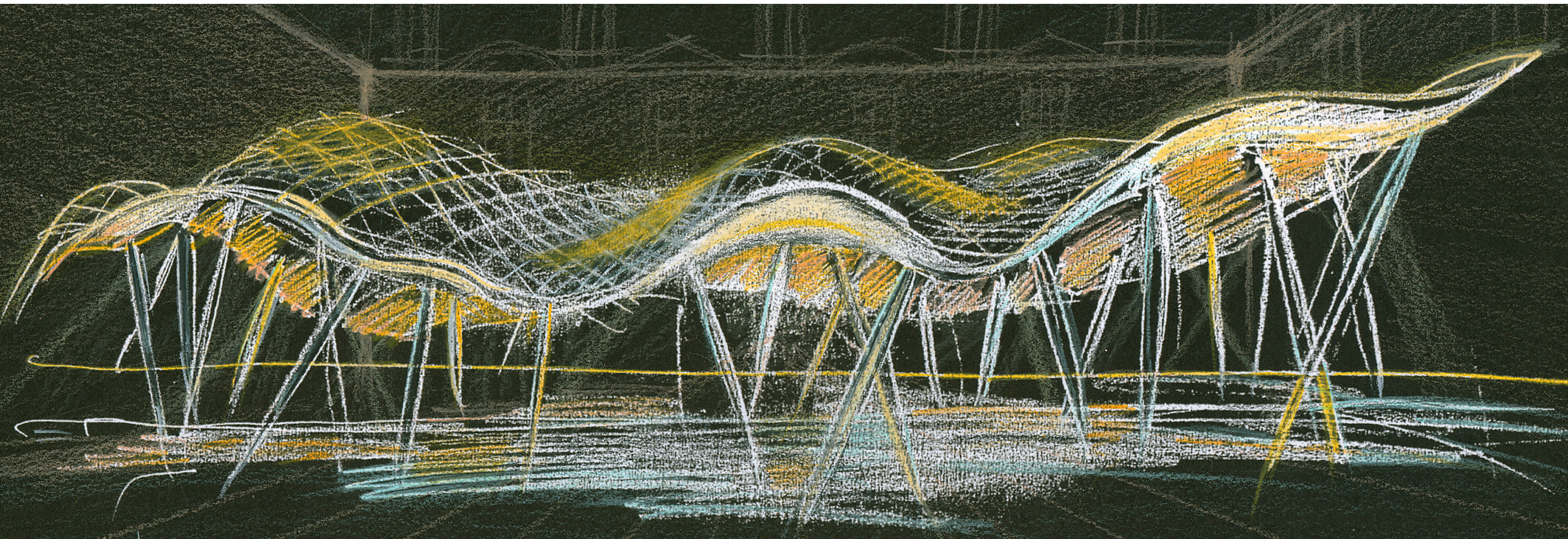


disegno 4.2019

|||
unione italiana disegno
4.2019

disegno

ISSN 2533-2899



disegno

4.2019

RAPPRESENTAZIONE/MATERIALE/IMMATERIALE

Rivista semestrale della società scientifica Unione Italiana per il Disegno

n. 4/2019

<http://disegno.unioneitalianadisegno.it>

Direttore responsabile

Vito Cardone, Presidente dell'Unione Italiana per il Disegno (fino al 17/04/2019)

Francesca Fatta, Presidente dell'Unione Italiana per il Disegno (dal 08/05/2019)

Comitato editoriale - indirizzo scientifico

Comitato Tecnico Scientifico dell'Unione Italiana per il Disegno (UID)

Giuseppe Amoruso, Politecnico di Milano - Italia

Paolo Belardi, Università degli Studi di Perugia - Italia

Stefano Bertocci, Università degli Studi di Firenze - Italia

Vito Cardone, Università degli Studi di Salerno - Italia

Mario Centofanti, Università degli Studi dell'Aquila - Italia

Enrico Cicalò, Università degli Studi di Sassari - Italia

Antonio Conte, Università degli Studi della Basilicata - Italia

Mario Doca, Sapienza Università di Roma - Italia

Edoardo Dotto, Università degli Studi di Catania - Italia

Maria Linda Falcidieno, Università degli Studi di Genova - Italia

Francesca Fatta, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria - Italia

Fabrizio Gay, Università Iuav di Venezia - Italia

Andrea Giordano, Università degli Studi di Padova - Italia

Elena Ippoliti, Sapienza Università di Roma - Italia

Francesco Maggio, Università degli Studi di Palermo - Italia

Anna Osello, Politecnico di Torino - Italia

Caterina Palestini, Università degli Studi "G. d'Annunzio" Chieti-Pescara - Italia

Lia M. Papa, Università degli Studi di Napoli "Federico II" - Italia

Rossella Salerno, Politecnico di Milano - Italia

Alberto Sdegno, Università degli Studi di Udine - Italia

Chiara Vernizzi, Università degli Studi di Parma - Italia

Ornella Zerlenga, Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli" - Italia

Membri di strutture straniere

Caroline Astrid Bruzelius, Duke University - USA

Glaucia Augusto Fonseca, Universidade Federal do Rio de Janeiro - Brasile

Pilar Chías Navarro, Universidad de Alcalá - Spagna

Frank Ching, University of Washington - USA

Livio De Luca, UMR CNRS/MCC MAP, Marseille - Francia

Roberto Ferraris, Universidad Nacional de Córdoba - Argentina

Ángela García Codoñer, Universitat Politècnica de València - Spagna

Pedro Antonio Janeiro, Universidade de Lisboa - Portogallo

Michael John Kirk Walsh, Nanyang Technological University - Singapore

Jacques Laubscher, Tshwane University of Technology - Sudafrica

Cornelie Leopold, Technische Universität Kaiserslautern - Germania

Carlos Montes Serrano, Universidad de Valladolid - Spagna

César Otero, Universidad de Cantabria - Spagna

Guillermo Peris Fajarnes, Universitat Politècnica de València - Spagna

José Antonio Franco Taboada, Universidade da Coruña - Spagna

Comitato editoriale - coordinamento

Paolo Belardi, *Enrico Cicalò*, *Francesca Fatta*, *Andrea Giordano*, *Elena Ippoliti*, *Francesco Maggio*, *Alberto Sdegno*

Comitato editoriale - staff

Enrico Cicalò, *Luigi Cocchiarella*, *Massimiliano Lo Turco*, *Giampiero Mele*, *Valeria Menchetelli*, *Barbara Messina*, *Cosimo Monteleone*, *Paola Puma*, *Paola Raffa*, *Cettina Santagati*, *Alberto Sdegno* (delegato del Comitato editoriale - coordinamento)

Progetto grafico

Paolo Belardi, *Enrica Bistagnino*, *Enrico Cicalò*, *Alessandra Cirafici*

Segreteria di redazione

piazza Borghese 9, 00186 Roma

rivista.uid@unioneitalianadisegno.it

In copertina

Mario Bellini, Museum of Louvre, Department of Islamic Arts a Parigi (Francia),

2005-2012. Schizzo di studio, particolare.

Gli articoli pubblicati sono sottoposti a procedura di doppia revisione anonima (*double blind peer review*) che prevede la selezione da parte di almeno due esperti internazionali negli specifici argomenti.

Per il numero 4, anno 2019, la procedura di valutazione dei contributi è stata affidata ai seguenti revisori:

Piero Albisinni, *Marcello Balzani*, *Maria Teresa Bartoli*, *Cristiana Bedoni*, *Marco Bevilacqua*, *Marco Bini*, *Maura Boffito*, *Cecilia Bognesi*, *Stefano Brusaporci*, *Adele Carla Buratti*, *Marco Canciani*, *Marco Carpiceci*, *Emanuela Chiavoni*, *Alessandra Cirafici*, *Laura De Carlo*, *Agostino De Rosa*, *Roberto de Rubertis*, *Antonella di Luggo*, *Paolo Giandebiaggi*, *Massimo Giovannini*, *Carlos Marcos*, *Emma Mandelli*, *Giuseppe Moglia*, *Roberto Mingucci*, *Leonardo Paris*, *José Ignacio Rojas Sola*, *Andrea Rolando*, *Livio Sacchi*, *Maurizio Unali*.

Le traduzioni in inglese dei saggi di *Mario Bellini*, *Alessandra Cirafici*, *Laura Marcolini* e *Alessandra Meschini* sono di *Elena Migliorati*.

Publicato in giugno 2019

ISSN 2533-2899



4.2019

diségno

5 Vito Cardone

Editoriale

9 Mario Bellini

Copertina

Architettura, design e altro

20 Giovanni Valle

Immagine

Pianta di Padova

21 Andrea Giordano

La *Pianta di Padova* di Giovanni Valle: ipertesto/iper-rappresentazione *ante litteram*

RAPPRESENTAZIONE/MATERIALE/IMMATERIALE

Teorie del disegno e pratiche digitali per il progetto

29 Sergei Tchoban

The Drawn City. Architectural Graphic Art: Tradition and Modernity

41 Giorgio Buratti
Giampiero Mele
Michela Rossi

Sperimentazioni prospettiche per la manipolazione dello spazio.
Il finto coro di Bramante in Santa Maria presso San Satiro

53 Lucas Fabián Olivero
Salvatore Barba
Adriana Rossi

Una codificación de la proyección cúbica para la generación de modelos inmersivos

Tecniche per l'analisi e la (ri)costruzione del patrimonio

67 Carlo Bianchini
Luca J. Senatore
Lorenzo Catena

La democratizzazione dei processi e l'uso di mezzi di acquisizione a guida remota per il Rilievo 2.0

79 Marco Fasolo
Matteo Flavio Mancini

I progetti "architettonici" per la chiesa di Sant'Ignazio di Andrea Pozzo

91 Roberta Spallone

Volte a lunette nell'opera di Guarini. Modelli digitali fra *Architettura Civile* e *Modo di misurare le fabbriche*

103 Graziano Mario Valenti
Jessica Romor

Leon Battista Alberti e il rilievo delle mura di Roma

Modi e media della rappresentazione e della cultura visuale

117 Laura Marcolini

Il disegno e l'invisibile

127 Leonardo Baglioni
Marta Salvatore

Modelli per la divulgazione del patrimonio culturale:
le cupole prospettiche 'di sotto in su' nell'opera di Andrea Pozzo

- 139 *Martín Benlloch-Moya*
Pedro M. Cabezas-Bernal
Juan J. Cisneros-Vivó Análisis diacrónico de algunos espacios urbanos de Valencia mediante el uso de la refotografía
- 149 *Vincenzo Cirillo* Scrittura e multimedialità. Ridisegnare l'esperienza futurista
- 161 *Alessandro Luigini* Case, oggetti e architetti. Il disegno dell'architettura nei libri illustrati per l'infanzia

Pratiche e modelli di informazione e gestione

- 177 *Carlo Ratti* A Living Architecture for the Digital Era
- 189 *Martina Attenni*
Maria Laura Rossi La modellizzazione del patrimonio costruito. Processi BIM a confronto per tipologie architettoniche
- 201 *Giulia Pettoello*
Luigi Stendardo La rigenerazione urbana: un approccio multidisciplinare
- 213 *Adriana Rossi*
Umberto Palmieri LOD per il patrimonio architettonico: la modellazione BIM per la fabbrica Solimene
- 225 *Raissa Garozzo*
Massimiliano Lo Turco
Cettina Santagati Modelli informativi e gestione della complessità per un progetto integrato di conoscenza

RUBRICHE

Lettere/Riletture

- 241 *Paolo Belardi* Il disegno è un miracolo! *L'Autobiografia Scientifica* di Aldo Rossi

Recensioni

- 249 *Hugo Barros Costa* Carlos L. Marcos, Ángel Allepuz Pedreño (eds.). *Alberto Campo Baeza. El bisturí en la línea*. Alicante: Universitat de Alicante 2018
- 251 *Alessandra Cirafici* Andrea Casale. *Forme della percezione, dal pensiero all'immagine*. Milano: Franco Angeli 2018
- 254 *Paolo Giandebiaggi* Livio Sacchi. *Metropoli il disegno delle città 2*. Roma: Gangemi Editore International 2018
- 256 *Pedro M. Cabezas-Bernal* Silvia Masserano. *Le prospettive architettoniche di Paolo Veronese. Analisi grafica e restituzione di alcuni teleri*. Trieste: EUT - Edizioni Università di Trieste 2018

Eventi

- 261 *Giuseppe Amoruso* UID PhD Summer School. *Rilievo del patrimonio culturale e rappresentazione inclusiva*
- 265 *Stefano Brusaporci* *FORTMED 2018*
- 268 *Emanuela Chiavoni* Congresso *EGraFia*, Argentina 2018
- 271 *Alessandra Meschini* *EARTH2018 – International and Interdisciplinary Conference*

277

La biblioteca dell'UID

Editoriale

Vito Cardone

La redazione di Diségno apre il n. 4 della rivista con una dedica a Vito Cardone che ci ha lasciati prematuramente il 17 aprile u.s.

A lui si deve la nascita di Diségno e a lui dobbiamo, tutti quanti noi della redazione, l'impostazione che ha preso la rivista stessa descritta nell'editoriale n.1.

Vito Cardone era uno studioso singolare, un ingegnere con la passione per la lettura e sapeva coniugare questo suo trasporto con metodo rigoroso e grande dinamismo. Il suo entusiasmo ci ha contagiati tutti e non solo per la novità del progetto, quanto per averci convinto della necessità che una società scientifica si dotasse di una rivista che non fosse un mero "organo di stampa", quanto piuttosto un luogo di scam-

bio e confronto scientifico sui temi fondativi della nostra disciplina e sugli ambiti meno esplorati e inconsueti della ricerca. Il n. 4, Rappresentazione/Materiale/Immateriale è dedicato agli approfondimenti del XV Congresso dell'Unione Italiana per il Disegno e 40° Convegno Internazionale dei Docenti della Rappresentazione, tenutosi a Milano il 13, 14 e 15 settembre 2018, ed è stato interamente seguito nelle sue fasi direttive da Vito Cardone che solo "una sorte malvagia e cattiva" gli ha impedito di vedere ultimato. Per questo si è deciso di lasciare a lui la presentazione, pubblicando una sintesi della sua introduzione tratta dagli atti del convegno. Grazie a Vito, Diségno prosegue la sua strada, con l'impegno che possa percorrerla a lungo in sua memoria.

F.F.

È forte la tentazione di aprire questa *Prefazione* agli atti del 40.mo Convegno dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione – il più importante dei nostri appuntamenti annuali, la cui prima edizione si tenne il 3-4-5 maggio 1979 a Santa Margherita Ligure – con qualche considerazione sul percorso che ci ha condotto fin qui. È però anche facile rinunciare, perché il Comitato tecnico scientifico della UID ha deciso di ricordare adeguatamente la ricorrenza, avviando in realtà, considerato che nel 2020 cade poi il 40.mo anniversario della fondazione della nostra società scientifica (formalmente costituita il 4 agosto 1980), un biennio di celebrazioni e, soprattutto, di riflessioni su “chi siamo”, “da dove veniamo”, ma pure su “dove andiamo”, anzi: su dove “dobbiamo andare”.

[...] Mi limiterò, pertanto, ad alcune considerazioni sulla partecipazione al Convegno e a una lettura trasversale dei *paper*, non per *Focus*, cercando soprattutto di cogliere ed evidenziare i macro temi che risultano più o meno coltivati. A tal fine la lettura dei *paper* accettati per la pubblicazione agli Atti, finalizzata a scrivere questa *Prefazione*, è una delle esperienze più faticose ma nello stesso tempo più interessanti e istruttive, come Presidente della UID; determinante per rendersi conto dello stato dell'attività scientifica in corso nella nostra comunità. È infatti nei convegni che in genere vengono presentati, offrendoli alla discussione e alla verifica dei colleghi, i primi risultati delle ricerche in atto, ben prima che sulle stesse vengano redatti meditati articoli o, nei casi di temi di maggiore respiro, scritte corpose monografie.

[...] La contrazione non è dovuta a un più severo lavoro di revisione, perché la percentuale degli *abstract* e dei *paper* accolti è stata di fatto la stessa dell'anno scorso. A proposito di revisioni, tuttavia, va segnalato che queste hanno confermato i limiti evidenziati in occasione dei convegni degli scorsi anni, come pure per gli articoli inviati alle riviste e per la valutazione premiale, tipo VQR. Al punto che quello delle revisioni è forse, oggi, il problema culturale e politico maggiore che abbiamo e che dobbiamo affrontare quanto prima con iniziative mirate: a cominciare, ad esempio, da un seminario specifico.

Né la diminuzione dei contributi è frutto di un ridotto interesse per il Convegno annuale da parte dei soci della UID e della comunità scientifica italiana della rappresentazione grafica, più in generale. È dovuta invece, quasi integralmente, a una contrazione della partecipazione di studiosi stranieri che, rispetto allo scorso anno si sono praticamente dimezzati.

[...] È un risultato comunque sorprendente, per certi versi in contrasto con la scelta di avere tre relazioni introduttive su quattro affidate a colleghi stranieri o che operano all'estero. Di certo è in controtendenza con il grande sforzo di internazionalizzazione che stiamo facendo, intensificato proprio quest'anno dall'impegno della Commissione Relazioni Internazionali presieduta da Stefano Bertocci, i cui lavori, però, sono ripartiti su basi nuove e idee chiare soprattutto con una prima riflessione tutta interna alla comunità italiana, condotta nel Simposio tenuto a Firenze il 14 e 15 giugno 2018.

Si tratta ora di capire il perché di quest'arretramento e cosa fare per riprendere il trend positivo manifestatosi negli ultimi anni. Di certo su di esso hanno inciso vari fattori, a cominciare forse dal fatto che siamo in anno pari, ricco di eventi internazionali nell'area della rappresentazione, quali il Congresso di EGA, il Congresso Internazionale di EGra-Fia, il Convegno di Nexus a Pisa, la citata ICGG tenuta per altro proprio a Milano.

Con ogni probabilità ha inciso anche il fatto che nel nostro Convegno – contrariamente a quanto si verifica nei più importanti eventi internazionali – non vengono presentati oralmente tutti i *paper* accettati. La cosa ci ha creato più di un problema nelle ultime edizioni e, benché sia stato chiaramente scritto nel sito web del Convegno che non tutti i *paper* accettati sarebbero stati presentati in sala, anche quest'anno qualche collega straniero si è lamentato, perché la presentazione del suo *paper* non è stata inserita in programma.

Proprio per questo motivo, dopo la positiva articolazione del Convegno in due sessioni parallele, sperimentata a Firenze e a Napoli, lo scorso anno rilevammo l'esigenza di aumentare il numero delle esposizioni orali di un 50%, magari introducendo una terza sessione. È quanto è stato attuato qui a Milano, consentendo l'esposizione di ben 78 *paper*: praticamente il 40% di quelli accettati, con un incremento di circa un terzo rispetto al 30% che rappresentavano i 67 esposti lo scorso anno.

[...] Anche quest'anno, con riferimento ai macro campi in cui è possibile articolare per grandi linee la specificità del settore – geometria, percezione visiva, semiologia grafica, disegno di progetto, rilievo, rappresentazione dell'ambiente e del territorio, storia della rappresentazione – si registra una grande prevalenza di temi di rilievo, presenti non solo nel *Focus* 2 ove erano esplicitamente previsti, ma pure in tutti gli altri. Rilievo in tutte le declinazioni che si sono affermate negli ultimi anni, [...] con tutti i pregi e con tutti

i limiti che da tempo vado segnalando, purtroppo invano. Evidentemente la questione è più complessa di quanto sembri e richiede uno sforzo collettivo, che forse non siamo ancora in grado di compiere.

[...] Molto pochi – ma il tema del Convegno lo lasciava intuire – i contributi di geometria e di storia della rappresentazione; meno di quanto fosse lecito attendersi invece quelli sul disegno di progetto e, soprattutto, quelli sulla rappresentazione territoriale e urbana per la quale l'attenzione alla componente immateriale è determinante, se non proprio e sempre imprescindibile.

[...] Forse gli unici contributi espliciti in tal senso, benché non pochi abbiano trattato pure di *smart cities*, sono venuti da studiosi del Politecnico di Milano e dell'Università della Campania Luigi Vanvitelli: ossia da quelle sedi che una ventina d'anni fa, insieme all'Università di Salerno, iniziarono ad affrontare questa complessa e affascinante tematica.

Mi riferisco, ad esempio, al *paper* di Andrea Rolando e Alessandro Scandiffo, *Nodi di reti tangibili e intangibili nel paesaggio tra Torino e Milano* e a quello di Nicola Pisacane, Alessandra Avella, Pasquale Argenziano, Carmine Maffei *Enlarging the field of view of the territorial drawing, towards invisible data*. Gli altri sono di qualche straniero, come Ha- le Gonul e Fatma Sinem Ozgur, in *Representing the intangible* e Pablo Jeremías Juan Gutiérrez, *Empleo de capas como medio para graficar el movimiento en el territorio*, a conferma di quanto era già emerso negli scorsi anni in merito al fatto che in alcuni altri paesi si studia di più e in maniera più adeguata la rappresentazione del territorio.

La maggior parte dei pochi contributi italiani in tema di immateriale si colloca invece nel campo della comunicazione e della semiologia grafica, che hanno una grande e fondamentale componente connessa alla rappresentazione dell'intangibile.

In ogni caso sono meno del previsto e, tra essi, si segnalano soprattutto il *paper* di Maria Linda Falcidieno e Elisabetta Ruggiero *Comunicazione sociale: la disciplina della rappresentazione per la gestione delle emergenze ambientali*; quello di Fabrizio Gay e Irene Cazzaro, *Materialismo e immagine/scrittura: Otto Neurath verso una razionale stilizzazione semiotica*, e quello di Vincenzo Cirillo, *Dal segno al disegno mobile della scrittura*, ancora sulla rappresentazione del movimento. In alcuni casi, in effetti, il termine "immateriale" compare nel titolo del *paper*, ma il contenuto di questo non presta alcuna attenzione alla problematica. Ciò fa sì che, del macro tema proposto per il Convegno, sia stata di fatto trattata ampiamente solo una parte, quella relativa a "materiale".

In generale può dirsi che, in merito ai temi affrontati, si confermano le linee di tendenze emerse negli anni scorsi. Molti *paper* parlano di modellazione, a vario titolo eseguita in genere a partire da un rilievo. Non pochi sono centrati sulla ricostruzione di architetture o lacerti di città non realizzati [...], in rovina [...] o scomparse a seguito di ristrutturazioni urbane [...] o perché distrutti da bombardamenti.

Numerosi pure i contributi in termine di musealizzazione virtuale, tra i quali si distinguono il *paper* presentato da Francesca Fatta con un folto gruppo di colleghi della sua Università, *Ambienti virtuali interattivi: un nuovo concept di room entertainment*; quello del gruppo guidato da Stefano Chiarenza, *L'architettura che non c'è: musei e virtualità tra storia, arte, disegno e rappresentazione della conoscenza*, e quello del gruppo con primi firmatari Massimiliano Lo Turco e Paolo Piumatti, *B.A.C.K. TO T.H.E. F.U.T.U.R.E. Modelli Informativi & Musei Virtuali*. Quasi tutti questi contributi, distribuiti in genere tra *Focus 1* e *Focus 2*, utilizzano molto realtà virtuale e realtà aumentata, alle quali era dedicato il *Focus 2*.

