in conto le questioni in essere relativamente allo stato di abbandono insieme alle difficili o impossibili condizioni di accessibilità di gran parte di tale patrimonio. È così che l'importante mole di documentazione digitale messa a disposizione costituisce una soluzione di diffusione tanto per addetti ai lavori quanto per il pubblico generale, rendendo immediatamente esplorabile e accessibile una tipologia di patrimonio architettonico profondamente caratterizzante il territorio.
Lo stesso gruppo di ricerca LevARQ è correntemente al lavoro su un progetto di rilevante interesse nazionale intitolato *Integral 3D graphical survey of heritage. Optimisation of workflows and proposal of standards. 3D4HERITAGE – R+D+i Retos 2020. Ref. PID2020-119469RB-I00*. Ministry of Science and Innovation. Spanish Government – in cui ci si propone di definire degli standard relativi al rilevamento digitale integrato, che siano utili per la scelta delle strumentazioni e dei flussi di lavoro necessari a raggiungere una certa definizione di sviluppo dei modelli bidimensionali e tridimensionali (Gil-Piqueras & Rodríguez-Navarro, 2023).

Crediti

Questo contributo forma parte del progetto *R+D+i PID2020-119469RB-I00*, finanziato dal Ministero di Scienza e Innovazione e dall'Agenzia Statale di Ricerca del Governo di Spagna.

Riferimenti bibliografici

Bettini, D. (2016). TOVIVA PROJECT: TORRE DE ESCALETES [Tesi di dottorato, tutor G. Verdiani, Università degli Studi di Firenze].

Carnevali, L., Ippoliti, E., Lanfranchi, F., Menconero, S., Russo, M., & Russo, V. (2018). Close-range MINI-UAVS photogrammetry for architecture survey. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences – ISPRS Archives, 42*(2), 217-224. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-217-2018

De Luca, L. (2011). Verso la caratterizzazione semantica di rappresentazioni digitali di artefatti architettonici: linee programmatiche di ricerca. *DisegnareCon, 4*(8), 99-106. DOI: 10.6092/issn.1828-5961/2574

García Mas, A., & Martínez-Medina, A. (2015). La frontera marítima fortificada: de la vigilancia a la señalización (XVI-XIX). In P. Rodríguez-Navarro (Ed.), *Defensive Architecture of the Mediterranean. XV to XVIII centuries: Vol. I* (pp. 61-68). Editorial Universitat Politècnica de València. DOI: 10.4995/FORTMED2015.2015.1670

Gil-Piqueras, T., & Rodríguez-Navarro, P. (2023). Reflections on workflow and standards for the graphic survey of architectural and archaeological heritage. *DisegnareCon, 16*(30), ED.1-ED.9. DOI: 10.20365/disegnarecon.30.2023.ed

Gudi, G., Russo, M., & Beraldin, J. (2010). *Acquisizione 3D e modellazione poligonale*. Mc-Graw-Hill.

ICOMOS (2008). The Icomos Charter For The Interpretation And Presentation Of Cultural Heritage Sites <http://www.icomositalia.com/_files/ugd/57365b_4ab285a463404c0c8af194ae65fc9f4d.pdf> (ultimo accesso 4 aprile 2023).

Plinius Secundus, G. (1489). *Historia Naturalis*. Bartolomeo Zani.

Remondino, F. (2011). Heritage recording and 3D modeling with photogrammetry and 3D scanning. *Remote Sensing, 3*(6), 1104-1138. DOI: 10.3390/rs3061104

Requena, F. (1998). *Estudio sobre las Ordenanzas del Duque de Maqueda y del Conde de Paredes (siglos XVI y XVII)*. PHACE.

Rodríguez-Navarro, P., Gil-Piqueras, T., Ruggieri, A. (2023). Levantamiento gráfico integral para el análisis de la Fortaleza de Santa Ana en Oliva (Valencia). In M. G. Bevilacqua, D. Ulivieri (Eds.), *Defensive Architecture of the Mediterranean, Vol. XV. Proceedings of the International Conference on Fortifications of the Mediterranean Coast FORTMED 2023* (pp. 1131-1138). Pisa University Press, edUP.

Rodríguez-Navarro, P., & Gil-Piqueras, T. (2019). Interpretation of the Kingdom of Valencias coastal defence system from the 16th to 18th centuries through historical cartography. *DisegnareCon, 22*(12), 19.1-19.20.

Rodríguez-Navarro, P., Juan-Vidal, F., Gil-Piqueras, T.; Lillo Giner, S. (2015). TOVIVA PROJECT_ Torres de vigía y defensa del litoral valenciano. Generación de metadatos y modelos 3D para su interpretación y efectiva puesta en valor. In Teresa G. Piqueras (Ed.), T*ecnología e Investigación en Edificación* (pp. 169-172). ETS Ingeniería Edificación.

Verdiani, G.; Rodríguez-Navarro, P.; Gil-Piqueras, T. (2016). TOVIVA Project: documenting the Spanish defense towers along the valencian coast with a comprehensive digital methodology. In V. Cappellini, e Del Re (Eds.), *Electronic Imaging & the Visual Arts: EVA 2016 Florence* (pp. 102-107). Firenze University Press.

Russo, M., Carnevali, L., Russo, V., Savastano, D., & Taddia, Y. (2019). Modeling and deterioration mapping of façades in historical urban context by close-range ultra-lightweight UAVs photogrammetry. *International Journal of Architectural Heritage, 13*(4), 549-568. DOI: 10.1080/15583058.2018.1440030

PVBLICA

© PUBLICA, Alghero, 2024
ebook ISBN 978 88 99586 49 2
Pubblicazione e stampa Dicembre 2024

eXploЯA è un progetto culturale volto a promuovere opportunità di interazione trasversali e ad indagare i diversi aspetti legati alle discipline della Rappresentazione e del Disegno, con un focus sulla realtà estesa (XR). Il progetto intende contribuire alla conoscenza del patrimonio culturale, in particolare di progetti architettonici mai realizzati, distrutti o di limitata accessibilità, facilitando la condivisione di ricostruzioni digitali, rilievi e modelli.
Il volume espone i risultati della call e della Giornata di Studi internazionale svoltasi a Roma il 15 marzo 2024, organizzata nell'ambito del premio UID Vito Cardone 2023.

eXploЯA is a cultural project aimed at promoting transversal interaction opportunities, and at investigating the different aspects related to the disciplines of Representation and Drawing, with a focus on extended reality (XR). The project aims in particular to contribute to the knowledge of cultural heritage, in particular of architectural projects that have never been built, destroyed or of limited accessibility, facilitating the sharing of digital reconstructions, surveys and models.
The volume presents the results of the call and the International Study Day held in Rome on March 15, 2024, organized as part of the UID Vito Cardone 2023 award.

© PUBLICA, Alghero, 2024
ebook ISBN 978 88 99586 49 2