Molti pure i *paper* sui BIM, che costituiscono i due terzi dell'intero *Focus 4*, ma sono presenti anche in altri *Focus*.

Come ogni anno, non manca qualche intervento in tema di disegno di viaggio come il *paper* di Ignacio Cabodevilla-Artieda, Aurelio Vallespín Muniesa e Noelia Cervero Sánchez sulle architetture classiche e popolari del Mediterraneo, viste da Fernando Garcia Marcadal (esponente del Movimento Moderno in Spagna) o quello di Maria Martone e Alessandra Giugliano, *Il disegno degli spazi urbani. Nell'opera di Paul Marie Letarouilly. L'antico porto di Ripetta lungo il Tevere*. E, come ogni anno, vi è qualche contributo davvero originale. Come quello di Alessandra Pagliano e Claudio Cammarota, *Gli spazi svelati di Edward Hopper...*, sulla lettura, con le tecnologie digitali, compreso realtà aumentata e realtà virtuale, della sua opera *Sun light in a Cafeteria*. Tra questi, mi piace citare due *paper* sul tema, per noi abbastanza insolito, della rappresentazione tattile per non vedenti: quello del gruppo di Ivana Passamani, Francesca Trotti e Andrer Schincariol, *Toccare il cielo con un dito. Dallo skyline intangibile alla silhouette tattile*, e quello di Veronica Riavis e Paola Cochelli, *Toccare per vedere: la conoscenza di architetture attraverso la rappresentazione tattile*. Si tratta di tema davvero interessante, sul quale da qualche tempo si sta lavorando, anche come conto terzi, in più di una sede universitaria.

Non molti, ma alcuni davvero significativi, i *paper* che hanno al centro la didattica. Tra questi si segnalano soprattutto quelli di Enrico Cicalò, *Linguaggi grafici per i nuovi media della comunicazione digitale*, che tratta di apprendimento dei

nuovi linguaggi nei corsi di Scienza della Comunicazione; di Cristina Pellegatta, *Una lezione di Vittorio Ugo: riflessioni e applicazioni nella didattica*, importante anche ai fini di una ricostruzione storica del nostro insegnamento in Italia, alla quale dobbiamo iniziare a mettere mano; di Luca Rossato, Wilson Florio, Ana Tagliari, su un'interessante esperienza internazionale per il rilievo, la rappresentazione e l'analisi delle architetture moderne in Brasile; i già citati contributi di Hale Gonul e Fatma Sinem Ozgur e di Pablo Jeremías Juan Gutiérrez.

Molto ridotti, rispetto agli scorsi anni, i *paper* relativi ad alcuni aspetti dell'opera di grandi personaggi o maestri dell'architettura e dell'ingegneria, che tuttavia non mancano del tutto: da Leon Battista Alberti, di cui trattano ad esempio Graziano Mario Valenti e Jessica Romor ad Andrea Pozzo; da Guarino Guarini, che troviamo nel contributo di Roberta Spallone, a Piranesi; dal citato Nervi a Mies van der Rohe, sul quale continuano gli studio del gruppo di Carlos Montes Serrano, a Le Corbusier, che come quasi ogni anno è forse l'architetto che si incontra più volte (stavolta dal lavoro di Alberto Sdegno a quello di Victor Hugo Velásquez).

In riduzione anche gli studi sulle prospettive architettoniche, che nei convegni scorsi furono molto presenti, forse per effetto dell'importante PRIN coordinato da Riccardo Migliari che, sul tema, vide coinvolti molti atenei.

In estrema sintesi, dall'insieme dei contributi si evince che forse può essere generalizzato quanto rilevato da Rossella Salerno a proposito del *Focus 1*, ossia l'emergere di una «articolata e promettente sperimentazione indirizzata all'integrazione di tecniche di rappresentazione diverse, muovendo da una consapevolezza ormai matura che guarda al di là della contrapposizione tra analogico e digitale». Particolarmente significativo, a tal proposito, il paper di Salvatore Barba, Adriana Rossi e del giovane disegnatore compulsivo Lucas Fabián Olivero, *"CubeME", a variation for an immaterial rebuilding*, relativo a un'interessante sperimentazione su linguaggio ibrido di rappresentazione, tra analogico e infografico.

Nemmeno quest'anno posso concludere senza segnalare alcune carenze e qualche aspetto negativo.

In primo luogo va sottolineato che, ancora una volta, sono davvero pochi i contributi di carattere teorico generale. [...] Così come mancano di fatto *paper* relativi a ricerche di base o fondamentali e si conferma che, il più delle volte, continuiamo a essere semplici utilizzatori delle nuove procedure di rappresentazione e dei nuovi linguaggi.

[...] In alcuni casi, inoltre, si è di fronte a lavori non inediti, né ad anticipazioni di ricerche in corso, bensì a sintesi di ricerche già ampiamente illustrate in altra sede, persino con articoli o monografie, delle quali il paper è una sorta di sintesi, magari parziale.

[...] Quando questi errori saranno scomparsi, avremo fatto un grande passo in avanti per essere sul serio, non solo autodefinirci, una vera e propria comunità scientifica.



Vito Cardone,
fondatore e primo direttore di Diségno.
Presidente della UID maggio 2014 - aprile 2019.

Architettura, design e altro

Mario Bellini

Testo tratto dalla *lectio magistralis* tenuta in occasione del 40° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione e XV Congresso dell'Unione Italiana per il Disegno dal titolo *Rappresentazione Materiale/Immateriale. Drawing as (in)tangible Representation* tenutosi a Milano nei giorni 13, 14, 15 Settembre 2018. La lezione si è tenuta presso la Fondazione Feltrinelli il 15/9/2018. Trascrizione a cura di Camilla Casonato, Marco Muscogiuri e Domenico Jordy Pulerà, revisione del testo di Alberto Sdegno.

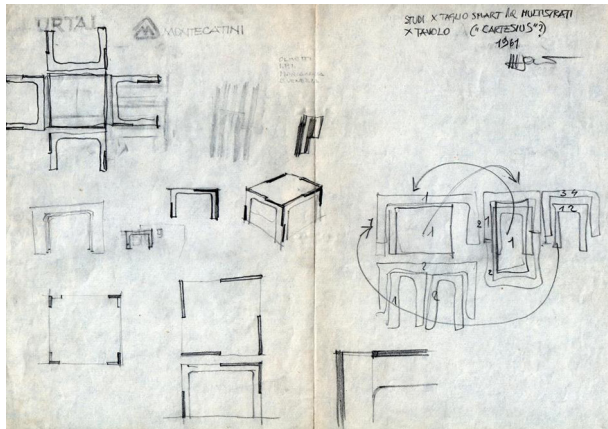
Ho cominciato a disegnare a cinque anni, quando avevo sempre tra le mani fogli di carta e matite e rappresentavo le cose più bizzarre e buffe che mi venissero in mente. Ricordo che mi divertivo a fare oggetti che rendevo animati, come ad esempio piccoli imbuto ai quali mettevo gambe e braccia

umane; imbuto che si versavano dell'acqua dall'alto, facendola fuoriuscire dal basso.

Gli esempi che descriverò rappresentano una piccola selezione dei miei lavori principali, accompagnata da vari disegni o schizzi realizzati proprio nel corso dell'attività progettuale. L'obiettivo, infatti, è quello di mostrare in che modo l'idea creativa prende forma, a seguito dell'incarico da parte di un committente o nell'ambito di un concorso, attraverso un flusso ideativo che partendo dalla mente arriva fino alla mano, trasformandosi in espressione sul foglio di carta. In particolare si può disegnare bene o male, ma in generale per un architetto o per un designer è necessario saper disegnare

Lectio magistralis, non sottoposta a revisione anonima, pubblicata con responsabilità della direzione.

Fig. 1. M. Bellini, tavolo *Cartesius* per Pedretti, 1960.
Schizzi di studio e fotografia dell'oggetto.



bene, dimostrando, cioè, un certo talento nell'ambito delle arti figurative. Quando un giovane si presenta nel mio studio, la prima cosa che mi interessa vedere è come disegna; non mi convince se vedo che disegna male, perché capisco che in questo caso manca la corrispondenza tra il talento grafico che dovrebbe avere e la capacità di impiegarlo nel settore specifico della progettazione.

Vorrei cominciare con il mio primo progetto significativo, quello per il quale ho vinto il primo compasso d'oro della mia vita: si tratta del progetto per il tavolo *Cartesius* per la ditta Pedretti, del 1960 (fig. 1). I disegni originali pensavo fossero andati perduti, poi fortunatamente sono stati ritrovati e descrivono molto bene il mio modo di procedere nella fase ideativa. In particolare questo strano tavolo è stato realizzato tagliando tutti gli elementi da un intero foglio di compensato e assemblandoli ad incastro. A partire da questa soluzione sono poi state elaborate differenti declinazioni dimensionali. Vi è poi un secondo tavolo che ho fatto qualche anno dopo, nel 1976, stranamente pensato senza utilizzare prima gli strumenti del disegno. Il tavolo *La Corte*, realizzato per Cassina, è stato ideato a "caldo", facendo dei gesti con le mani, mentre ero seduto nei laboratori della ditta, senza alcuna elaborazione grafica preliminare. Anni dopo mi sono ritrovato ad osservare l'oggetto realizzato, che è presente anche nel mio ufficio personale, e ho preso una matita e un foglio di carta e gli ho fatto un ritratto (fig. 2).

Per Cassina l'anno successivo, nel 1977, ho ideato un altro tavolo che ho chiamato *La Rotonda* (fig. 3). A differenza del precedente in questo caso il disegno ha permesso di capire il comportamento della luce e delle ombre, generando in me anche una particolare soddisfazione /sfida dettata da una rappresentazione non semplice. Ho poi realizzato una variante di questo arredo, molto grande, per il mercato cinese. I cinesi, infatti, pranzano in tanti attorno ad un tavolo rotondo, dove fanno ruotare una piattaforma centrale, per servirsi da soli di tutto. Anziché ordinare con il menu, si servono direttamente. La parte centrale del tavolo è di vetro ed è a filo con il legno del piano: è possibile, quindi, farla ruotare con un dito, mettendoci sopra tutto ciò che offre il menu.

Per B&B Italia ho poi realizzato nel 2017 il tavolo *Bolt*. Di questo progetto esistono alcune varianti della medesima idea. Ho realizzato una serie di schizzi, come di solito si fa quando si sta al telefono e la mano non si ferma mai. Volevo realizzare un tavolo a partire dall'idea dell'incastro di elementi in legno, ma utilizzando il metallo, con profili a L di acciaio inossidabile o di ferro corten, (quello cioè che quando arrugginisce smette di fare ruggine), e bulloni. Il nome *Bolt* sta per 'bullone',

Fig. 2. M. Bellini, tavolo La Corte per Cassina, 1976.
Schizzo e fotografia dell'oggetto.

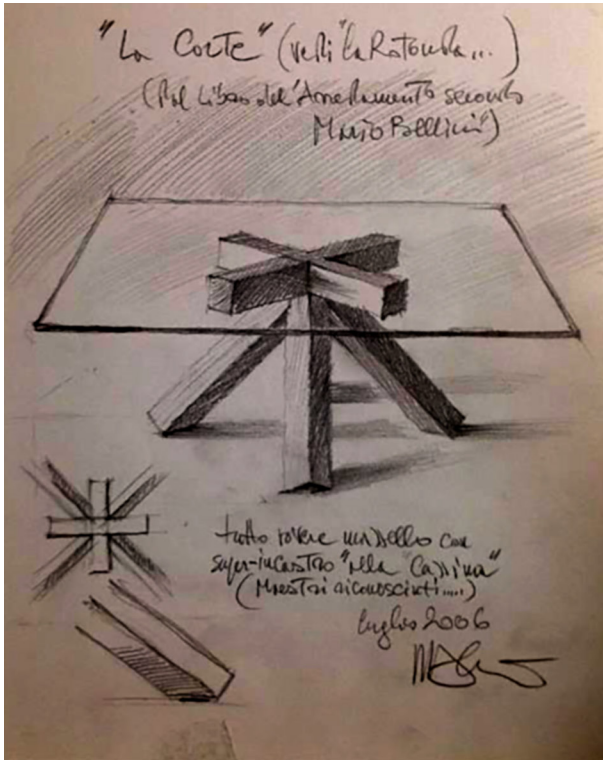


Fig. 3. M. Bellini, tavolo La Rotonda per Cassina, 1977.
Schizzo e fotografie delle due soluzioni.

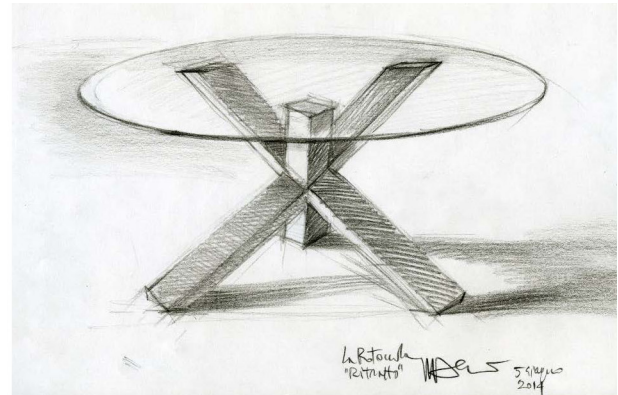
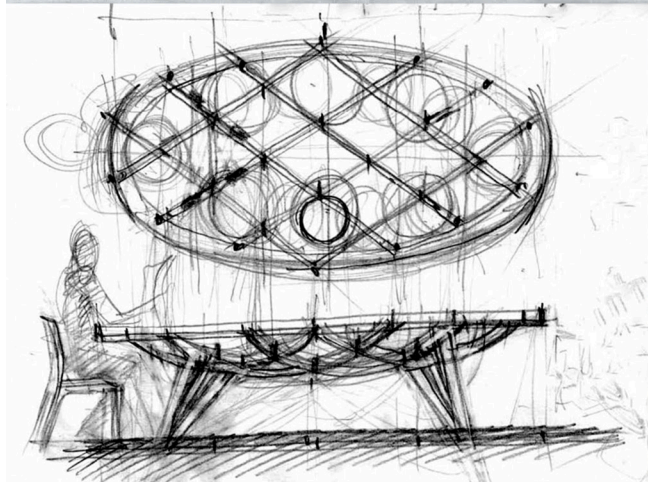
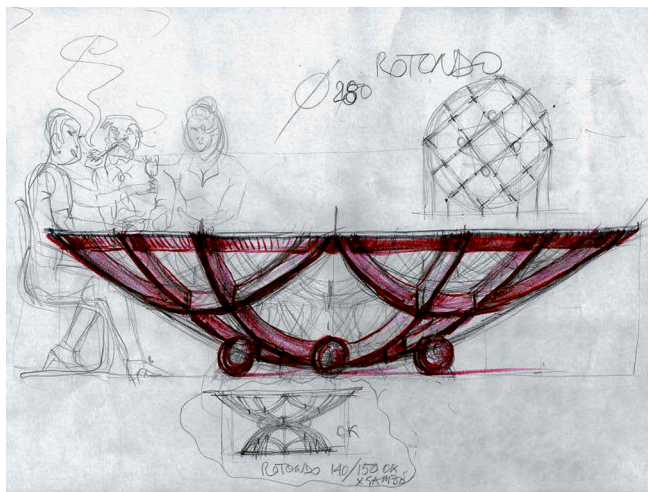


Fig. 4. M. Bellini, tavolo Opera per Meritalia, 2014. Schizzi di studio e fotografie delle due soluzioni.



perché per ogni bullone c'è un doppio accoppiamento. In questo caso lo avevo disegnato prima sulla carta, per vedere come potesse funzionare e poi è stata fatta una variante con profili a T. Di solito i miei schizzi sono veri, iniziando un processo di creazione, ma mi è capitato anche di fare schizzi simulati. Ad esempio quando il Museum Of Modern Art di New York mi ha dedicato una personale, nel 1987, dopo aver ricevuto i complimenti per le opere destinate all'esposizione, mi hanno perentoriamente chiesto di inviare anche i loro schizzi preparatori. Ma di quei progetti non avevo schizzi, perché li avevo tutti realizzati di volta in volta direttamente in officina. Dal momento che me li chiedevano insistentemente, una domenica ho deciso di prendere alcuni grandi fogli e mi sono inventato vari bellissimi schizzi "preparatori" asserendo di averli trovati in archivio.

La *Cab Lounge* del 2015 per Cassina, invece, è una *lounge-chair* con poggiatesta ideata a partire da molti veri schizzi di ricerca, non "ritratti", via via supportati in modo interattivo dalle prime realizzazioni prototipali. Nel 2014 ho creato per Meritalia, un'industria di medie dimensioni, in cui lavoravano persone molto motivate e capaci, un tavolo rotondo molto grande. Poggia solo su quattro sfere ed è realizzato in centinature di rovere ad incastro, come avviene nelle armature di uno scafo di una barca, di cui vi è una serie di disegni fatti durante la fase ideativa, disegnando anche le persone attorno ad esso (fig. 4). Il tavolo si chiama *Opera*, un nome che fa pensare all'opera viva o all'opera morta, propria degli scafi navali. Avevo cominciato col disegnare un tavolo ovale, immaginando le centinature incrociate che sostenevano un bordo sul quale poggiare un grande cristallo, con una struttura ad incastro, realizzato poi in molte varianti di essenza e di colore.

Sempre per Meritalia, nello stesso anno, ho realizzato alcuni divani, che ho chiamato *Freud*, pensando al rapporto tra il divano e la psicanalisi. Ho immaginato braccioli e schienali ripiegati su se stessi ma apribili come fossero umani svelando un cuore diverso, una intimità celata di un colore differente e un altro tipo di finitura. Di colore nero opaco, ad esempio, si aprono svelando un rosso lucido di seta. Dal disegno iniziale, quello dal quale è nata l'idea, si è giunti alla realizzazione. In alcuni miei schizzi come si vede spesso inserisco personaggi inquietanti, con orecchie lunghe da diavolo, ed espressioni enigmatiche.

Dalla mia innata passione per gli elementi geometricamente complessi che si avviano e si torcono, è nato il tavolo *Tango* per la ditta MGM (Marmi Graniti Mariano) (fig. 5), pensato in marmo, realizzato nel 2016 con un andamento elicoidale

che si conclude in una coppa svasata e forata come un piatto di fontana, a sorreggere un disco di cristallo. Anche in questo caso c'è uno schizzo del 2015, con una variante con nervature che lo attraversano, da cui nel 2016 ho poi realizzato il tavolo *Torsion*. Costruito con sei elementi in torsione, come fossero timoni di legno d'ulivo, sono connessi uno con l'altro in modo invisibile e sono vincolati assieme da un grande piano di cristallo, che stabilizza l'assieme col suo peso stesso. Il tavolo è stato prodotto dalla Natuzzi, che ha molto apprezzato l'opera e il riferimento, anche per il luogo dove è collocata la ditta, la terra degli ulivi.

Fig. 5. M. Bellini, tavolo *Tango* per MGM (Marmi Graniti Mariano), 2015-2016. Schizzi di studio e fotografia dell'oggetto.

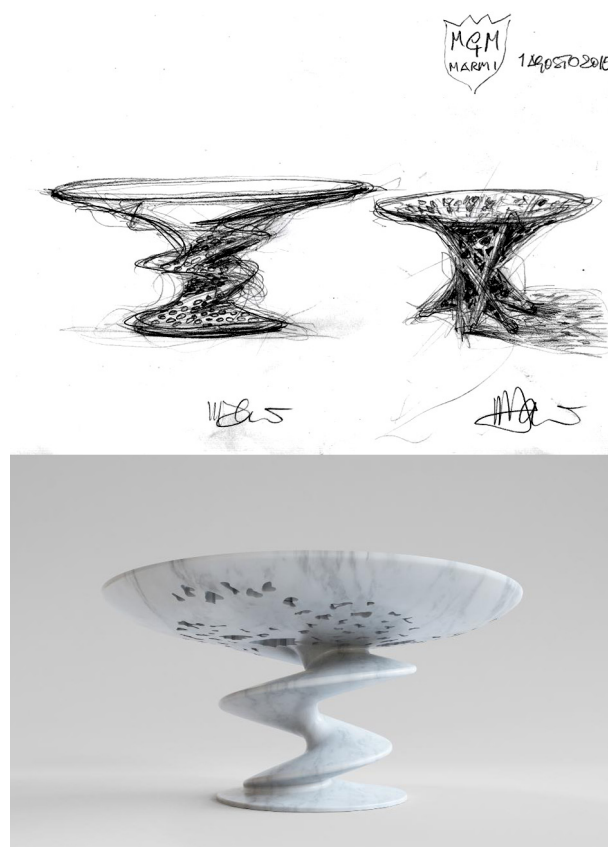


Fig. 6. M. Bellini, poltroncina *Torsion Teneride* per Cassina, 1970. Schizzi di studio e fotografia dell'oggetto.



Come ho già detto, talvolta mi capita di fare schizzi postumi sotto pesanti richieste, come nel caso citato del Museum of Modern Art (MoMA), di cui questo schizzo è un esempio (affiancato da una serie di piccoli schizzi di studio per dettagli), purtroppo andato perduto. Ne possiedo ora solo la sua scansione digitale. Si tratta della poltroncina *Teneride* del 1970 (fig. 6), che solo a breve andrà in produzione, quando finalmente la giusta tecnologia lo permetterà.

La poltroncina *Teneride* del 1970 (fig. 7) in cuoio rosso ha una base di acciaio riflettente ed è tutta confezionata con lo stesso materiale cucito in modo che, quando ci si siede, 'molleggia' all'indietro mentre è libera di girare su se stessa. In mostra a New York c'era anche la mia *Cab* cucita in cuoio (sempre col suo schizzo postumo), una sedia che è molto conosciuta e diffusa in tutto il mondo. Ne sono stati prodotti già 600-700.000 esemplari e anche per quest'opera non ho mai avuto veri schizzi preparatori. Come si può comprendere non sarei mai stato in grado di immaginarla senza passare attraverso la sua pratica realizzazione per tentativi logici-inventivi in una officina-laboratorio. Di fatto si è trattato di un fortunato, lungo processo di immaginazione. Con questo schizzo ho solo finto a posteriori di possedere un disegno che ne svelasse i dettagli costruttivi, e le proporzioni.

Si tratta di una sedia con uno scheletro di acciaio saldato, rivestito da una specie di giaccone di cuoio cucito, che si infila come gli stivali, con cerniere di chiusura. Una tipologia di sedia di questo genere non era mai stata fatta prima, ed ha ispirato o generato molte imitazioni. Se un oggetto viene molto imitato significa che di fatto l'idea era buona e tutto ciò mi compiace più di quanto non mi disturbasse.

Per il servizio da the e caffè prodotto da Cleto Munari del 1981 (fig. 8) ho realizzato una serie di schizzi che ho ritrovato nonostante i molti traslochi di studio che ho fatto nel tempo a Milano. I traslochi sono spesso disastrosi, perché le decine e centinaia di schizzi che faccio in continuazione non riescono a trovare sempre una collocazione precisa, tanto che, in questo caso, in effetti erano andati perduti e solo recentemente sono stati ritrovati. L'idea alla base di quest'opera sta nella volontà di realizzare un vassoio come fosse una corte del Cinquecento, con le colonne tutte intorno e al centro la caffettiera, la lattiera e altri oggetti. Costruiti con pietre dure preziose e argento, ho assegnato loro il titolo di *La Città Ideale*.

Gli schizzi che ho realizzato mentre ne studiavo l'impianto, poi realizzato, per gli spazi espositivi e congressuali di Villa Erba a Cernobbio, all'interno del bellissimo parco, sono ovviamente autentici. Si tratta dell'*International Exhibition*

and Congress Centre di 'Villa Erba' a Cernobbio del 1991 (fig. 9). Sono schizzi in cui si è affermata l'idea di un centro, compositivo attorno al quale sono organizzati tre corpi costruiti come ali, ciascuno con un passaggio centrale. Poco distante c'è la villa Visconti, di proprietà dell'omonima famiglia, che possedeva tutto il luogo. Sempre una serie di schizzi mostra il grande padiglione centrale, interamente apribile (avente lo stesso diametro del Pantheon) all'incrocio dei tre corpi solidi adiacenti rivestiti di marmo, corpi che con travi e tiranti d'acciaio, ne sorreggono in tre la copertura sospesa. I disegni che sono stati realizzati sono fatti con le migliori tecniche del tempo, assonometrie e prospettive tracciate con tiralinee su carta da lucido, sul radex, dal momento che all'epoca non si facevano ancora le immagini di rendering. Si immaginava, attraverso il disegno, come avrebbero funzionato questi grandi spazi interni, realizzando prospettive con punti di fuga e linea di orizzonte. Conosco bene la geometria proiettiva e descrittiva e ragazzi molto bravi lavoravano con me per realizzarli anche nel dettaglio della vegetazione, con foglie e aghi di pino disegnati a mano, con l'inchiostro color seppia. Alcuni schizzi possono essere confrontati con le fotografie dell'intervento poi realizzato: lo spazio interno, i corridoi. Di fronte c'è la vista del lago di Como, la villa Visconti e i grandissimi alberi, tra cui bellissimi platani alti trentacinque metri.

Un giorno ricevo una telefonata da un signore, che poi diventerà un caro amico, da parte di una grande impresa giapponese, per fare un progetto su una grande via, la Sakurada Dori, che va alla Gotanda Station di Tokyo. Vi erano già alcune proposte che però non avevano convinto il committente. Mi hanno chiesto se me la sentissi di assumere rapidamente questo incarico. Chiesi un giorno di tempo per riflettere e poi confermai che lo avrei fatto (sapendo da subito che avevo intenzione di farlo). Ho iniziato a fare alcuni schizzi che poi hanno portato alla realizzazione del *Tokyo Design Center* (1888-1992): un progetto vicino ad alcuni templi shintoisti. Proprio in Giappone, una nazione che conoscevo e conoscerò sempre meglio essendoci stato centotrenta volte.

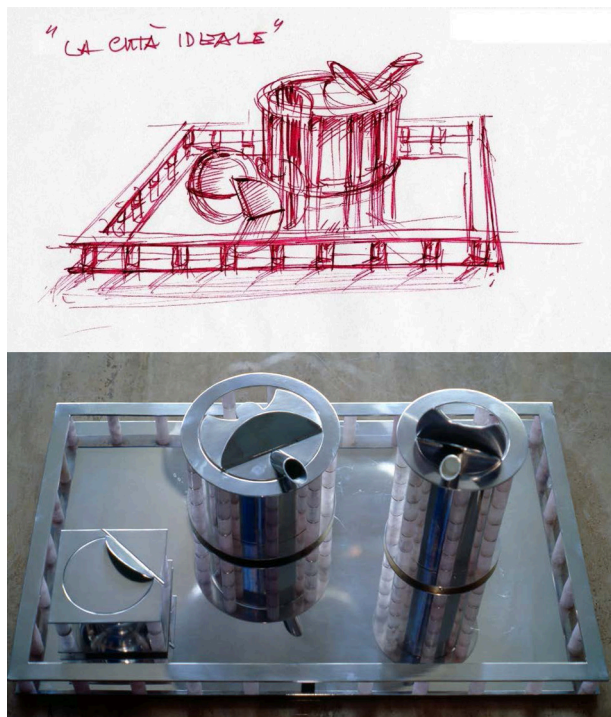
Tra il 1987 e il 1997 ho lavorato per un progetto molto interessante: il *Milano International Trade Fair*, l'area del Portello a Milano, adiacente alla vecchia Fiera campionaria (fig. 10). Abbiamo subito fatto alcuni disegni per immaginare la nuova situazione urbana che si veniva a creare con questo corpo lungo quasi 900 m, che è stato il preludio alla dismissione della area della vecchia fiera, su cui sorgerà *City Life*, il nuovo complesso con i suoi grattacieli. L'edificio è lungo ottocento metri e lo avevo sottolineato ai miei collaboratori di studio,

Fig. 7. M. Bellini, poltroncina Cab 412 per Cassina, 1977. Disegno e fotografia della sedia.



dicendo che stavamo disegnando un intervento urbano lungo quasi un chilometro, come le mura di una città. Presi un semplicissimo foglio – ricordo – lo fissai al muro e mostrai loro che stavamo disegnando un pezzo di città, non un semplice edificio. Avevamo fatto anche un prezioso modello in legno, lungo circa nove metri, in scala 1:100, realizzato con molta cura e di grande effetto scenico. Il modello è stato poi conservato nei depositi della Fondazione Fiera, ma quando l'ho richiesto per una mostra mi hanno risposto che l'avevano bruciato, perché avevano bisogno di spazio: incredibile. Prima dell'era dei render, per lo stesso progetto, c'eravamo inventati dei fotomontaggi molto efficaci, anche rivisti ora, sovrapponendo a fotografie del contesto le foto del modello e giocando con degli *shading*, con cieli posticci e riflessi, in modo da ottenere una vista verosimile della città. Ho elaborato altri disegni per immaginare come potesse essere realizzata que-

Fig. 8. M. Bellini, servizio da the e caffè *La Città Ideale* per Cleto Munari, 1981. Schizzo di studio e fotografia dell'oggetto.



sta lunghissima facciata della fiera Portello di Milano, con un porticato trattato a verde, con la facciata della fiera in secondo piano. Ho anche immaginato, attraverso i miei schizzi, a china e colori, di ottenere l'effetto di riflessi sulla strada, come fosse bagnata dalla pioggia. Ci sono oggi programmi 3D, come *SketchUp*, molto utili per generare e modificare velocemente modelli tridimensionali, mentre pensi oggetti od intere scene architettoniche, che purtroppo non generano riflessi.

Ho partecipato anche al concorso internazionale per la *National Gallery of Victoria* a Melbourne in Australia (1996-2003), e dopo la selezione ristretta a soli quattro concorrenti, ho eseguito sul posto il progetto (fig. 11), trasferendo a Melbourne uno studio dedicato; ho realizzato anche una serie di schizzi nei tantissimi voli da Milano a Melbourne: durante il viaggio in aereo della durata di circa 24-25 ore, infatti, c'era tutto il tempo di pensare e schizzare.

Appena arrivato, ancora frastornato dal volo (in cui perdevo la cognizione del tempo, del giorno e della notte), partecipavo subito alle 8 del mattino locali alla riunione con i ministri ed i tecnici locali. L'interno della National Gallery è ora realizzato con una maglia stirata in acciaio inossidabile, che poi ho usato moltissime altre volte, come per il Dipartimento per le Arti Islamiche del Louvre a Parigi. L'edificio, divenuto un popolarissimo museo, si affaccia sui bellissimi *Queens Victoria Gardens* con la sua entrata centrale.

Ho progettato e realizzato tra il 1996 e il 1998 gli *Headquarters* della Natuzzi Americas a High Point nel North Carolina. In questo caso il committente voleva un edificio che raccogliesse al suo interno tutte le attività: dagli uffici agli showroom. Ho deciso pertanto di proporre una specie di lunga prua di nave, a partire da uno schizzo che ha subito convinto me e il mio committente. Schizzo immaginato durante un'ipnotizzante giro del mondo mentre in contemporanea ero costretto ad uno stop over anche a Singapore per altri progetti urgenti, come gli *Arsoa Headquarters* (1996-1998), in Kobuchizawa (Giappone). Si trattava di proporre un memoriale in onore di uno degli imperatori giapponesi, in particolare colui che aveva riunito la nazione. Il Giappone, infatti, è stato a lungo diviso in tanti piccoli regni. A seguito di un concorso internazionale, la mia idea – anche sotto forma di alcuni schizzi – verrà poi realizzata per un altro cliente. Sono convinto che certi progetti o opere architettoniche riuscite possano trovare più vite e reincarnarsi in altri contesti, alla faccia della sciocchezza che recita «*form follows function*».

Nel 2001 ho partecipato all'*International Competition New Turin Cultural Centre*, per realizzare la grande Biblioteca Centrale di Torino. Il mio progetto è risultato vincitore, ma poi

Fig. 9. M. Bellini, International Exhibition and Congress Centre Villa Erba a Cernobbio, 1991. Schizzi di studio e vista del progetto realizzato.

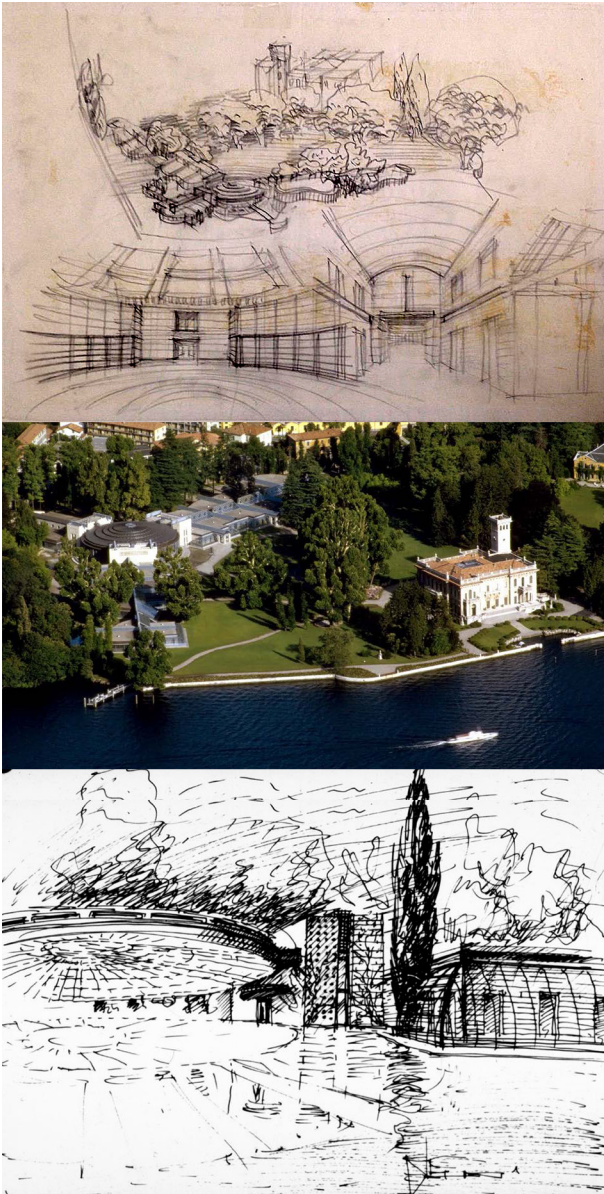
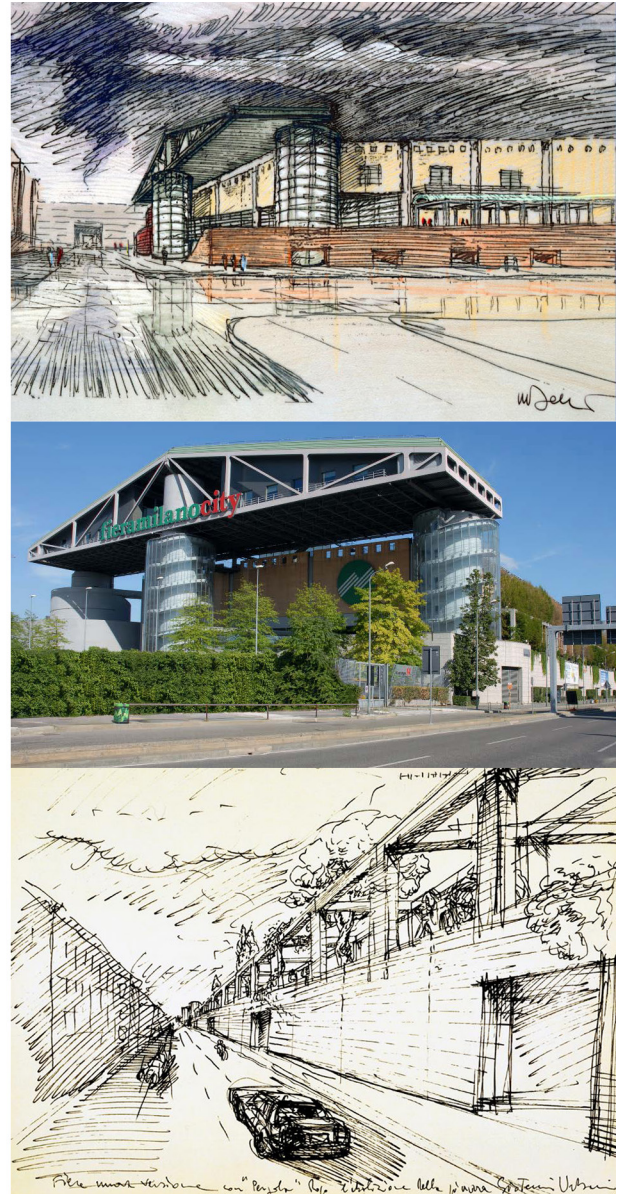


Fig. 10. M. Bellini, Milan International Trade Fair, Portello District a Milano, 1987-1997. Schizzi di studio e vista del progetto realizzato.



non è stato realizzato, come spesso avviene con i bandi delle amministrazioni pubbliche italiane, nonostante fosse già stato affidato e già pagato il progetto esecutivo, con un contratto definitivo. Nel corso di questo progetto avevo disegnato una serie di schizzi su di un piccolo foglio e uno in particolare ci è sembrato il più significativo, la fonte dell'idea iniziale, che descriveva la parte anteriore del progetto. Lo schizzo è stato ripulito, ingrandito e ne è diventato il simbolo, il disegno di riferimento che ho più e più volte riprodotto e reinterpretato in vari *mood* ambientali, oltre che essere stato di guida per realizzare un modello in scala.

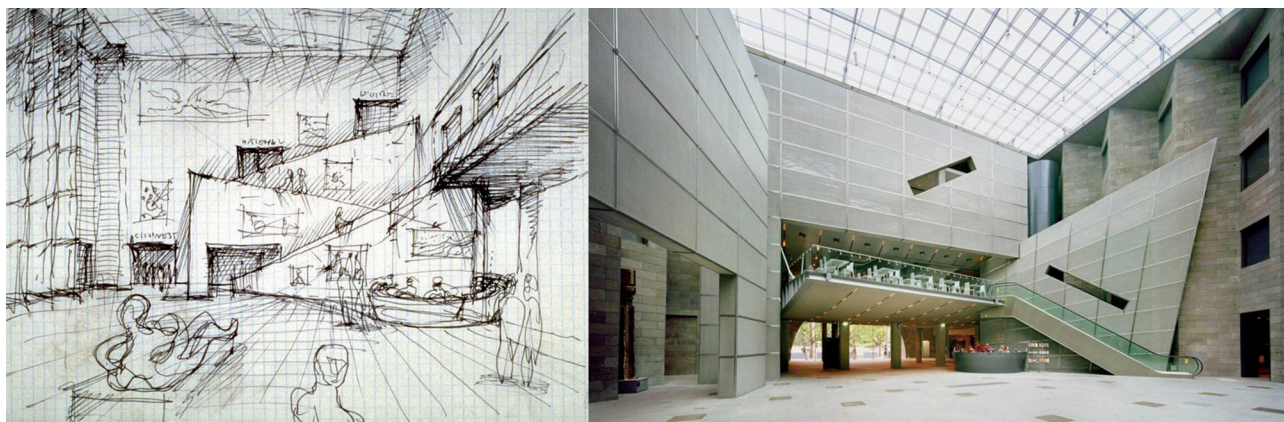
Per il *Département des Arts de l'Islam* dentro la *Cour Visconti* del Museo del Louvre (2005-2012) ho concepito, nell'ambito di un concorso di progettazione in cui sono risultato vincitore, questa specie di nube dorata volante, sorretta da una serie di aste 'danzanti' (fig. 12). Uno schizzo in particolare è abbastanza efficace, sebbene sia sostanzialmente postumo (anche qui è stato necessario "avere" uno schizzo (per *public relations*), mentre in realtà la nube l'avevo creata modellando con le mani uno spezzone di maglia metallica, poi rilevata digitalmente con una nube di puntini), che raffigura proprio questa idea e che io riprendo spesso come riferimento, ridisegnandolo con colori differenti per poi regalarlo, magari in occasione di aste di beneficenza, con la mia firma. Si tratta di un mantello che sembra essere sollevato da terra, in aria, come fosse in volo all'interno della *Cour Visconti*, una delle settecentesche corti del Louvre di Parigi: una copertura che è chiusa con un vetro invisibile. L'opera continua all'interno di un piano in-

terrato molto visitato, raggiungibile entrando dalla piramide. Questo è un altro di quei casi in cui volevano lo schizzo, che ho disegnato dopo, naturalmente. In questa occasione sono state realizzate anche alcune immagini di rendering, perché il direttore generale del Louvre era rimasto molto colpito dal nostro progetto, e voleva vedere la soluzione ipotizzata, con lo straordinario tetto iridescente. I rendering, quindi, dovevano servire a mostrare l'effetto finale. Per questo motivo abbiamo prodotto anche alcuni segmenti al vero come esempio, provando a convincere il nostro committente e, successivamente a realizzare il progetto (con molto successo). La struttura è generata da triangoli, che riescono a rendere questa superficie 'volante' – quasi 'sognante' – da fogli di alluminio stirato e dorato, color oro e argento, con un effetto ancora più interessante sotto la luce.

Per il MiCo, il *Milan International Congress Center* di Milano (2008-2012) ho disegnato una copertura a forma di mantello, di chioma, poi realizzata di colore argenteo, dorato. Mi trovavo spesso a pranzare in un ristorante dei Navigli, dove avevo lo studio, e sulle tovaglette di carta da macellaio, disegnavo a matita. In quelle occasioni mi ero inventato questa idea: una specie di chioma che copriva il terminale dell'edificio dell'ex Portello Fiera, che si affacciava verso la città, verso l'attuale *City Life*. I vuoti e i tagli della copertura devono rispondere a puntuali requisiti per la sicurezza al fuoco: si tratta di vie di fuga, libere dall'alto.

Uno dei progetti più recenti è il *Residential, Cultural and Sports Complex 'Oasis' Gulf Area* a Doha, in Qatar, del 2012.

Fig. 11. M. Bellini, *National Gallery of Victoria* a Melbourne (Australia), 1996-2003, schizzo di studio e vista del cortile interno.



In quest'area, che ospiterà i campionati del mondo di calcio previsti per il 2022, ho progettato su incarico elementi volanti nello spazio, riprodotti con elaborazioni di rendering. Ho immaginato l'esterno di

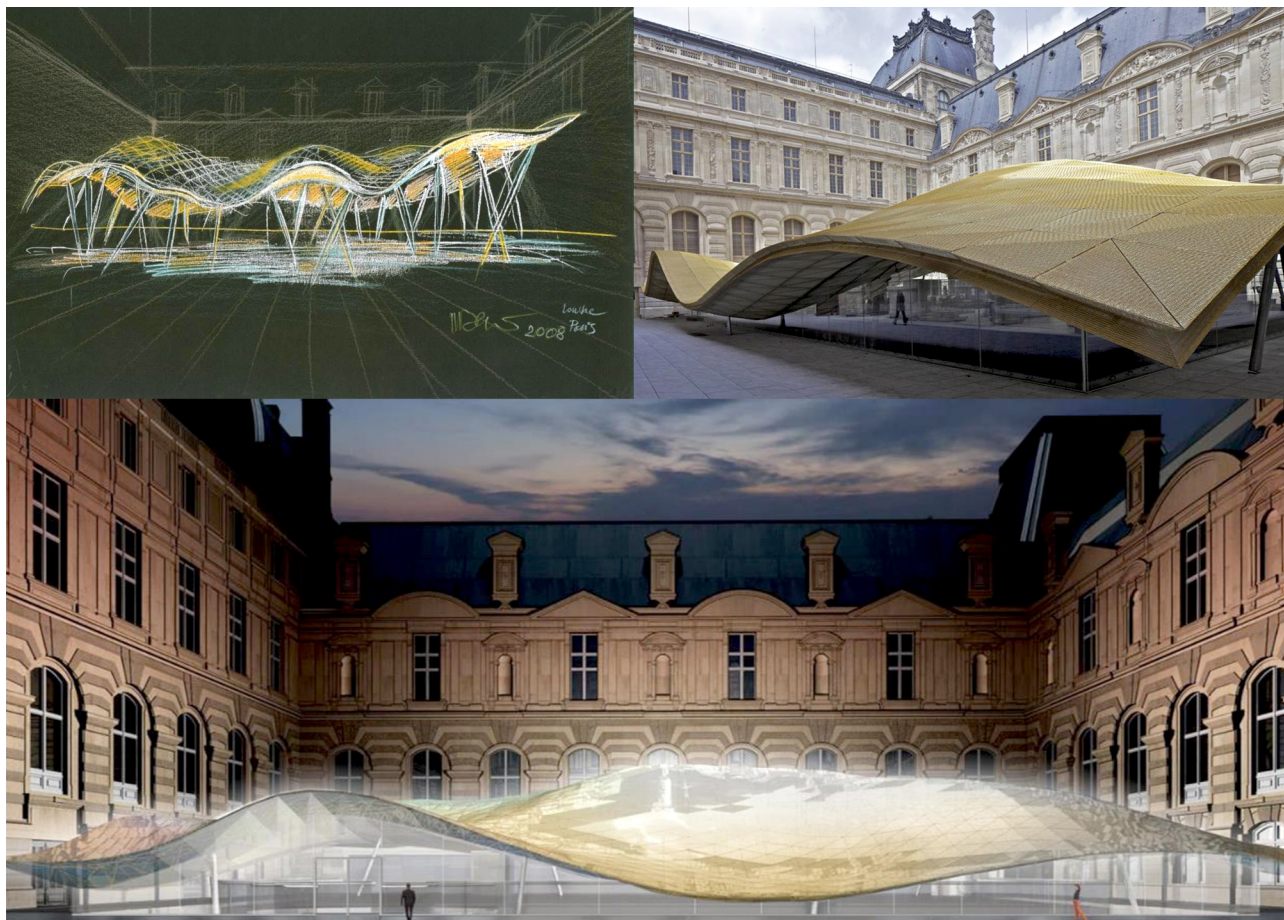
questo enorme impianto tutto a gradoni e completo di attrezzature e strutture. Erano previsti trentadue campi da calcio, campi da training per gli allenamenti e alberghi per le squadre da calcio.

Autore

Mario Bellini, Mario Bellini Architects, www.bellini.it

Il testo è in corso di pubblicazione nel volume di Camilla Casonato e Marco Muscogiuri dal titolo *Mario Bellini. Il disegno del progetto*.

Fig. 1.2. M. Bellini, Museum of Louvre, Department of Islamic Arts a Parigi (Francia), 2005-2012. Schizzo di studio, vista del progetto realizzato e immagine di rendering.



Pianta di Padova

Giovanni Valle



La *Pianta di Padova* di Giovanni Valle: ipertesto/iper-rappresentazione *ante litteram*

Andrea Giordano

La città di Padova viene rilevata da tecnici coordinati da Giovanni Valle, il quale elabora, disegna e “rettifica”, sotto la direzione di Simone Stratico – il cui ruolo non è ancora stato chiarito [1] – una mappa che poi verrà incisa a Roma, entro il 1784, da Giovanni Volpato. Per motivi tecnici la grande superficie del disegno viene trascritta su 20 lastre in rame di vario formato [Ghironi, Mazzi 1985] e risulta essere, nella sua edizione originale, una delle più importanti e celebri carte della città. Eseguita secondo precisi criteri di misurazione geometrica, si configura quindi come una registrazione puntuale della condizione urbana di Padova nel XVIII secolo [Zaggia 2009]. Per questa ragione il documento riveste un ruolo di grande rilievo storico poiché cristallizza la *forma urbis* di Padova prima delle grandi trasformazioni ottocentesche e novecentesche. La mappa di Padova del Valle si pone ai vertici di una lunga tradizione cartografica che precede i concetti della geometria descrittiva e la codificazione rigorosa delle proiezioni ortogonali, così come furono formulate solo un decennio dopo

da Gaspard Monge a l'École Polytechnique di Parigi [Cardone 1996; Cardone 2017]. A partire dal Rinascimento, infatti, la rappresentazione della città aveva abbandonato il suo ruolo simbolico per descrivere le effettive fattezze fisiche dei luoghi e dell'architettura, basandosi su strumenti di misurazione e regole matematico-geometriche che vedevano nell'*Ottica* e negli *Elementi* di Euclide i principi ispiratori [Stroffolino 1999].

Quello che colpisce dell'opera del Valle è la sua effettiva “composizione”, che vede, ai due lati della proiezione planimetrica dell'ambito urbano, un insieme di vedute prospettiche che raffigurano alcuni luoghi urbani selezionati secondo logiche precise di rappresentazione dei valori e dei significati monumentali in relazione agli orientamenti ideologici della committenza [Mazzi 1985, pp. 32, 33].

Come molti cartografi del Settecento il Valle ha scelto di superare i limiti dello spazio e del tempo in un unico documento, coniugando più “vedute” della città con la sua “forma” planimetrica, come se un fruitore del documento

Articolo a invito a commento dell'immagine di Giovanni Valle, non sottoposto a revisione anonima, pubblicato con responsabilità della direzione.

potesse assumere contemporaneamente più posizioni di osservazione. Questa operazione può essere interpretata come una sorta di zoom ottico sui luoghi più importanti di Padova, una strategia di rappresentazione che, seppure eseguita a scala di maggiore dettaglio, urbano e orografico, vede nella Galleria delle Carte Geografiche, eseguita in Vaticano da Egnazio Danti tra il 1581 e il 1583, il suo precedente più illustre [Gauthiez 2006].

Tale composizione non è quindi nuova: la storia della cartografia di realtà urbane ne annovera di analoghe, precedenti e contemporanee, tra tutte la pianta di Roma del Nolli, quella di Napoli del Duca di Noja [Bevilacqua 2010] e – almeno per quanto riguarda l'area veneta – la pianta dell'Ughi di Venezia. Anche in questi casi la composizione è la stessa: una proiezione planimetrica dettagliata e una serie di viste prospettiche che offrono precisi scorci. Si superano, integrandole, due modalità distinte di rappresentazione della città, facilmente ravvisabili nella storia della cartografia: la veduta e la proiezione planimetrica [Nuti 1996]. Nel caso della veduta, abbiamo un rimando evidente a quella che oggi chiameremmo “vista 3D” di un ente a tre dimensioni, con un intento di mostrare come appare, dal punto di vista spaziale quell'ente, nel caso della proiezione planimetrica, l'intenzione è chiaramente quella di leggere e comunicare un dato metrico/geometrico, nel caso di una città indirizzato certamente ad una lettura di rapporti, interessi e proprietà della *forma urbis*. Nel caso della *Pianta di Padova del Valle* – così d'altronde come per l'Ughi – si anticipa un concetto attraverso l'unione di più rappresentazioni: un ipertesto, in cui è possibile cogliere contemporaneamente molteplici informazioni, anche per la presenza di didascalie ed elenchi di strade, edifici e luoghi notabili [2].

Proviamo infatti a leggere tale elaborato proprio in termini di ipertesto. O meglio, tale elaborato è una iper-rappresentazione e deve gestire dati, organizzarli ed offrire dei risultati in termini di comunicazione. Entriamo nel dettaglio. In quanto iper-rappresentazione, la *Pianta del Valle* si configura come strumento non solo di visualizzazione, ma soprattutto di conoscenza e comunicazione dell'architettura e della città, facilitandone la rapida ed accurata analisi di una vasta quantità di dati complessi e variabili. D'accordo con Jean Luc Nancy, essa quindi: «non consiste soltanto nel carattere colossale, smisurato dell'apparato di rappresentazione, di dimostrazione o di spettacolarizzazione [...] consiste soprattutto in una rappresentazione il cui oggetto, la cui intenzione o la cui idea si compiono integralmente nella

presenza manifestata [...] L'iper-rappresentazione [...] è la rivelazione rovesciata, la rivelazione che rivelando non ritrae il rivelato, ma al contrario lo esibisce, lo impone e ne impregna tutte le fibre della presenza e del presente» [Nancy 2007, pp. 90, 91].

Abbiamo poi detto che si ritrovano in un elaborato del genere un numero di dati gestiti attraverso le procedure del disegno. Anzi, più in generale, attraverso le forme della rappresentazione, che si configurano quale strumento privilegiato per lo studio e la gestione di tutto ciò che identifichiamo con i termini “architettura”, “città”, “paesaggio”, la conoscenza acquista potere comunicativo; per questa ragione è importante che il patrimonio architettonico, urbano e paesaggistico si basino sulla rappresentazione per essere studiati e divulgati. Una pianta come quella del Valle, oggi come allora, deve intendersi come luogo privilegiato di conoscenza e di comunicazione: l'apporto della rappresentazione quale veicolo comunicativo è allora fondamentale. Oggi, seppur per la realizzazione di siffatti elaborati si utilizzino raffinate tecnologie digitali, prevale un'idea di allestimento “virtuale” anche di carattere scenografico, se non addirittura ludico e di intrattenimento.

Eppure i dati gestiti in una pianta del genere sono un'enorme quantità che identificano:

- qualità di natura fisico-naturalistica (la forma, le regole di conformazione, la configurazione e la trasformazione dell'architettura e degli apparati insediativi ed infrastrutturali);
- qualità di natura storico-culturale (la storia, le tradizioni, in generale il patrimonio culturale ed ambientale);
- qualità di natura sociale e simbolica (valori sociali, attitudini e saperi, valori estetici e forme di percezione consolidati nelle comunità);
- qualità di tipo funzionale (ad ogni luogo rappresentato è associato un simbolo che ne contraddistingue la destinazione d'uso).

Oggi come allora, quindi, ci troviamo di fronte all'organizzazione di una rete di dati, permettendo una contaminazione sempre maggiore con ambiti disciplinari differenti e conferendo un maggiore grado di accessibilità ad un sempre più vasto numero di utenti: infatti, la creazione di un ipertesto, e nel nostro caso di un'iper-rappresentazione, rimanda certamente ad una condizione di estrema libertà combinatoria. E se pensiamo agli esperimenti di Augmented Reality, un settore della ricerca informatica che combina il mondo reale con i dati virtuali creati al computer, ci troviamo davanti ad un'anticipazione – nel caso specifico

dell'architettura, della città e del paesaggio – delle finalità, mettendo in relazione (virtuale) entità che non hanno solo connotazioni esteriori, di apparenza percettiva (le vedute prospettiche), ma anche metriche e geometriche (la proiezione planimetrica).

A questo punto, è importante descrivere le analogie operative sul “come” mappare e referenziare proprio sull'oggetto/modello 3D informazioni di tipo metrico (rilievo architettonico, urbano, paesaggistico), di tipo analitico (studio delle fonti e dei documenti), di tipo sintetico (creazione del modello 3D – oggi anche interattivo). La tecnologia odierna come in passato mira alla localizzazione o al movimento nello spazio, così come gli attributi estetici e geometrici (colore, texture, opacità, forma, ecc.) diventano ulteriori informazioni atte alla effettiva definizione di un elaborato del genere, in grado di fornire processi, organizzazioni, e sistemi – formali, costruttivi o strutturali – di non immediata comprensione e spesso celati o taciuti.

Eppure, rispetto allo stato attuale, esistono delle differenze. Certamente in epoca contemporanea, la generazione di tecnologie CAD, GIS e BIM, note anche come *Software Object Oriented*, risulta sicuramente più versatile ed adatta. Un programma *Object Oriented* viene strutturato in numerosi oggetti di alto livello, ciascuno dei quali modella uno o più aspetti del problema che sta risolvendo ed interagisce con gli altri, “scambiandosi messaggi”, ma mantenendo il proprio stato ed i propri dati. Il termine *Object Oriented* descrive una programmazione nella quale i dati non sono definiti come linee e forme ma come oggetti

virtuali che possono essere assemblati in componenti più grandi. Si tratta pertanto di una tecnologia di software che è particolarmente adatta alla rappresentazione architettonica, strutturale, ma anche urbana. Infatti gli oggetti virtuali, in un applicazione *Object Oriented*, possono essere dotati di attributi degli oggetti fisici che rappresentano, quali la geometria e le caratteristiche del materiale ma anche efficienza energetica, costi, requisiti di manutenzione, valutazione della vita utile ecc.; la natura, quindi, della tecnologia *Object Oriented* rende più facile ed efficiente la creazione di un modello virtuale rispetto ad una serie di disegni separati, secondo uno schema mentale analogo al modo di concepire un progetto architettonico.

Eppure, se consideriamo un'iper-rappresentazione come la progettazione e la sperimentazione di un sistema coordinato ed interattivo, che articoli svariati dati in un formato di semplice ed immediata comprensione, allora una pianta organizzata come quella del Valle riesce, in particolare, a mettere in relazione dati variabili in costante flusso, procedendo, *ante litteram*, attraverso i seguenti step operativi: la progettazione di modelli/rappresentazioni 3D dotati di contenuti non solo geometrici ma anche semantici e descrittivi integrati (ad oggi diremmo: secondo il recente standard di OGC - Open Geospatial Consortium – CityGML) [De Carlo 2014; Huffman Lanzoni, Giordano, Bruzelius 2018]; l'identificazione/sperimentazione/messa a punto di metodi per il popolamento di tali modelli 3D; la sperimentazione di strumenti per la navigazione e per l'interrogazione di tali modelli, sperimentazione che oggi avviene via Web.

Note

[1] Il suo apporto sembra più una direzione scientifica che un intervento diretto. Si veda Mazzi 1987, pp. 30-37; Mazzi 2013, pp. 187-197.

[2] Interessante è notare come nel disegno preparatorio Valle indicava anche le proprietà dei singoli palazzi nobiliari.

Autore

Andrea Giordano, Dipartimento di Ingegneria civile, edile, ambientale, Università degli Studi di Padova, andrea.giordano@unipd.it.

Riferimenti bibliografici

Bevilacqua, M. (2010). Giovanni Battista Nolli, Nuova Pianta di Roma (1748). In M. Folini (a cura di). *Rappresentare la città. Topografie urbane nell'Italia di antico regime*, pp. 373-384. Reggio Emilia: Diabasis.

Cardone, V. (1996). *Gaspard Monge: scienziato della rivoluzione*. Napoli: Cuen.

Cardone, V. (2017). *Gaspard Monge padre dell'ingegnere contemporaneo*. Roma: DEI Tipografia del Genio Civile.

De Carlo, L. (a cura di). (2014). *Metamorfosi dell'immagine urbana: Rappresentazione, documentazione, interpretazione, comunicazione*. Roma: Gangemi editore.

Gauthiez, B. (2006). Histoire de la cartographie des villes aux XVIe-XVIIIe siècles. Apparition et évolution des modes de représentation. In *Città e Storia*, a. I, n. 2, pp. 359-376.

Ghironi, S., Mazzi, G. (1985). *Padova - piante e vedute: (1449-1865)*. Padova: Panda Edizioni.

Huffman Lanzoni, K., Giordano, A., Bruzelius, C. (eds.). (2018). *Visualizing Venice. Mapping and Modeling Time and Change in a City*. London-New York: Routledge.

Mazzi, G. (1987). Il disegno preparatorio: appunti sulla formazione dell'immagine. In E. Bevilacqua, L. Puppi. (a cura di). *Padova il volto della città. Dalla pianta del Valle al fotopiano*, pp. 30-37. Padova: Editoriale Programma.

Mazzi, G. (2013). Giovanni Valle's map of Padua. In D. Calabi. (ed.). *Built city, designed city virtual city. The museum of the city*, pp. 187-197. Roma: Croma.

Nancy, J.L. (2007). La rappresentazione interdetta. In M. Bellini. *L'orrore nelle arti. Prospettive estetiche sull'immaginazione del limite*, pp. 77-101. Napoli: Cristian Lucisano Editore

Nuti, L. (1996). *Ritratti di città: visione e memoria tra Medioevo e Settecento*. Venezia: Marsilio.

Stroffolino, D. (1999). *La città misurata: tecniche e strumenti di rilevamento nei trattati a stampa del Cinquecento*. Roma: Salerno.

Zaggia, S. (2009). Dis-armare e attrezzare la città: mura, strade, edilizia a Padova tra Otto e Novecento. In *Città e Storia*, a. IV, n. 2, pp. 389-401.

RAPPRESENTAZIONE/MATERIALE/IMMATERIALE

Teorie del disegno e pratiche digitali per il progetto

Il disegno per l'innovazione del progetto e per il design

Il disegno per la modellazione e la prototipazione rapida

Il disegno per il progetto delle “*smart cities*”

The Drawn City.

Architectural Graphic Art: Tradition and Modernity

Sergei Tchoban

I regard architectural drawing as not just a means of communication, but also an important way to study the contemporary urban setting. It helps me think about what architecture is today, in an age when the multi-vectoral nature of architecture's development has reached its apogee. Drawing is a path to oneself and to understanding what is happening around you and what you like in architecture. Here, of course, I cannot entirely separate my practice as a draughtsman from my main job: in terms of end result, drawing and architecture are very different from one another, but the two types of activity are based on reflections on one and the same subject – how to make cities interesting today, how to create *mises-en-scène* which in terms of quality and visual intrigue are a worthy match for the best examples offered by history.

I began drawing very early, at a secondary school specializing in art attached to the Academy of Arts in Leningrad. Almost immediately, I realized that my main interest in drawing was architecture. I found all these *mises-en-scène* involving cities – not just Leningrad, in which I grew up, but also the ancient Russian cities of Novgorod, Rostov Veliky, and Pskov – extremely exciting, and the genre of drawing with its special agility and incompleteness was the best way of translating those internal experiences into artistic imagery. And I have to admit that I have lived all my conscious life with this. To this day, I draw a great deal myself – from life, as well as fantasies that are reflections on the urban environment, and, of course, sketches for architectural projects. I have always been interested in drawings by other people – in outstanding examples in this field. Aleksandr Benoit wrote in his memoirs: "By their very essence, drawings are

Articolo a invito per inquadramento del tema del focus, non sottoposto a revisione anonima, pubblicato con responsabilità della direzione.

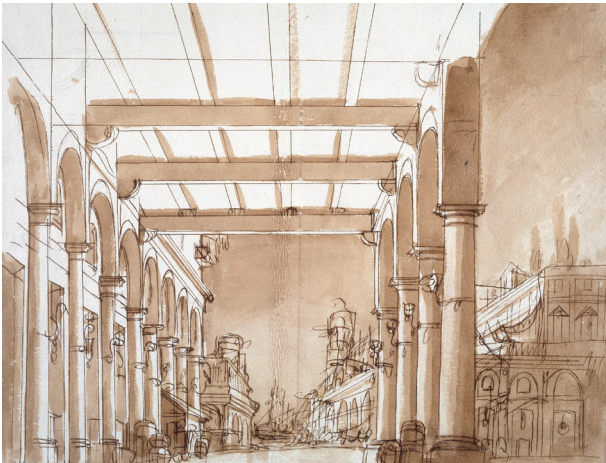


Fig. 1. Pietro di Gottardo Gonzaga, Set Design. Arcade with a flat roof on a town square, early 19th century, quill, dry brush and sepia, 448 x 552 mm (Tchoban Collection).

of great value: they are a kind of confession by the artist; they allow us to look into the secret places in the artist's creative work" [1]; this is something with which I can only agree. I have always been very interested to see which particular architectural subjects specific architects and artists have chosen to set down and which techniques they have used in order to convey their impressions. As soon as I had the financial opportunity to create a collection, approximately 20 years ago, I set about doing so. The first work which I consciously acquired, realizing that it could be the beginning of a collection, was a drawing by Pietro di Gonzaga of scenery for the theatre. Subsequently, a part of this drawing became the basis for the pattern of one of the tiers of the façade of the Museum for Architectural Drawing, which was built to my design (in collaboration with Sergey Kuznetsov) in Berlin in 2013. At the same time, I was interested in Japanese engravings. I still, from time to time, acquire for my collection engravings by Utagawa Hiroshige from the first edition of his series '100 Views of Edo'. There was also a period when I collected Russian art; to this day I bow down before the achievements of Aleksandr Benoit (1870-1960) and Mstislav Dobuzhinsky (1875-1957). Later, it's true, I gave part of my collection relating to Russian art to the museum's endowment fund for subsequent sale to finance construction of the museum building. But the core



Fig. 2. Pierre-François-Léonard Fontaine, View of the Roman Forum, 1788, brush in grey tone, quill and Indian ink, 483 x 627 mm (Tchoban Collection).

of my collection is works by masters from the 18th and 19th centuries – that period which is justly known as the 'Golden Age' of architectural graphic art. Architectural drawing came into being as an intermediate and ancillary genre, a way of depicting a future building on a plane. During the course of the 16th and even 17th centuries the emphasis was on the applied nature of this genre, with no opportunity for individual techniques and merits to be manifested to their full. Simultaneously, this period saw the development of the drawing depicting a view (*veduta*), a genre which, as the art critic Vladimir Sedov has noted, "was rather harsh and precise in the hands of architects and in the hands of artists gentle and rich in eye-catching effects, but often architecturally weak or inexact" [2]. As a genre, the drawing also had an applied, preparatory character; but by the late Renaissance had developed its own forms, media, and original style, and had also acquired its own circle of followers and connoisseurs. However, the drawing depicting a view, especially of a city or buildings, was a special case; it exhibited various different aims on the part of the artist – a tendency for either picturesqueness and freedom on the one hand or documentary precision on the other. It was the convergence of these different types of graphic art – the architectural drawing, the *veduta*, and the landscape drawing – that brought the onset of the Golden Age of

architectural graphic art. What these artists, draughtsmen, architects, and engravers all had in common was the desire to create works that were complex, virtuoso, and extremely difficult to execute. These synthetic works were not views or architectural sketches; they were fantasies on the subject of reality; they drew upon well-known or already sketched parts of buildings or entire buildings to create new compositions, allowing their authors to think up and invent new combinations of rhythms, new scales, and in the final analysis to reflect on what kind of city they liked. And it will come as no surprise that the principal city which exercised artists' minds was Rome. It was acquaintance with the Eternal City that was the most important starting point for many very different architects and artists, the key to their understanding of architectural spaces and details.

In the middle of the 18th century a truly unique situation obtained in Rome, which had become a gathering place for all important forces among architects, artists, decorators, and antiquarians. The alliance between Rome and France and the emphasis on studying antiquity were factors that underwrote the existence of the French Academy in Rome; the Academy was where the most notable artists and architects of the time lived and interacted with one another. The special stipendium which they received allowed French artists to spend several years at a time in the Eternal City, in untiring search of new angles for viewing well-known and famous buildings, while also taking part in excavations aimed at discovering new buildings, paintings, or statues. This active artistic life was responsible for the emergence of a special genre – the architectural drawing depicting Rome. Among these works we may identify several main subgenres – elegiac drawings with depictions of antique ruins, views of ruins with the addition of generic scenes (sometimes including diggers or collectors), and, finally, fantasies on the theme of ancient-Roman life and ancient-Roman architectural ensembles. All these genres were especially popular among the French artists and architects who gathered around the French Academy in Rome. It is sufficient to name artists such as Charles-Joseph Natoire (1700-1777), Hubert Robert (1733-1808), Jacques-Louis David (1748-1825), Charles-Louis Clérissieu (1721-1820), or architects such as Jean-Laurent Legeay (1710-1786), Charles Percier (1764-1838), Pierre-François-Léonard Fontaine (1762-1853), and Jean-François Thomas de Thomon (1759-1813). Romans who belonged to this circle included Giuseppe Valeriani (1708-1761), Canaletto (Giovanni Antonio Canal, 1697-1768),



Fig. 3. Giacomo Quarenghi, *View of the Ponte Luciano near Tivoli*, late 18th – early 19th century, pen and grey and brown wash, Indian ink, watercolours, 269x425 mm (Tchoban Collection).

and Giovanni Battista Piranesi (1720-1778), as well as Giacomo Quarenghi (1744-1817), who subsequently left Italy to go to Russia.

There are works by all the above authors in my collection; they constitute its core – Natoire with his early drawings in blue paper with semi-fantastical, but recognizable views of Rome, Davide with his realistic depictions of typical spots in the Eternal City, or, for instance, Thomas de Thomon with his painstaking, almost documentary, recording of architecture, an approach which is in fact a profoundly original vision of antiquity. Hubert Robert likewise sometimes recorded and sometimes unabashedly made up ruins, going on to dream up little scenes relating to the study of antiquity: think of his 'Interior of the Palace', where he takes the liberty of embellishing the vestibule of the Palazzo Barberini with ancient sculptures, or his 'Architectural fantasy with excavations of an ancient city', where he gathers together all the best-known statues in a kind of abstract archaeological dump. I would especially like to single out Fontaine's 'View of the Roman Forum', a work characterized not just by a realistic recording of particularities, but also by the desire to fertilize this realism with an unfamiliar angle, to impart emphatically heroic features to a familiar view. By and large, all works of this synthetic character are distinguished by the quest for new subjects and ever new discoveries in the field of graphic techniques, and this is why they continue to be so interesting and relevant for artists and architects today.



Fig. 4. Joseph Maria Olbrich, *View of the Russian Chapel in Darmstadt*, 1904, watercolour, pencil, grey paper, 311 x 269 (Tchoban Collection).

Giacomo Quarenghi, who came to fame in Rome as a Neoclassical architect before enjoying a brilliant career in Russia, possessed a unique manner of drawing. When creating architectural views, Quarenghi was an artist characterized by comparatively intimate pieces in a light manner of execution and with elements of fantasy. His 'View of Ponte Lucano near Tivoli', for instance, is a drawing in which precisely recreated architecture is placed in an imaginary Italian landscape with mountains, individual buildings, trees, and the silhouette of a town in the background. "Equally imaginary is the staffage incorporated in the game proposed by the architect: together with him, we 'recall' something created which in reality looks different, poorer, and simpler," notes Vladimir Sedov [3].

The gradual development of archaeology took architectural drawing down the path of excessive precision and de-

tail. During the late-Classical age drawings were executed extremely precisely, in detail, correctly, and, consequently, with a kind of artistic dryness. A brilliant example of the graphic art of this period is a drawing by Leo von Klenze (1784-1864), the most important Bavarian Neoclassical architect. In his drawing depicting the forum in Rome the 'limits' of the graphic art of the time are more clearly visible: the delicate lines display craftsmanship, but a certain freedom or boldness is lacking.

There was also a gradual change in the face of the architecture of this time. In the 19th century, especially during its second half, architecture saw active quests for new forms and layout techniques, but architectural drawing continued to be an invaluable school of craftsmanship for architects. For instance, drawing served Eugène Viollet-le-Duc (1814-879), the founder of architectural restoration, as an important support in his practice. Just as active as a draughtsman was Charles Rennie Mackintosh (1868-1928), who used drawing to study the fundamental links between forms and elements and then re-told them in a completely different language. Or take, for instance, the Austrian architect Joseph Maria Olbrich (1867-1908), one of the founders of the Viennese Secession. Olbrich's graphic art is characterized by simplicity and structural clarity. Interestingly, he was equally fervent in drawing both historical and contemporary buildings. For instance, my collection contains his drawing of the Church of St Mary Magdalene in Darmstadt, which was built in 1903 to a design by Leonty Benoit (1856-1928).

Rome in its primeval beauty likewise did not lose its importance for artists and architects, remaining a desirable destination for artistic pilgrims – including for artists and architects from Russia. In his book *Moi vspominaniya* ['My memoirs'] Aleksandr Benoit described his stay in Rome as an extremely important landmark in his biography. Summing up this "artistic feast", he describes the very strong impression made upon him not so much by ancient-Roman or early-Christian monuments, as by masterpieces of the Baroque age and, in particular, St Peter's Basilica. "Where the entire Baroque system creates its miracles utterly freely and yet draws upon unsurpassable knowledge, techniques, and a feeling of architectural masses, there I felt an incomparable delight and fascination. Is this not divine architecture? Is this not artistic might at its peak?... It's a celebration enshrined for all time, an apotheosis built of stone and yet quivering with life" [4]. In a series of watercolour views of Rome created in 1903 Benoit makes this feeling visible to the viewer.

Fig. 5. Alexandre Benois, View of the Capitoline Hill in Rome, 1903, watercolour, pen in brown tone and whiting over a black chalk preparatory drawing, 233 x 335 mm (Tchoban Collection).





Fig. 6. Ivan Zholtovsky, *Painting underneath the arcs of the main building and on the tower of Palazzo Vecchio in Florence, 1909–1912*, watercolour, bronze, preparatory pencil drawing, 194x263 mm (Tchoban Collection).

The motif of Rome and Italy's elevated, even heroic beauty is characteristic of the entire circle of Russian Neoclassical-Revival architects. This felt 'heroic' quality made it possible for them not to concentrate on details, but to capture the whole, to capture it almost impressionistically, but always on a large scale. Such are the album drawings of Ivan Zholtovsky (1867–1959) and the sketches of Ivan Fomin (1872–1936). Of extreme interest is a drawing of the Baroque church of Santa Maria della Salute in Venice by Boris Iofan (1891–1976), the architect of the USSR pavilions at the world exhibitions in Paris 1937) and New York and of the never-realized Palace of the Soviets in Moscow: the subject chosen, the composition of this work, and the attention given to drawing the architectural details of the soaring cathedral are evidence of Iofan's lively and impartial interest in pyramidal compositions – an interest which he carried with him throughout his life, from his diploma project for a monument to 'Fallen Heroes' to the unrealized 416-metre-high Palace of the Soviets, which was intended to be the principal building of the Country of the Soviets. Le Corbusier (1887–1965), an innovator who substantially shaped the face of architecture in the 20th century, brought back from Soviet Russia in 1928 a drawing of the cathedrals of the Moscow Kremlin. And although the pioneer of Modernism might have been expected to renounce historical

forms, it was in fact the latter especially that he documented with great care in his album.

As I have said above, I am convinced that drawing is vitally necessary to architects in order for them to feel and understand what they like in particular urban formations and forms. It is for this reason that in my own practice I spend so much time on drawing from life, using my pencil to record almost every city – large and small – which I have the fortune to visit. Over time I have put together quite an extensive selection of drawings of urban spaces of various types.

For me, getting to know a favourite city begins with visiting its central square. What is a square? It is a space which is shaped usually by mainly public buildings, some of which play the role of architectural landmarks while others are a frame for the latter buildings, a mounting which compels the precious stone to gleam in the most attractive light. I always find it extremely interesting to study the character and rhythm of this interaction and the conditions it creates for the pulse of the city's life. For instance, Piazza del Duomo in San Gimignano, the famous city of medieval skyscrapers in Italy, which used to be the centre of religious and economic life in the province of Siena, is now a major tourist attraction. The western part of the square is occupied by the façade of the collegial church, while the northern part is formed by twin towers – the Torri dei Salvucci; together they form an extremely picturesque silhouette and dialogue of textures. If this is an example of a medieval square, then Piazza Navona in Rome is a similarly harmonious alliance of background and landmark buildings, but from the Baroque age. This square, which runs strictly north-south, is framed by eight palazzos, and its main embellishments are the church of St Agnese in Agone, whose magnificent Baroque façade was created by the architect Francesco Borromini, and three fountains (del Nettuno, dei Quattro Fiumi, del Moro) created by the architect Giovanni Lorenzo Bernini. An example of a square from the second half of the 20th century is Place Georges-Pompidou, which appeared on the map of Paris in the middle of the 1970s. The square was designed by the authors of the Centre Georges Pompidou, Renzo Piano and Richard Rogers, in 1971, at the same time as work was begun on construction of the museum complex; the architects understood very well that in order for their complex façade with its exposed utilities systems to be seen properly, there needed to be a large public space in front of the building. For the same reason the new square was placed slightly lower than the level of the surrounding urban blocks. The square is made



Fig. 7. S.Tchoban, *Piazza Navona, Rome*, 2017, pastels, charcoal, chalk, 402x602 mm.

distinctive by the enormous white ventilation shafts for the underground structures situated beneath it, and by a pronounced slope towards the museum, which allows the square to be used as an improvised amphitheatre where pedestrians can relax. Today this is a popular recreational place for citizens and, of course, tourists.

Development on the embankments of European cities is usually the same kind of multi-dimensional urban interaction of background buildings and individual architectural landmarks which together form an extremely picturesque river (or seaside) façade for their city. Here, of course, we should, above all, remember Venice, whose every embankment is as individual as a fingerprint and yet is harmoniou-

sly entwined into a uniform image of the city, whether this be the imposing façade of the Grand Canal opposite the Fish Market or a view of one of the numerous islands in the district of Castello. The embankments of many other historical cities –e.g. Ghent, Amsterdam, San Sebastián– took shape in a similar way. An important discovery for me in my travels to cities throughout the world was that the idea of interaction between landmarks and background buildings is extremely relevant for the non-European tradition of urban design as well. A good example is Suzhou, a Chinese city situated in the delta of the River Yangtze which is often called the 'Chinese Venice' due to its plethora of canals and bridges.



Fig. 8. S.Tchoban, Centre Georges-Pompidou in Paris, 2017, pastel, 395x575 mm.

And, of course, an extremely important element in the image of any city is its streets. Whether a street is pedestrian or mixed-use, what is crucial from the point of view of urban design is always the relation between the distance between the buildings, i.e. horizontals, and their height, i.e. verticals, a relation which forms a certain rhythm and mood. Thinking about the character of streets and especially about what kind they can and should be in new city districts, I usually show a drawing of a street in the historical centre of St Petersburg, the city where I was born and grew up and whose urban fabric largely shaped me as an

architect. The traditional street in historical St Petersburg is relatively wide and densely built-up on both sides. Usually, the buildings which constitute its façades are not individually memorable, but together they nevertheless create a feeling of the traditional harmony of similarity. In these buildings designed by architects who are not known to us, buildings which are usually collectively known as 'Dostoevsky's St Petersburg', what is especially important for me is the level of detailing of their façade surfaces. The presence of the finest details creates a very dense fabric, one which is diverse in terms of tactile sensations. It is this which has

given me personally from childhood onwards an absolutely distinct impression of architecture as an organism which exists in time and which is capable of ageing beautifully and with dignity, gradually becoming covered with expressive patina. There are many such streets in Rome, Paris, and Brussels too. I have found it just as interesting to study the streets of old Delhi – streets which look more chaotically built-up than those in European cities, but which also in their own way withstand the effects of time, bearing the marks of ageing with dignity. Of course, it is impossible to ignore too streets in modern megalopolises built in accordance with the principles of Modernism – avenues in Tokyo or Hong Kong formed by the outlines of high-rise buildings and even the multi-level car junctions in whose endless rings it is so easy to get lost without the benefit of precise instructions from a navigator.

However technocratic the modern megalopolis is becoming, it fortunately always has space for vegetation, and, as someone who draws, I find it incredibly interesting to observe the union of nature and the manmade environment. Interaction between architecture and nature is always an interaction between regularity and irregularity. Its literally inhuman capabilities ensure that nature always surpasses any idea man might have of freedom of form, which is why architecture, even architecture of the most sculptural kind and of extreme intricacy in terms of surface decoration, is always more controlled than free-growing trees and grass. This can be clearly seen in idyllic views of cities such as Gras and Cannes in France and even in the look of the Angkor Wat temple complex in Cambodia (which, although entirely covered in intricate carving, cannot compare in terms of the complexity of its forms with the intertwining trunks of the trees which grow against the background of these buildings).

A central place among the themes which exercise me as a draughtsman is given over to so-called 'icons' or landmarks – buildings which clearly stand out against the background of their surroundings. As a rule, these are sculptural buildings whose emphatic individuality of form serves as an expression and direct consequence of the unique functions which they perform in the structure of the city. I follow their role in the urban context using the example of structures from various different ages – from monuments of antiquity (the Pantheon) and the Middle Ages (Santa Maria del Fiore) to the most modern buildings which create a visually unfamiliar effect (an effect which 100 years ago would have seemed impossible from the point of view



Fig. 9. S. Tchoban, *Venice, view to the island San Pietro di Castello*, 2012, sepia, watercolours, 370x535 mm.

of traditional harmony) of a contrast-rich mise-en-scène involving the historical surroundings or natural landscape. Such, for instance, are works by the Russian Constructivists (e.g. the Zuev Club built on Lesnaya ulitsa in Moscow in 1927-1929 to a design by architect Ilya Golosov (1883-1945)), and almost all buildings by the celebrated Oscar Niemeyer (1907-2012), including his National Congress building in Brasília with its famous upward-pointing white bowls and the presidential Palácio da Alvorada with its distinctive plastically expressive colonnade. Incidentally, during the very short period in which the centre of Brasília was constructed Niemeyer's architectural language invented and 'sang' the melodies for almost all the architectural hits with curving volumes of various kinds which are still in extensive use to this day [5]. Consider, for instance, the forms given to modern skyscrapers and to new museums of contemporary art, buildings which are very popular today and which every more or less wealthy city considers it its duty to acquire.

For every theme in drawing I always try to select the most appropriate medium, one which allows me to convey with maximal precision the feeling that arises from a particular architectural and urban-planning situation, whether this is the scorching sun and the contrasting shadows which the sun creates on the narrow streets of Rome or, on the contrary, the morning light of the sun tinting the dome and upper part of the façade of the Pantheon to a warmer shade.



Fig. 10. S.Tchoban, Kolokolnaya Street in Saint Petersburg, 1984, charcoal, 480x345 mm.

I usually merely name the colour without trying to document it scrupulously, merely indicating whether it belongs to the warm or, on the contrary, cold chromatic spectrum. I very often choose coloured paper, using it as an additional means of creating the atmosphere I need. For instance, for a nocturnal view of the cathedral of Santa Maria della Salute in Venice coloured paper proved indispensable: by using white and light-grey pastels on dark-grey paper, I was able, I hope, to convey the feeling of mirage which envelops you when you see this church at night, especially in late autumn when the city is often shrouded in mist. Coloured



Fig. 11. S.Tchoban, Mumbai, India, clash of the epochs, 2018, sepia ink, watercolours, paper, 485x351 mm.

pencils and black paper were my irreplaceable companions on a journey through Japan; this is an ideal way to convey the texture of the wooden façades of the traditional two-storey little houses in old Kyoto. I am also very fond of using coloured paper of uneven texture coupled with white pencil, this makes it possible to recreate the tactile sensation of old plasterwork or a wall of white stone – for instance, the apparently modest façade of the church of San Marziale in the Cannaregio district of Venice, a façade which conceals rich interior decoration. I like recording the motifs of Baroque architecture with the help of dense calli-

Fig. 12. S. Tchoban, Niterói Contemporary Art Museum, 2012, Indian ink, watercolours, 308x408 mm.



graphic ornamentation and Niemeyer's floating forms with Sennelier Gris ink. The latter has a concentrated colour, but with the addition of water can become almost transparent, making it ideal for conveying the feeling of weightlessness characteristic of Modernist buildings. And although neon felt-tip pens, for instance, are not at all something you would find in my arsenal, I sometimes use them too, in order, for instance, to convey as closely as possible the character of advertising billboards and LED screens, things which are now an integral part of the look of the streets and high-rise buildings in many megalopolises.

In conclusion I would like to talk about one more theme which I have already touched upon indirectly and which is for me one of the main themes in my practice not just as a draughtsman, but also as an architect. This is the textures of the urban environment and how different materials are affected by the impact of time. There is no doubt that some materials –for instance, natural stone or brick– age with dignity and beauty while others have great difficulty in coping with time's onslaught. They enter into severe conflict with one another, and this conflict introduces into the appearance of our cities a perceptible visual discomfort. I have tried to record this situation in my drawing 'Collision of epochs', which I created in Mumbai: a Victorian building from the second half of the 19th century is shameless butted into by a building from the postcolonial period, a typical International-style structure made from concrete. This contrast-rich collision of two utterly different architectural structures and two artistic

and plastic languages had a profoundly disturbing effect on me due to the way that they compete with one another, fighting instead of interacting. Is this how it should be? I am convinced that unions of this kind should be more gentle and harmonious. "We live in an age when the figurative element in architecture has disappeared – together with the Classical order, decoration, relief, and ornamentation. At its top now reside challenge and radical dialogue, while the outskirts are occupied by the faceless, pragmatic, and beauty-less ('beauty' is a forgotten word in respect to architecture!) form of Minimalism" [6]. This is a quotation from my book '30:70. Architecture as balance of forces', which I wrote together with the architecture critic Vladimir Sedov and which has been translated into English, German, and Chinese. The subject of the book is the direction in which today's contemporary architecture –especially background architecture, which accounts for the majority of residential and office buildings built today– can develop in order to serve as a visually rich and harmonious environment for particular outstanding buildings embodying the technological and artistic attainments of their age. And in the conclusions to which I come in this study I was undoubtedly helped by drawing. By studying the city with the help of pencil and paper, I can not only better understand the character and laws of formation of our contemporary urban environment, but also seek out for it particular solutions which I then realize as an architect – on the path, I hope, to a harmonious and comfortable city, one which is not drawn, but real.

Notes

[1] Benois, A.N. (1913). Drawings collection by S.P. Yaremich. In *Starye gody* magazine, november issue, 1913. Sankt-Petersburg, p. 13.

[2] See the 2010 exhibition catalogue: *The Golden Age of architectural graphic art. Drawings by European masters from the 18th-19th centuries from the collection of Sergei Tchoban*. Moscow: Iskusstvo-XXI vek, p. 09.

[3] See the 2014 exhibition catalogue: *Only Italy! Architectural graphic art*

from the 18th-21st centuries. Moscow: Iskusstvo-XXI vek, p. 130.

[4] Benois, A.N. (1980). *Moi vospminaniya (v pyati knigakh)*. Moscow, p. 390.

[5] Tchoban, S., Sedov, V. (2017). *30:70, Architecture as a Balancing Act*, DOM publishers, p. 123.

[6] Tchoban, S., Sedov, V. (2017). *30:70, Architecture as a Balancing Act*, DOM publishers, p. 141.

Author

Sergei Tchoban, Tchoban Voss Architekten, Berlin (DE), berlin@tchobanvoss.de

Sperimentazioni prospettiche per la manipolazione dello spazio. Il finto coro di Bramante in Santa Maria presso San Satiro

Giorgio Buratti, Giampiero Mele, Michela Rossi

Abstract

La chiesa milanese di Santa Maria presso San Satiro documenta un'integrazione sperimentale tra prospettiva ed architettura nella quale la prospettiva accelerata del coro simula una profondità paragonabile a quella del transetto. L'efficacia dell'inganno prospettico dimostra la qualità della scienza prospettica locale e giustifica la ricerca delle variabili prospettiche, confrontando le ipotesi precedenti alla luce di un rilievo adeguato del coro inserito nell'architettura reale.

La ricerca si basa sulla ricostruzione tridimensionale dello spazio interno dell'architettura virtuale pensata dal Bramante. Partendo da una campagna di rilievo, che ha integrato metodologie dirette con la scansione laser, è stato ricostruito il punto di vista privilegiato attraverso la simulazione digitale dello spazio immaginario dell'architettura bramantesca. Il montaggio di 24 nuvole di punti e la successiva rielaborazione in superfici mesh ha permesso di verificare la precisione della costruzione e di apprezzare alcune anomalie inedite dissimulate dall'apparato ornamentale che rendono difficoltosa la collocazione univoca del punto di vista, in particolare il disassamento del coro rispetto all'asse della navata e altre asimmetrie d'impianto.

La ricostruzione virtuale evidenzia un punto di vista teorico diverso da quelli già ipotizzati e spiega il disegno progettuale che individua la prospettiva solida di San Satiro come il primo modello di scenografia teatrale moderna.

Parole chiave: Bramante, finto coro, prospettiva solida, prospettiva architettonica, spazio illusorio.

Introduzione

La chiesa di Santa Maria presso San Satiro, attribuita a Donato Bramante su base documentale, è nota per la prospettiva accelerata del coro che evoca una profondità paragonabile a quella del transetto per simulare uno spazio a croce latina. Essa è il primo eccezionale esempio di integrazione tra prospettiva e architettura.

Il Bramante, già detto "il Prospettivo", consolidò la sua fama con questo artificio spaziale che trasformò la prospettiva da rappresentazione razionale dello spazio in inganno percettivo. Un apparato prospettico in legno e stucco incassato nel muro di fondo trasforma uno spazio esiguo nell'illusione di un coro con una volta a botte cassettonata che prolunga la decorazione pittorica della navata. La croce commissa della pianta diventa una croce

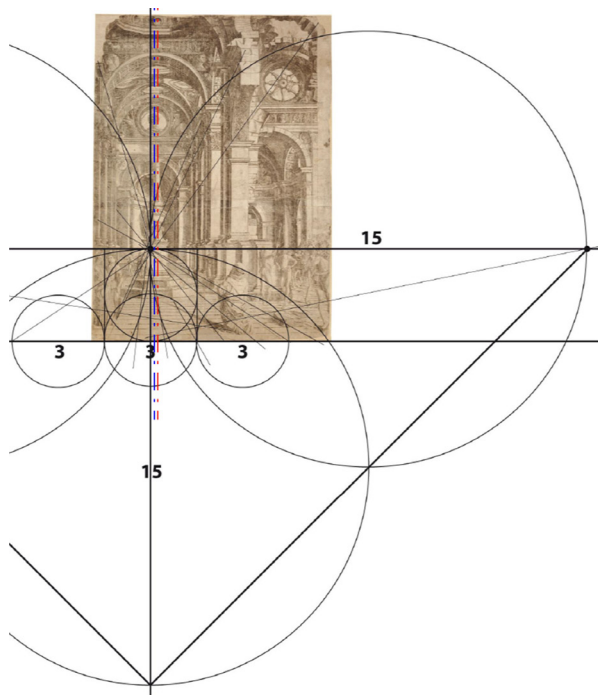
latina con un'operazione letta come un preludio alla pianta centrale. L'uso della prospettiva con un intento estraneo alla sua concezione primitiva di "misura" matematica dello spazio aprì la strada alle applicazioni scenografiche e alla decorazione degli interni con la quadratura.

Come molte altre chiese mariane del Rinascimento, per lo più a pianta centrale, la costruzione è legata ad un evento prodigioso [Lotz 1955] avvenuto nel luogo del sacello di San Satiro, fratello di Sant'Ambrogio, ed eretto prima dell'879 da Ansperto, arcivescovo di Milano [Buratti 1992, pp. 9-24]. Secondo la tradizione, nel 1442 l'immagine della Madonna con Bambino venne profanata da una pugnalata e sanguinò; il luogo divenne meta di pellegrinaggi e Ludovico Sforza approvò la costruzione di una nuova chiesa, co-

struita fra il 1478 e il 1482 [Dalai Emiliani 1980]. Bramante, per mancanza di spazio, realizza il coro in prospettiva solida. L'immagine della parte terminale della chiesa reinterpreta il modello della *Trinità* di Masaccio con una rielaborazione inedita definita "mirabile" dai contemporanei. L'idea di portare lo stacciato di Donatello a scala reale per visualizzare uno spazio diverso da quello costruito era nuova e divenne il modello della scenografia teatrale che forzata a contrarre lo spazio della scena ne definirà il principio teorico [Baglioni, Salvatore 2017].

La soluzione ha spinto molti studiosi ad occuparsi della chiesa e della sua prospettiva con la formulazione di ipotesi che indicano il punto di vista in posizioni diverse. La prima è quella di Arnaldo Bruschi [Bruschi 1969, pp. 745-750], ripresa da Filippo Camerota [Camerota 2006, p. 247, 248], che individua l'altezza del punto di vista a 2,60 m e

Fig. 1. Schema incisione Prevedari: il punto di vista disassato di 1/2 modulo evidenzia i piani di profondità sfalsando gli elementi lungo l'asse (elaborazione grafica degli autori).



fissa la distanza dell'osservatore in rapporto aureo con la larghezza del quadro, definito dall'ampiezza della campata. L'ipotesi sembra basata su una ricostruzione grafica arbitraria della geometria del coro perché non è sovrapponibile ai rilievi precedenti che sono risultati corretti. La seconda è quella di Eros Robbiani [Robbiani 1980], citato da Rocco Sinisgalli [Sinisgalli 2001, p. 264], che fissa il punto principale all'altezza di 2,10 m con l'osservatore sul limite della prima campata, equivalente a circa 13,90 m dal quadro ma anche in questo caso il disegno pubblicato non è sovrapponibile al rilievo.

La differente altezza del punto di vista sorprende. Infatti coincide con il punto di concorso delle rette che simulano la profondità del finto coro, che si può ricavare dalla restituzione dell'alzato del finto coro dei due rilievi precedenti [1]. Questi sono sovrapponibili tra loro e coerenti con il rilievo attuale. Nessuna ipotesi ha seguito il rilievo strumentale pubblicato da Adele Buratti nel 1992, più attento alla struttura della chiesa e al paramento della facciata che all'articolazione del coro, solo accennato in sezione [2]. Gli altri autori che hanno studiato la chiesa non hanno fatto indagini prospettiche e/o riferimenti all'esistenza di ipotesi diverse da quelle citate.

Entrambe le teorie fissano il punto di vista a una quota più alta di quella descritta dalla trattatistica, che l'Alberti misura in 3 braccia fiorentine, corrispondenti a circa 1,75 m, paragonabile all'altezza dell'occhio di un uomo di buona corporatura. Robbiani si preoccupa di giustificare l'altezza eccessiva con un'analisi circostanziata delle analogie con la prospettiva dell'incisione Prevedari [3], nella quale l'orizzonte è alto se viene riferito all'occhio di una figura inginocchiata, meno per le altre (fig. 1). L'incisione mette in luce un leggero disassamento del raggio principale rispetto al centro della crociera, sottolineato dalla presenza di un monumento, per effetto del quale i centri di simmetria principali non sono allineati con la prospettiva, come sembra succedere anche nella chiesa milanese per effetto del disassamento dell'asse e dell'asimmetria del coro che emergono dal rilievo eseguito.

Alla verifica le due ipotesi sembrano incentrate su restituzioni grafiche arbitrarie, basate su una ricostruzione della geometria viziata da un pregiudizio simbolico con il punto principale al centro del tabernacolo o forse su una fotografia presa da un punto di vista alto, che come può essere verificato, alzerebbe il punto di convergenza dei cassettoni della finta volta. Nessuno degli autori sembra avere fatto un rilievo misurato.

L'importanza che l'esempio bramantesco ha avuto nello sviluppo della scienza prospettica giustifica quindi un nuovo studio del finto coro, basato su un rilievo accurato dell'intera architettura, per verificare la posizione del punto di vista privilegiato della prospettiva con strumenti adeguati alla complessità dell'oggetto.

L'architettura, simulazione e costruzione

La ricerca ha perseguito l'individuazione del punto di vista privilegiato dalla ricostruzione virtuale dell'ipotesi progettuale consolidata, secondo la quale il coro simula la profondità del transetto. La ricostruzione digitale dello spazio immaginario dell'architettura bramantesca è stata ricavata dalla rielaborazione di un modello teorico dedotto dal rilievo strumentale con tecnologia laser [4] (fig. 2), nell'ambito di un progetto di ricerca nazionale dedicato alla prospettiva architettonica [5].

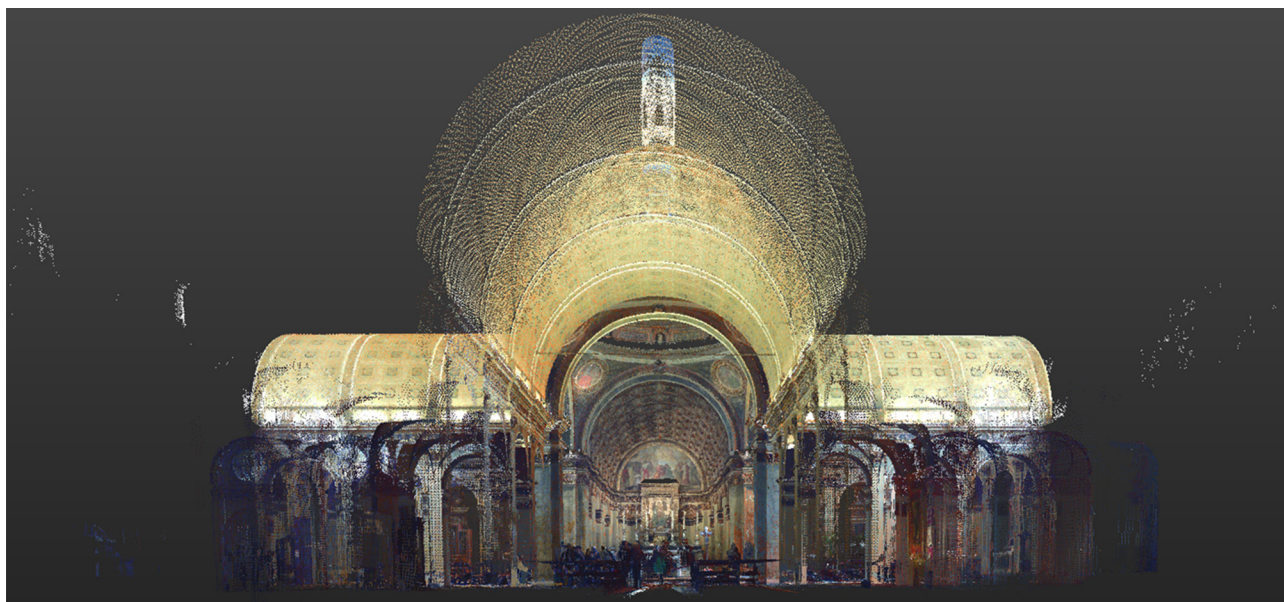
L'ipotesi era quella di ricostruire il modello teorico dell'abside virtuale utilizzando la scansione di un braccio del transetto per collimare i punti cospicui del coro prospettico e

determinare il punto di vista sull'asse longitudinale individuato dalla raggiatura dei cassettoni della finta volta, cercando i riferimenti riconoscibili nella sovrapposizione fotografica alla nuvola di punti direttamente sul modello *mesh*, senza passare attraverso un modello geometrico discretizzato.

Le scansioni tridimensionali forniscono dati cospicui e precisi, ma le nuvole di punti non costituiscono un modello tridimensionale immediatamente disponibile all'analisi geometrica della prospettiva accelerata, basata sulla collimazione dei punti reali del finto coro con quelli del modello ideale. Pertanto è stato necessario trasformare la nuvola di punti in un modello *mesh* [6], il cui livello di dettaglio fosse un compromesso tra la gestibilità computazionale della complessità del modello e la precisione richiesta dalla ricerca, con una densità poligonale elevata nel coro e meno per il resto dell'architettura (fig. 3). La sovrapposizione dei pixel fotografici resi disponibili dalla stessa scansione con nuvola con dato colore alla *mesh* rielaborata è stata fondamentale per individuare i punti cospicui da collimare anche dove la densità era minore.

Nella restituzione si è scelto di privare le superfici dalle pitture decorative, ottenendo un modello "neutro" che per-

Fig. 2. Nuvola di punti della scansione laser dell'interno della chiesa (elaborazione: Compagnia delle Misure).



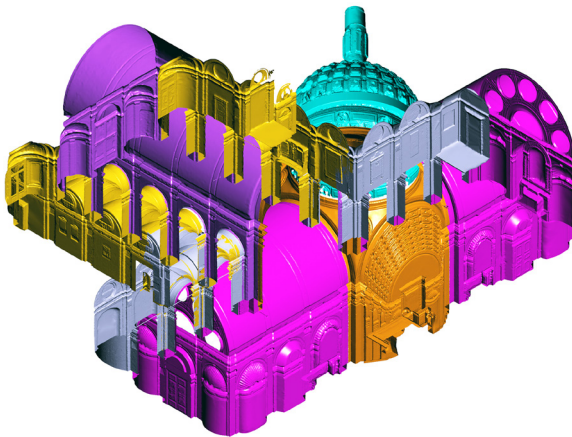
mettesse una lettura oggettiva e puntuale dell'articolazione plastica delle strutture murarie, per mettere in evidenza e facilitare lo studio delle caratteristiche geometriche e delle eventuali anomalie.

Sia la verifica delle ipotesi precedenti che la ricerca del punto di vista si basano sui dati forniti da un rilievo digitale accurato, integrato dal rilievo diretto degli elementi principali, che fornisce un'indicazione immediata e utile a individuare le tolleranze da osservare (fig. 4).

I passaggi salienti sono stati:

- il montaggio delle 24 nuvole di punti prodotte dalle scansioni necessarie al rilievo dell'interno della chiesa;
- la rielaborazione del modello *mesh* con la ricucitura delle lacune nelle zone d'ombra;
- la restituzione del rilievo diretto e la sua sovrapposizione alla sezione orizzontale della nuvola con la verifica degli "errori" di costruzione;
- la verifica della corrispondenza geometrica rispetto agli assi per l'individuazione delle anomalie costruttive;
- l'individuazione dei punti di collimazione della prospettiva solida con il coro virtuale;
- l'individuazione della retta del raggio principale [7];
- la costruzione del coro virtuale con la lunghezza del transetto, secondo il modello progettuale teorico;
- la definizione dell'intorno di intersezione delle rette di collimazione;

Fig. 3. Modello *mesh* della chiesa elaborato ottimizzando la nuvola di punti per la ricostruzione del coro (elaborazione grafica degli autori).



- il confronto di verifica con la griglia di riferimento basata sull'unità metrica della costruzione.

Il rilievo diretto ha evidenziato la regolarità metrica nella scansione ritmica della navata e del transetto, con una differenza di 2 piedi milanesi nella loro larghezza e il conseguente "allungamento" della crociera, sovrastata da una cupola appoggiata su un cornicione ovale.

Il rilievo strumentale ha confermato questa precisione costruttiva di base, accompagnata però da alcune importanti anomalie costruttive dissimulate dall'apparato ornamentale:

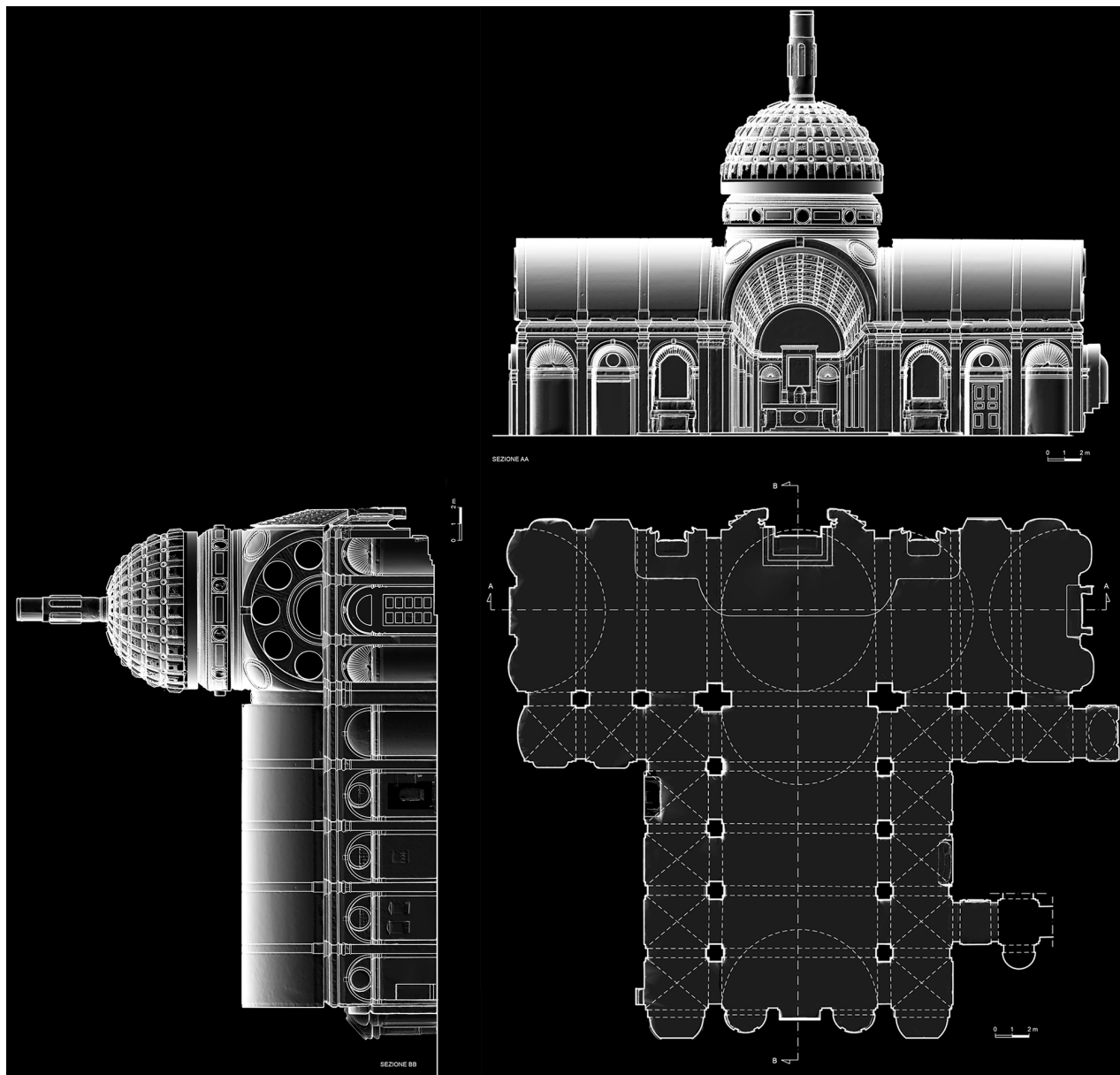
- il disassamento della navata rispetto al coro;
- il diverso disassamento della crociera rispetto a navata e coro a causa della leggera deviazione del transetto;
- una marcata quanto inavvertita asimmetria del coro e delle paraste che definiscono il quadro;
- la base circolare della cupola, emisferica, dissimulata dall'oggetto del cornicione ovale inserito nella pianta trapezoidale della crociera.

La maggiore larghezza del transetto, già apprezzabile nella nuvola di punti per l'impossibilità di collimazione delle rette di profondità della navata con quelle del coro, e la leggera deviazione del suo asse rispetto alla perpendicolare a quello della navata, sono dissimulate dalla diversa sporgenza del cornicione del tamburo sui due assi e dal rialzamento di un piede del centro degli archi e della volta della navata e del finto coro per mantenere i cervelli alla stessa quota (fig. 5, fig. 6).

La finta volta è divisa in 10 lacunari con l'imposta in corrispondenza della cornice lineare, più bassa del diametro. Sviluppate sulla circonferenza direttrice le formelle risultano 19, come conseguenza del rialzamento dell'arco stesso e della scelta di posizionare in chiave la cornice al posto della patera, come fa Alberti nel Sant'Andrea di Mantova, diversamente dagli esempi pittorici sul modello della Trinità di Masaccio. Questa soluzione contraddice la consuetudine costruttiva della volta cassettonata, ma permette di avere le cornici del coro ligneo in corrispondenza dei falsi capitelli, evitando il taglio dei lacunari e di allineare la cornice corrispondente al cervello con il concio in chiave dell'arco della crociera, sottolineando l'asse per ottimizzare l'inganno prospettico. Al contrario i finti cassettoni dipinti che decorano la volta della navata riprendono il modello pittorico, con un'inversione di ruoli tra realtà e finzione (fig. 7).

Il rilievo laser sottolinea anche l'asimmetria del coro, il cui asse verticale risulta spostato di 5 cm tra il quadro (assunto sul piano avanzato e il fondo) e il disassamento dei due archi della crociera sulla navata di circa 16 cm, che rende

Fig. 4. Rilievo dello stato di fatto, restituzione delle sezioni significative. Disegno degli autori (elaborazione grafica degli autori).

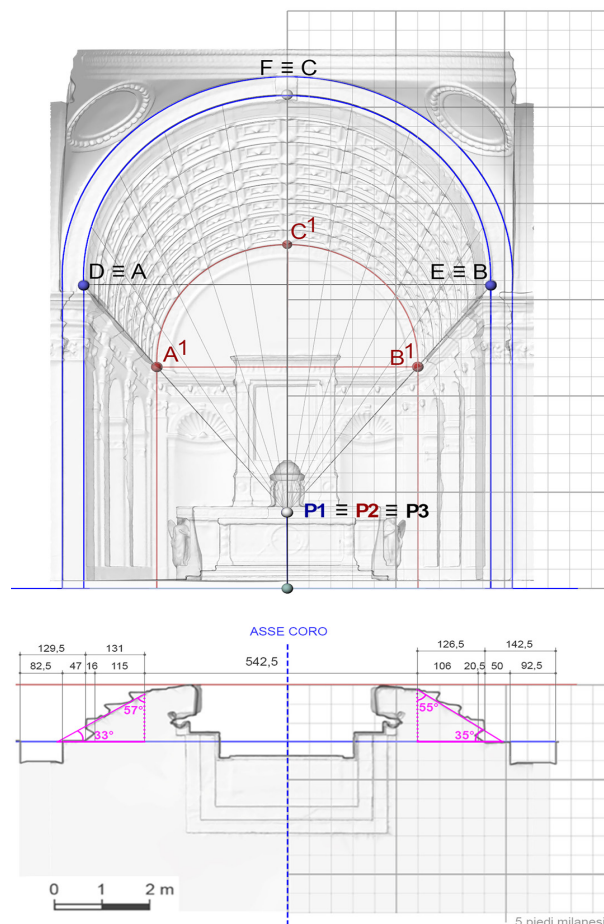
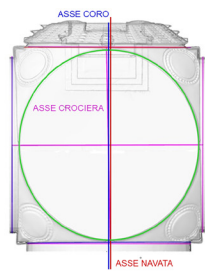
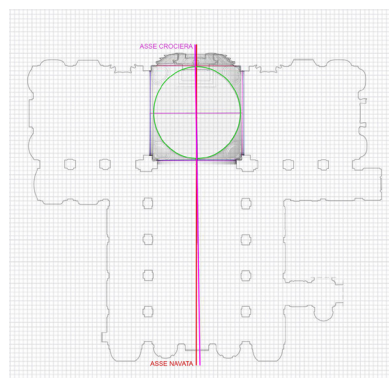


difficoltosa la determinazione univoca della distanza principale tra le due metà, mentre la larghezza differente non permette la ricostruzione diretta del coro virtuale dalla scansione del transetto, forzando al riadattamento della navata. L'asimmetria del coro si palesa nella collimazione tridimensionale dei punti cospicui del coro con la sua architettura virtuale, ricostruita a partire dalla navata per la differente larghezza del transetto, che ha evidenziato l'irregolarità geometrica nella diversa intersezione dei raggi visuali con l'asse della navata nelle due metà. La deviazione a sinistra richiama nelle proporzioni quella già evidenziata dell'incisione Prevedari. Questa asimmetria, dovuta ad una differenza di 2 gradi nell'angolo tra lo zoccolo che definisce i due piani di profondità e il quadro, sposta a sinistra la loro intersezione nel punto di vista, rendendone difficoltosa la determinazione. Il rilievo documenta la situazione attuale di un manufatto sul quale si sono succeduti una serie di interventi morfologico-conservativi di vario genere [8], che possono avere alterato la geometria degli elementi prospettici, quindi prima di procedere all'analisi si è provveduto a verificare la specificità degli stessi in relazione alla finalità della ricerca [Grecchi 2015]. In particolare l'ultimo restauro (1983-1992) ha ritrovato il pavimento originale in cotto 17 cm più in basso di quello attuale in marmo bicromo, realizzato nel 1531 dall'ing. Cristoforo Lombardi [Marrucci 1987, pp. 23-50]. Altri interventi che hanno interessato l'abside sono stati fatti sul muro su via del Falcone, che a causa dello spessore molto ridotto ha richiesto un primo consolidamento nel 1662 e ancora

nel 1937. Anche l'apparato ligneo e gli stucchi del coro sono stati più volte restaurati, ma non sembrano avere subito modifiche morfologiche, mentre il nuovo pavimento ha falsato la posizione dell'occhio dell'osservatore rispetto al disegno originale, che non aveva previsto la presenza della base nei pilastri, come si può riscontrare nell'articolazione del finto coro. Dal rilievo non sembra che l'apparato ligneo sia stato traslato verso l'alto in occasione del rialzo del pavimento, compensa-

Fig. 6. Asimmetria del coro; l'angolo in pianta compensa la diversa larghezza dei pilastri mantenendo l'altare al centro (elaborazione grafica degli autori).

Fig. 5. Irregolarità geometriche e costruttive (griglia di piedi milanesi), (elaborazione grafica degli autori).



to dal taglio della base del coro, reso possibile dalla mancanza di basi nei pilastri. Pertanto il punto principale della prospettiva non sembra alterato. Comunque il duplice rilievo individua con sufficiente precisione il punto principale in asse al punto di concorso degli allineamenti dei lacunari della finta volta, fissando l'orizzonte ad una quota molto prossima al valore ideale suggerito dalla trattatistica, verificato tenendo conto del rialzo del pavimento, invalidando le ipotesi precedenti [9]. Più complessa è la determinazione del punto di vista, posto sull'asse orizzontale alla quota del punto principale. Infatti gli allineamenti possibili non sono molti per l'approssimazione dell'apparato plastico del finto coro: le lesene prospettiche che simulano i pilastri presentano variazioni dimensionali rilevanti. Il discostamento massimo lo si ritrova nelle paraste che delimitano il coro e definiscono il quadro prospettico, che differiscono di 10 cm (82,5 cm il sinistro; 92,5 cm il destro) (fig. 8). Più che ad imprecisioni costruttive, questa asimmetria è riconducibile ad una serie di adattamenti compromissori alle preesistenze, tesi alla ricerca della soluzione più efficace e dai quali non è possibile prescindere nell'analisi della ricostru-

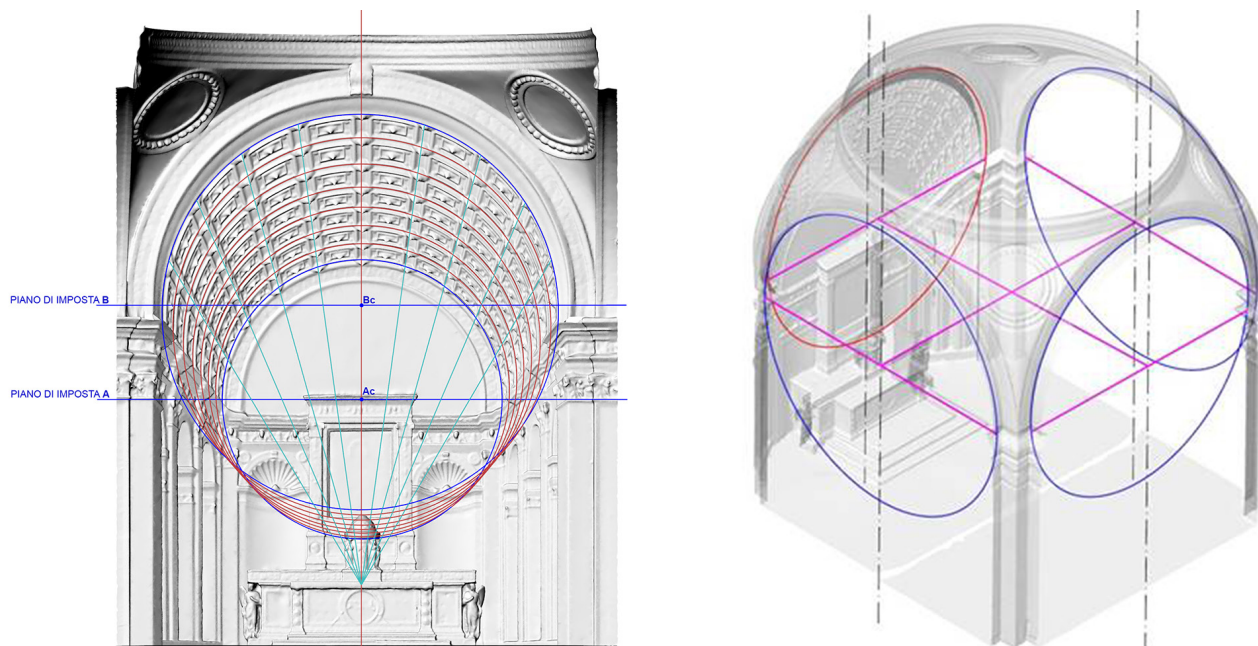
zione prospettica, per la quale manca ogni riferimento sotto la quota dell'orizzonte. Infatti, come ha sottolineato Robbiani, il pavimento del coro non è in prospettiva, sebbene sia oltre il quadro e si giustifica con la necessità di garantire la continuità visiva tra realtà e finzione.

Le irregolarità evidenziate dal rilievo rendono difficile la determinazione univoca del punto di vista progettuale, rafforzando l'inganno prospettico.

Il disegno progettuale, misura e geometria

Ripercorrendo al contrario l'ipotetico procedimento del tracciamento progettuale, il rilievo fissa l'altezza del punto principale P1 a 1,53 m dal pavimento attuale, ovvero a 4 piedi milanesi dal livello presunto del pavimento originale, più basso di circa 21 cm. Il punto di vista dista 16,97 m (pari a 39 piedi dal quadro e 42 dal piano di fondo). Il quadro oltre il quale ha origine la prospettiva solida del coro virtuale è sulle facce verso il transetto delle paraste in muratura che

Fig. 7. Analisi geometrica della prospettiva della volta. L'arco è rialzato all'imposta e la volta ha un pieno in chiave (elaborazione grafica degli autori).



separano lo spazio architettonico da quello prospettico e la distanza del punto di vista dal quadro vale quindi 1,5 volte la presunta profondità del transetto.

L'analisi del rilievo tramite una griglia quadrata in piedi milanesi consente di superare le incertezze prodotte dalle irregolarità costruttive e di formulare un'ipotesi attendibile sul procedimento progettuale.

La teoria prospettica albertiana si riflette sulla costruzione della prospettiva accelerata. La lettura del *De Pictura* eviden-

zia una serie di assiomi e di regole che vedono nella misura, nelle griglie quadrettate e nello spazio cubico un metodo di progetto rigoroso, che il trattatista riferisce in maniera empirica e il suo illustratore del manoscritto di Lucca chiarisce con un disegno che rappresenta uno schema piano che può essere riferito ad uno spazio scandito da una tassellazione cubica [Alberti 1518, f. 23r]. Durante il Rinascimento il ricorso allo "spazio cubico" era il metodo di controllo progettuale dell'architettura.

Fig. 8. Punto di vista e piani della prospettiva solida del finto coro (elaborazione grafica degli autori).

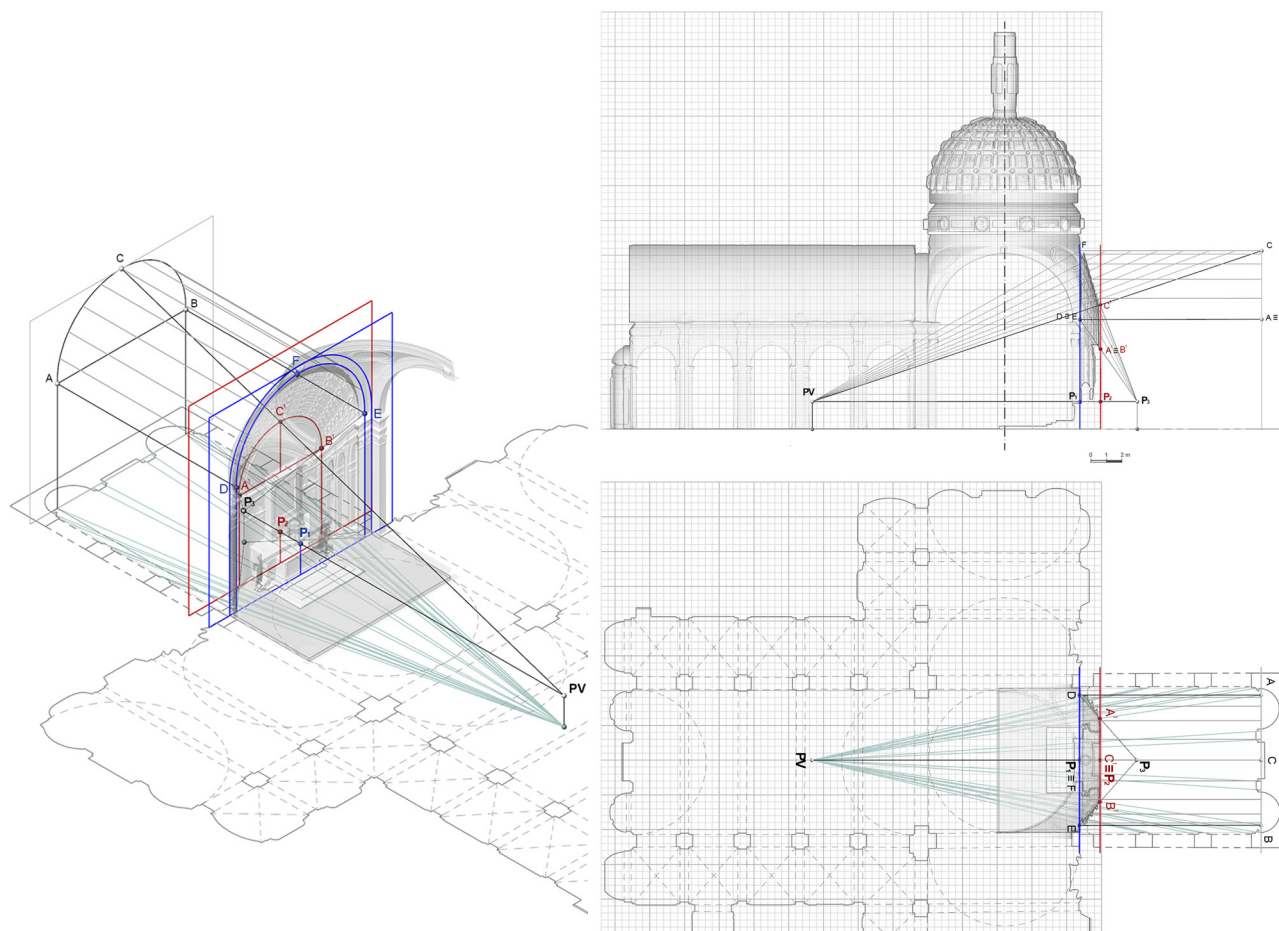


Fig. 9. Ridisegno del quadrangulus albertiano e schema geometrico con vista spaziale (elaborazione grafica degli autori).

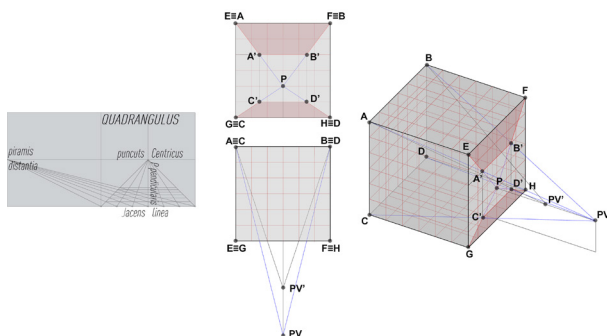
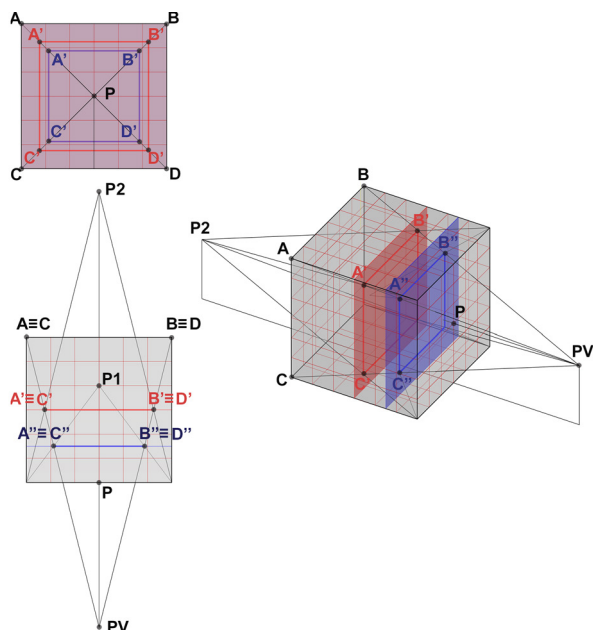


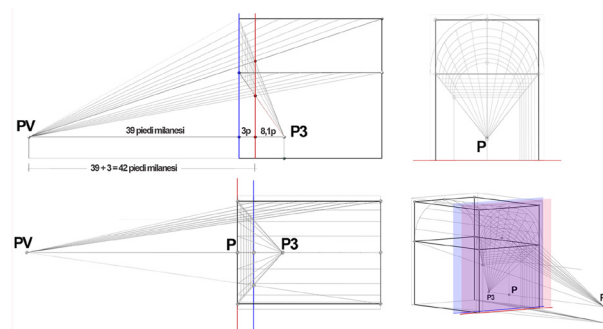
Fig. 10. Schema tridimensionale delle tre variabili della prospettiva solida: punto di vista, quadro e piano di fondo (elaborazione grafica degli autori).



L'illustrazione del procedimento per mettere in prospettiva un cubo di dimensioni note suddiviso in moduli quadrati, con il quadro su una delle facce e il punto di vista a distanza ed altezza in proporzione con la misura dello spigolo, evidenzia relazioni e coincidenze tra le variabili prospettiche. La rappresentazione del cubo in prospettiva esemplifica la possibilità di "misurare" un ambiente in cui pianta e alzato siano contenuti nello stesso schema a matrice quadrata: la griglia appartenente al quadro è rappresentazione contemporanea della pianta e dell'alzato della stanza cubica. L'idea di uno spazio cubico e il suo disegno piano sono quindi governate dallo stesso schema modulare della griglia quadrata, nella quale *ichnographia* e *orthographia* possono essere ricondotte ad uno schema che associa numero e misura anche in prospettiva.

La fig. 9 illustra la relazione tra le superfici proiettate sul quadro e la griglia posta su di esso. Il lato vale 6 moduli e le facce sono divise in 36 (6×6) quadrati più piccoli, per 216 unità cubiche, come nel grafico esplicativo delle parole dell'Alberti. Se si colloca il punto di vista A ad una distanza da una delle facce del cubo [10] pari alla lunghezza dello spigolo (6 unità) e all'altezza di 2 unità, la proiezione sul quadro dello spigolo opposto della faccia superiore coincide con la seconda linea orizzontale dall'alto della griglia del quadro, mentre la proiezione dello spigolo opposto al quadro della base del cubo corrisponde alla prima linea orizzontale della stessa griglia. Se si dimezza la distanza del punto di vista, la coincidenza fra prospettiva e griglia si verifica per gli spigoli opposti al quadro e ortogonali al piano geometrico. Con questa matrice, se si pone il punto di vista ad una distanza dal quadro pari allo spigolo del cubo e ad un'altezza pari alla metà, si ripre-

Fig. 11. Schema prospettico delle variabili della prospettiva solida del coro (elaborazione grafica degli autori).



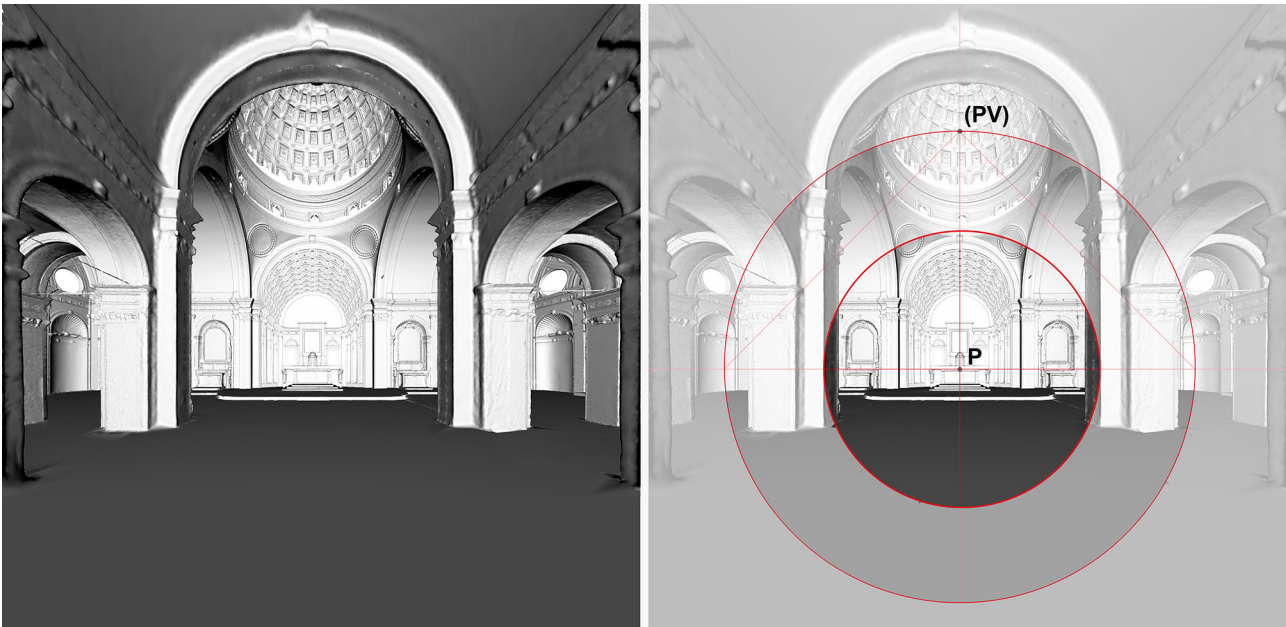
corre il problema del *quadrangulus* esposto da Leon Battista Alberti nel *De Pictura* [Alberti 1518] e poi ripreso da Piero della Francesca nell'*incipit* del *De Perspectiva Pingendi* [11], che divenne il paradigma per il posizionamento dell'altezza del punto di vista (3 braccia fiorentine = 4 piedi milanesi), ma qui si intuisce che il problema è di tutt'altra portata, avendo in sé la chiave che spiega la costruzione della prospettiva solida, che nessuno prima di Bramante aveva osato applicare a scala reale.

Questa simulazione permette di ipotizzare che Bramante abbia applicato un procedimento di estrema semplicità, derivato dal metodo prospettico dell'Alberti, che getta le basi della concezione dello "spazio cubico" rinascimentale [12]. In San Satiro Bramante dimostra un sapere che integra architettura e pittura in un unico metodo riconducibile alla griglia quadrata. Questo strumento consentiva di pensare lo spazio in funzione di forma, numero e misura, per proiettarlo su un piano (prospettiva lineare) o per contrarlo tra due piani (il quadro prospettico e il piano di fondo), generando una prospettiva solida.

Per contrarre lo spazio nella finzione scenografica occorre fare riferimento alla relazione tra le variabili della prospettiva accelerata: la posizione relativa del punto di vista, del quadro e del "piano di fondo" π' parallelo al quadro. La contrazione dell'architettura ideata dipende dalla posizione di questo piano. Nota la profondità da contrarre e decisa la posizione del quadro π' e del punto di vista PV, si fissa il secondo piano parallelo al quadro alla distanza di 3 piedi (profondità di rilievo della prospettiva accelerata del finto coro) e si congiungono i punti notevoli A, B, C con il punto di vista: gli allineamenti intersecano il piano π' parallelo a π individuando i punti A', B', C'. Unendo questi punti con i corrispondenti sul quadro D, E, F si determinano i segmenti A'D, B'E e C'F i cui prolungamenti si intersecano in P3, che è il punto di convergenza delle parallele ai segmenti descritti dai cassettoni della volta contratta. Una volta individuati questi quattro elementi ed il procedimento metrico che li lega è facile ricavare tutti i punti della prospettiva solida.

Il tracciamento costruttivo del cassero ligneo che mantiene il pavimento orizzontale, può essere stato fatto in scala o

Fig. 12. Visione dal punto di vista teorico: lo spazio centrale unisce navata/coro, transetto e cupola (elaborazione grafica degli autori).



al vero sul pavimento, riportando in pianta e in sezione gli elementi fondamentali della prospettiva (fig. 10). Una volta preparato il tracciamento e costruita l'armatura del finto coro si procede con la definizione della posizione prospettica dei pilastri, creando una struttura lignea semplificata sulla quale definire in stucco delle parti minori, e si procede alla pittura finale.

Se si considera un cubo di lato pari a 6 unità e con una faccia coincidente al quadro prospettico e si pone il punto di vista ad una distanza pari al lato del cubo e ad un'altezza pari alla metà (3 unità) e si pone il piano parallelo al quadro ad una distanza pari alla metà del lato, il punto di intersezione P3 è simmetrico al punto di vista rispetto al piano parallelo al quadro π^1 . Se si dimezza la distanza fra il quadro e il piano di fondo π^1 portandola a $1/4$ si ha una distanza del P3 da π^1 pari a $1/3$ di quella che intercorre tra PV e π^1 . Questo ragionamento evidenzia la relazione di proporzionalità fra la distanza del punto di vista e il punto P3 rispetto alla posizione del piano π^1 .

Nel finto coro uno schema analogo fissa le misure delle variabili prospettiche: la distanza tra i due piani paralleli a 3 piedi, la distanza tra PV e P2 vale 42 piedi e la distanza tra P2 e P3 vale 8,1 come rilevato. Infine la distanza tra PV e il quadro vale 39 piedi, che equivale a 1,5 volte la profondità del coro simulato, pari a 26 piedi (fig. 11). La corrispondenza della costruzione a valori metrici significativi conferma la correttezza dell'ipotesi e documenta che gli interventi non hanno modificato la posizione e la morfologia del finto coro. Questo dimostra come negli anni ottanta del Quattrocento la scienza prospettica milanese stesse maturando i principi geometrici della scenografia, sintetizzati in questo schema facilmente adattabile a qualsiasi profondità.

Conclusioni

Quanto descritto è ciò che si deduce dal rilievo, verificando l'ipotesi progettuale teorica su un modello ideale ricostruito coerentemente all'architettura reale (fig. 12). La tesi consolidata del riferimento alla pianta centrale induce a verificare la posizione del punto di vista della situazione "teorica" di una pianta con bracci di uguale luce, quindi allineando il finto coro con la reale larghezza del transetto. In questo caso PV avanzerebbe verso il centro del braccio della croce greca, avvicinando l'osservatore al centro della navata dello spazio centrale teorico, quindi in una posizione concettualmente significativa. Ancora una volta il rilievo fugge ogni dubbio: la

particolare proporzione che la sezione longitudinale evidenzia tra la distanza del punto di vista dal quadro e la profondità teorica del coro sottolinea la correttezza della ricostruzione prospettica proposta.

Questo punto di vista teorico soddisfa i presupposti progettuali della critica e la teoria della trattatistica coeva, ma anche i presupposti percettivi già evidenziati dallo studio di Robbiani.

La maestria progettuale manifesta nell'eleganza delle relazioni tra l'architettura reale e l'apparato prospettico dimostra che una volta acquisiti gli strumenti per la misura dello spazio, l'architettura ne sfrutta le potenzialità rappresentative applicando la prospettiva alla decorazione degli interni, intesa come integrazione dell'architettura stessa.

Il significato di "misura reale" associato in origine alla prospettiva viene esteso allo spazio e stravolto dal gioco teatrale tra realtà e finzione già implicito nella realizzazione bramantesca. Il metodo descritto dall'esercizio del *quadrangolus* dell'Alberti viene applicato all'interno della scatola muraria per creare immagini virtuali che, come già le formelle brunelleschiane, diventavano "reali" perché l'immagine ha la misura della realtà.

L'identità geometrica tra l'oggetto e la sua immagine rende "vera" la rappresentazione misurata. Così la prospettiva concretizza l'artificio attraverso il quale l'immagine interagisce con lo spazio fisico, creando spazi figurati che estendono quello costruito senza soluzione di continuità. La chiave è l'integrazione del punto di vista dell'*architectura picta* nello spazio costruito, associata all'adozione di accorgimenti opportuni a dissimulare i punti critici nei quali si risolve la continuità tra lo spazio reale e quello virtuale.

Lo schema geometrico dedotto dalla lettura metrologica del rilievo rivela un'idea di spazio funzionale alla percezione scenica e alla sua rappresentazione prospettica, confermando l'importanza della geometria nel controllo dello spazio visivo. Lo schema dello "spazio cubico" risolve il problema della prospettiva solida con un semplice disegno attraverso il quale la prospettiva solida di San Satiro si propone come il primo modello di scenografia teatrale moderna. In questo modo Bramante fissa le basi empiriche prima della codifica da parte di Guidobaldo del Monte [Del Monte 1600] e l'applicazione alla scenografia teatrale barocca secondo le indicazioni pratiche di Nicola Sabbatini [Sabbatini 1638].

Così sul finire del Quattrocento a Milano la prospettiva si trasforma in un elemento di "definizione" dello spazio architettonico. La quadratura maturerà il "mirabile artificio" bramantesco, rielaborato dalla scenografia teatrale.

Note

[1] I rilievi conosciuti che potrebbero essere stati alla base delle due ricostruzioni prospettiche sono quelli di F. Cassina (1840-1862), E. Strada (1884) e F. Mansperò (1938).

[2] Eseguito dallo studio G.M.S. di Milano.

[3] L'immagine è attribuita al Bramante sulla base di un'iscrizione inserita nell'incisione che lo indica come autore.

[4] Il rilievo è stato eseguito con laser scanner Faro dal gruppo di ricerca.

[5] Ricerca Nazionale PRIN 2010-11 coordinata dal prof. R. Migliari con la partecipazione di unità di ricerca di Roma, Milano, Torino, Venezia, Napoli-Salerno, Firenze-Bologna, intitolata *Prospettive architettoniche: conservazione digitale, divulgazione e studio*.

[6] L'elaborazione del modello mesh è stata fatta con il software *Geomagic Studio 12*.

[7] Il raggio principale o asse ottico dell'osservatore è la retta ortogonale

al quadro passante per il punto di vista, che in questo caso è orizzontale ed è l'unica variabile determinabile con esattezza [Saccardi 1989, p. 236].

[8] Si veda Sistema Informativo Beni Culturali della Regione Lombardia, Scheda OARL-1j560-00062.

[9] Secondo Leon Battista Alberti 3 braccia fiorentine (1 braccio = 58,3626 cm), corrispondenti a 4 piedi milanesi (1 piede = 43,5185 cm).

[10] La faccia del cubo è al contempo quadro di rappresentazione.

[11] Piero della Francesca. (1476 ca). *De Perspectiva Pingendi*. Libro I - XII, "Da l'occhio dato nel termine posto il piano asignato degradare." [Nicco Fasola 1984].

[12] L'illustratore spiega il problema ponendo un quadrato sul geometrale di 6 x 6 braccia fiorentine con il quadro su un lato del quadrato e il punto di vista ad una distanza pari al lato del quadrato (6 braccia) ed a un'altezza pari alla metà del lato (3 braccia) [Alberti 1518, f. 23r].

Autori

Giorgio Buratti, Dipartimento di Design, Politecnico di Milano, giorgio.buratti@polimi.it

Giampiero Mele, Dipartimento eCampus, Università Telematica eCampus, giampiero.mele@unicampus.it

Michela Rossi, Dipartimento di Design, Politecnico di Milano, michela.rossi@polimi.it

Riferimenti bibliografici

Alberti, L.B. (1518). *De Pictura e De Elementa picturae*. Ms. 1448, Biblioteca Statale di Lucca.

Baglioni, L., Salvatore, M. (2017). Principi proiettivi alla base della prospettiva solida nella scenografia di Guidobaldo del Monte. In A. Di Luggo et al. (a cura di), *Territori e frontiere della rappresentazione*. Atti del 39° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione, XIV Congresso UID. Napoli 14-16 settembre 2017, pp. 267-276. Roma: Gangemi editore.

Bruschi, A. (1969). *Bramante architetto*. Roma-Bari: Laterza.

Buratti Mazzotta, A. (a cura di). (1992). *Insula Ansperti: il complesso monumentale di S. Satiro*. Milano: Banca Agricola Milanese.

Camerota, F. (2006). *La prospettiva del Rinascimento: arte, architettura, scienza*. Milano: Electa.

Dalai Emiliani, M. (a cura di). (1980). *La prospettiva rinascimentale: codificazioni e trasgressioni*. Atti del Convegno internazionale di Studi Rinascimentali. Milano 11-15 ottobre 1977. Firenze: Centro Di.

Del Monte, G. (1600). *Perspectivae libri sex*. Pesaro: Girolamo Concordia.

Grecchi, G. (2015). *Il gioco illusorio dello spazio. Dalla prospettiva del finto coro di Santa Maria Presso San Satiro alle magie ottiche delle espressioni*

contemporanee. Tesi di laurea magistrale in Design degli Interni, relatore/tutor prof. Michela Rossi. Politecnico di Milano.

Lotz, W. (1955). Die ovalen Kirchenräume des Cinquecento. In *Römisches Jahrbuch für Kunstgeschichte*, vol. 7, pp. 7-99.

Marrucci, R. A. (a cura di). (1987). *La prospettiva bramantesca di Santa Maria presso San Satiro: storia, restauri e intervento conservativo*. Milano: Banca Agricola Milanese.

Nicco Fasola, G. (a cura di). (1984). *Piero della Francesca. De Perspectiva Pingendi*. Firenze: Le lettere.

Robbiani, E. (1980). La verifica costruttiva del 'finto coro' di S. Maria presso S. Satiro a Milano. In M. Dalai Emiliani (a cura di). *La prospettiva rinascimentale: codificazioni e trasgressioni*. Atti del Convegno internazionale di Studi Rinascimentali. Milano 11-15 ottobre 1977, pp. 215-231. Firenze: Centro Di.

Sabbatini, N. (1638). *Pratica di fabbricar macchine e scene né teatri*. Ravenna: Pietro de Paoli e Gio Battista Giovannelli.

Saccardi, U. (1989). *Applicazioni della geometria descrittiva*. Firenze: LEF.

Sinisgalli, R. (2001). *Verso una storia organica della prospettiva*. Roma: Edizioni Kappa.

Una codificación de la proyección cúbica para la generación de modelos inmersivos

Lucas Fabián Olivero, Adriana Rossi, Salvatore Barba

Abstract

Los resultados de esta investigación están destinados al estudio del complejo sistema de representación generado a través de imágenes inmersivas. El objetivo general es transferir las técnicas que caracterizan los modelos inmersivos generados con imágenes raster a modelos inmersivos generados a partir de dibujos vectoriales, sin limitarnos a una mera sustitución del ente geométrico elemental punto (o píxel) con la línea. Para ello, se codifican las transformaciones desde las vistas bidimensionales a la panorámica inmersiva. Se propone un avance del estado del arte, reconduciendo los estudios al ámbito de la geometría descriptiva, ampliando el cono de visión a los 360° del espacio que rodean al observador. El trabajo se vale de estudios anteriores sobre modelos híbridos inmersivos, la proyección equirectangular y la cúbica. El estado del arte que se asume como base de partida se caracteriza de una bibliografía completa para la equirectangular, sea con propuestas de métodos intuitivos como con métodos matemáticos mientras que para la proyección cúbica los procedimientos usados hasta hoy son solamente aproximados y desprovistos del necesario marco teórico completo. El método puesto en juego prevé, como pasaje obligado, el desarrollo formulaciones geométricas que servirán de base a formulaciones matemáticas. Anunciando pasos futuros, el contenido presentado en términos gráficos, buscará ser sintetizado en un algoritmo de gráfica digital escrito ad-hoc, para sentar las fundaciones de una nueva técnica avanzada de representación.

Palabras clave: proyección cúbica, cubemap, proyección equirectangular, técnicas avanzadas de representación, panoramas VR.

Introducción: inmersividad y modelo inmersivo

«Inmersividad, proviene del lat. *immersus*, part. pas. de *immergĕre*, sumergir. Hablar de nuevas tecnologías nos lleva al concepto de inmersivo, de inmersión y de proyectos inmersivos. El criterio utilizado es estar sumergido, o contenido por algo. Lo que nos hace suponer-imaginar que al estar sumergido o inmerso hablamos de un medio ambiente, de un macro ambiente, de una escenografía, de una construcción, o una arquitectura variable» [Lolas 2014]. Un modelo inmersivo es el conjunto de elementos comunicativos (por ejemplo, textos, gráficos, sonidos, videos) y un ambiente virtual que permite fruir dicho contenido de forma interactiva.

Ambiente y contenido pueden relacionarse de diferentes maneras: el contenido se superpone a un ambiente en-

teramente virtual (*Virtual Reality*) o el contenido se superpone a un ambiente parcialmente real y parcialmente virtual (*Mixed Reality*). Existe una tercera posibilidad donde el contenido se superponga a un ambiente material real (*Augmented Reality*) que, sin embargo, se excluye de este estudio por no ser la conformación de dicho ambiente el objeto de la representación, reduciéndose a un problema técnico, de ejecución, y no uno teórico.

En *La geometria descrittiva: evoluzione di una teoria*, se comenta «Ci si accorge, allora, che la rappresentazione matematica con le sue caratteristiche di continuità e accurato controllo metrico è affine al metodo di Monge, mentre la rappresentazione numerica, discontinua e approssimata, ma agile nella visualizzazione foto realistica, è affine alla prospe-

tiva» [Migliari 2012, p. 26], por lo tanto, cuando en la representación inmersiva el elemento comunicativo principal es el mismo ambiente virtual, se puede estudiar la percepción sensorial en base a las formas en el espacio (como extensión de la perspectiva clásica) o el modelo matemático para su definición (como extensión del sistema de Monge). De aquí, dos claros objetivos se desprenden: el primero, cómo representar formas básicas en un modelo inmersivo, y el segundo, la relación de la imagen percibida con su definición constructiva.

Si aplicamos el modelo inmersivo a la arquitectura, la comprensión de ambos conceptos resulta fundamental para entender la conformación del espacio. Un espacio que puede también ser definido con una extensión de los métodos tradicionales, encontrando, gracias a esta técnica ampliada, un camino más fluido para entender los objetos en relación al contexto y el contexto en relación al ambiente urbano.

Señalamos cuanto es menester reglamentar el proceso ante el crecimiento que este tipo de representación está teniendo. A tal efecto, basta mirar por ejemplo el aumento exponencial del uso de la fotografía panorámica y todas las aplicaciones de allí derivadas. Por otra parte, la construcción de un ambiente genérico competente a arquitectos e ingenieros, entre otras cosas, porque el espacio, su ideación, configuración y materialización, constituyen la materia prima con la que trabajan; y además porque, como se verá, el estado del arte muestra ya la existencia autónoma de esta representación, parcialmente carente hasta ahora de disciplina científica y siendo este hueco donde se inserta este estudio en el intento de empezar a colmarlo.

Cabe aclarar que la definición de “virtual” expresada en este trabajo no hace referencia de forma exclusiva al uso de instrumentos digitales. Así, por ejemplo cuando se habla de modelo virtual, se propone en los términos señalados por Vito Cardone en su *Modelli grafici dell'architettura e del territorio*, es decir «con l'aggettivo inteso come ciò che è latente, ma soprattutto come ciò che possiede una potenzialità; ossia – secondo la categoria aristotelica – come ciò che è fondamentalmente potenziale inteso» [Cardone 2015, p. 342]. Extendemos dicha definición a modelos resultantes del levantamiento (reconstrucción) o destinados al proyecto arquitectónico. Como veremos, esta apertura no nos vinculará a la herramienta utilizada sino a la coherencia comunicacional de la representación, es decir, al proceso de pensamiento para la construcción de la escena.

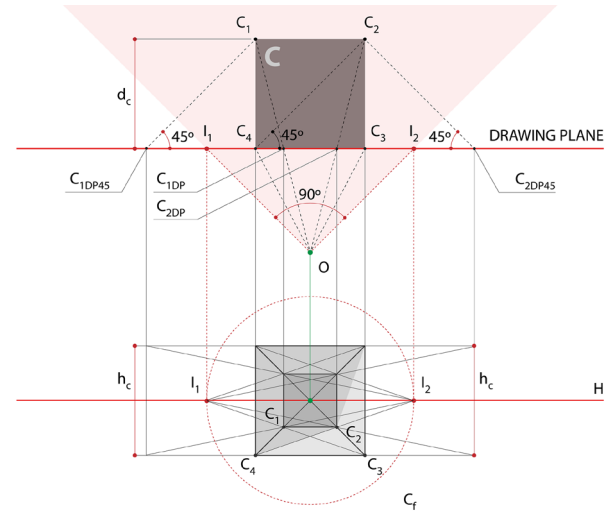


Fig. 1. Perspectiva cónica, utilización de las diagonales para encontrar C_1 y C_2 (elaboración gráfica de Lucas Fabián Olivero).

El contexto

Los primeros albores de los actuales modelos inmersivos están constituidos por enteros ambientes virtuales que podríamos referir como “instalaciones inmersivas”; algunos ejemplos serían las *trompe l'œil*, la Capilla Sixtina, los escenarios de Andrea Pozzo etc.

En este caso, el contenedor es un espacio físico real y el contenido se elabora en base a un específico punto de observación. Siguiendo dicho punto, uno puede sumergirse, ser partícipe de la épica escena y estudiar el contenido gráfico-simbólico.

A partir de allí, los primeros intentos sistemáticos de crear ambientes virtuales fueron entre el siglo XVIII y XIX, donde las escenas pintadas a 360° en la rotonda panorámica de Robert Baker y las proyecciones múltiples del Cinerama [Rossi 2018, pp. 1389, 1390; Cabezas Bernal, Cisneros Vivó, Soler Sanz, p. 5] llevaron al público el acceso a lugares remotos, como las excavaciones en Pompeya; o a momentos épicos, como la exitosa escena de la Batalla de Waterloo.

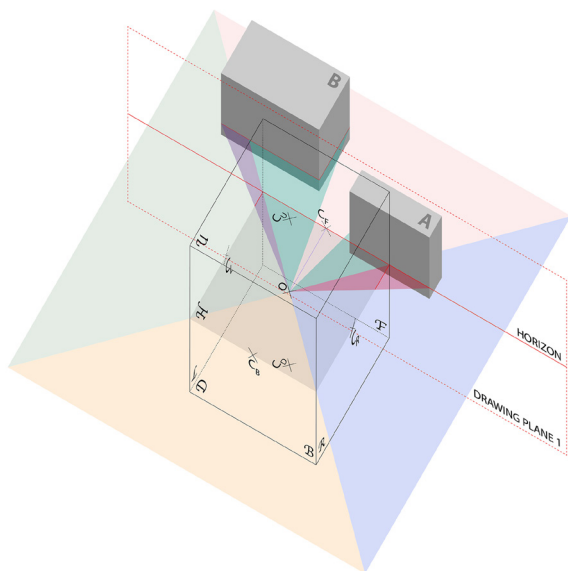


Fig. 2. Escena genérica a ser representada en proyección cúbica (elaboración gráfica de Lucas Fabián Olivero).

Hasta aquí, todo un aparatoso mecanismo se pone a disposición de la ilusión del espectador; intentando incluso “desorientar” a los espectadores haciéndolos pasar por instalaciones pensadas a tal fin: «The building was designed to disorient people as they passed from the actual to the virtual world. Spectators had to walk down a long dark hallway and climb shadowy stairs before emerging onto the viewing platform» [Shannon 2016].

El eslabón más cercano lo constituye finalmente la fotografía panorámica que evolucionó el dibujo panorámico. Con la explosión tecnológica que pone al alcance de la mano de billones de personas el teléfono celular y con él una máquina fotográfica, hoy en día podemos encontrarnos con panoramas inmersivos enteros o parciales con el simple acceso a internet.

La tecnología de Google Street View ha acercado la navegación digital a incontables lugares, por lo que la exploración arquitectónica y urbana se han transformado en un hábito cotidiano.

Hoy por hoy, los modelos inmersivos cumplen la principal función de difundir información. A su vez, existe un gran crecimiento del uso técnico de los ambientes virtuales, por ejemplo, para el proyecto arquitectónico y urbano o, como en el caso de la fotografía panorámica, como base para una modelación fotogramétrica [Barazzetti, Previtali, Roncoroni 2017].

Anamorfosis

A la base de todas estas manifestaciones y como denominador común, encontramos la representación en clave de anamorfosis. Una anamorfosis es, de hecho, un método para reducir dimensiones en el sentido más literal de la palabra. Por ejemplo, un objeto real que existe en tres dimensiones se reduce en una dimensión cuando se lo dibuja en el plano, siendo ambos equivalentes en significado, pero no en materia.

Para apreciar la “forma natural” de una anamorfosis, existe la condición fundamental de que el observador se posicione en el punto exacto donde convergen los rayos proyectados. Posicionado el observador fuera de dicho punto, sucede que los mismos elementos se verán deformados. Efectivamente, Andrea Pozzo marcó los puntos de observación en San Ignacio de Loyola con dos discos dorados para la mejor apreciación de la escena en la nave principal y la falsa cúpula. Sin embargo, esto no implica que la representación observada desde un punto diferente esté deformada (cómo sinónimo de errada, mal realizada), sino que es correcta para un único punto espacial y, como veremos más adelante, para un específico campo de observación, tal como demostrado por el matemático António Araújo en *Anamorphosis: Optical games with Perspective's Playful Parent* [Araújo 2017, pp. 73, 74]. Para producir una anamorfosis, en cambio, es además necesario tener el conocimiento de la superficie donde se proyectarán los rayos, ya que de ella dependerán la disposición de la información.

Si analizamos en detalle, la perspectiva clásica misma es un caso especial de anamorfosis. Efectivamente, la superficie de trabajo es conocida (un plano) y el grupo de rayos proyectados se reduce a aquellos contenidos en un cono de visión de 90°, dando como resultado una representación que podríamos decir acorde a la del ser humano.

«Perspective had been developed as a method representing space and spatial objects according our seeing» [Leopold 2016, p. 409]. Así, se ha visto popularizada por su carácter de común acuerdo sea para su lectura como para su elaboración.

En el caso de los modelos inmersivos ya no se trata de un plano de dibujo, sino de un contenedor espacial extendido que rodea al observador y se cierra en torno a él conformando, por ejemplo, un sólido regular de rotación. Este contenedor define una proyección durante el proceso de *flattening* (o aplanamiento). En efecto, el resultado de la codificación del desarrollo de las proyecciones de diferentes tipos de líneas en una superficie, define un tipo particular de proyección y se relaciona con las características intrínsecas de dicha superficie. Por ejemplo, la proyección equirectangular resulta ser el mapa abierto de las líneas proyectadas en una esfera, mientras la proyección cúbica (o *cubemap*), de las líneas proyectadas en un cubo.

Modelo inmersivo digital e híbrido

Los instrumentos utilizados para componer una representación cualquiera han variado desde aquellos analógicos hasta los digitales, conformando hoy en día una gama de posibilidades expresivas que se ajustan a la necesidad técnico-comunicativa definida por el objeto de la representación misma. La tecnología digital que vino en un primer momento a imitar las técnicas analógicas, ha pasado gradualmente a conformar un propio lenguaje de representación. Los modelos inmersivos aquí referidos son en su versión final, digitales, o sea montados y visualizados con tecnología digital: el ambiente virtual, la adición de contenidos y la visualización final, se realizan con soporte informático.

El ejemplo más conocido de modelo inmersivo digital es la visita virtual (o *virtual tour*), donde los ambientes utilizados como base pueden ser desde fotografías panorámicas a 360° hasta ambientes enteramente creados de forma digital con programas de modelación.

Superando el ya herrumbado discurso (pero que tantas enseñanzas nos ha dejado) sobre la primacía de las técnicas digitales o de las analógicas, nos adentramos a estudiar la posibilidad de hibridar los modelos digitales para recuperar las innumerables ventajas que ambas técnicas ofrecen.

Un modelo híbrido inmersivo por su parte será entonces generado con técnicas analógicas y visualizado con técnicas digitales. Cuenta con un ambiente virtual que puede ser realizado mediante el uso de la proyección equirectangular, o la cúbica, proyecciones que permiten sintetizar el entero panorama alrededor del observador. En este mapa de información estarán representados por lo menos seis puntos de fuga.

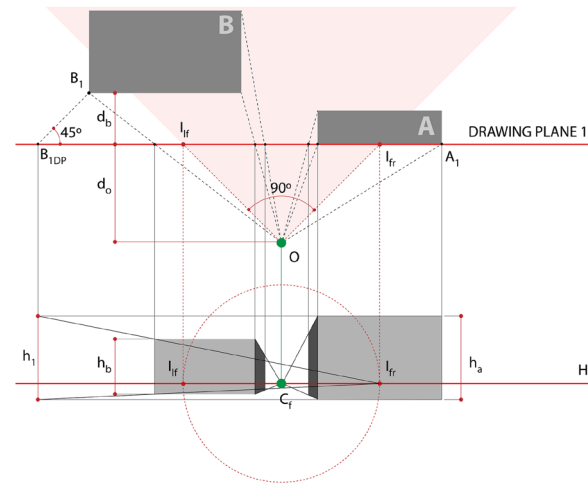


Fig. 3. Construcción de la perspectiva cónica tradicional de la escena (elaboración gráfica de Lucas Fabián Olivero).

El estado del arte

A la base de los modelos inmersivos digitales nos encontramos con dos superficies que han sido mayormente utilizadas para la creación de ambientes virtuales: la esfera y el cubo. En grandes términos, se verifica que estos desarrollos se basan en dos métodos principales: el intuitivo, a través de la aplicación de grillas preformateadas que, siguiéndolas, el usuario puede “crear” perspectivas inmersivas aunque no necesariamente siendo consciente de lo que está desarrollando; y el método geométrico-analítico-matemático, que busca el desarrollo del conocimiento de base de la proyección. Este trabajo se insertará en el segundo método.

Para las proyecciones esféricas usando métodos intuitivos, contamos con una creciente cantidad de ejemplos de arquitectos y artistas que hacen uso de una grilla como base, tal es el caso de Arno Hartmann (Alemania), Sandnes Frode Eika (Noruega) y Bruno Sucurado (Argentina), entre otros. Aquí, la grilla ha sido utilizada sea para producir ambientes virtuales imaginarios (proyecto) o para reproducir ambientes reales (levan-

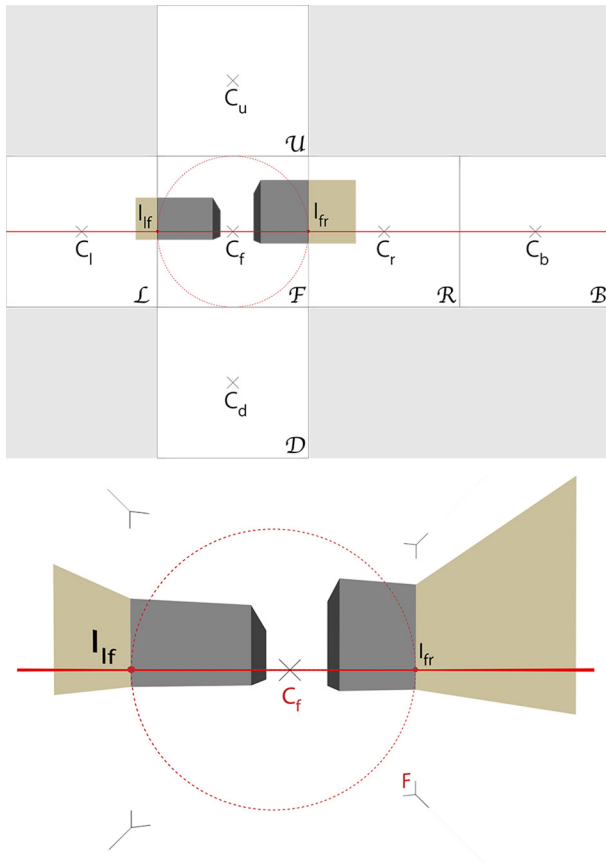


Fig. 4. La perspectiva trasladada al cubemap y su visualización inmersiva (elaboración gráfica de Lucas Fabián Olivero).

tamiento). Otro uso que se les ha dado a estos *template*, más o menos precisos, ha sido como base para software de dibujo a 360°, tal es el caso de *Sketch 360* [1]. Para las proyecciones esféricas usando métodos geométrico-matemáticos, contamos con trabajos como *Drawing Equirectangular VR Panoramas with Ruler, Compass, and Protractor* y *Constructing a total spherical perspective* [Araújo 2018a; 2018b], *La prospettiva e la costruzione dello spazio figurativo* [Masetti 2014], evoluciones o complementos de los trabajos previos *L'œil, au centre de la sphere visuelle* [Michel 2013] y de *La perspective curviligne: de l'espace visuel à l'image construite* [Barre, Flocon, Bouligand 1967]. Todos estos estudios tienen por objeto el desarrollo analítico de la perspectiva en proyección esférica, con campos visuales parciales hasta los enteros 360x360°, desglosando la resolución en elementos parciales (líneas, planos) para luego dar un método que comprenda una solución integral. El resultado es un exhaustivo material de base en términos científicos. En particular, se destaca la intención de desarrollar estas complejas representaciones a partir del uso de instrumentos simples como la regla y el compás o refiriendo, como sostiene Migliari, «la geometria classica che impiega esclusivamente la retta e il cerchio» [Migliari 2012, p. 27]. Para la proyección cúbica usando métodos intuitivos, contamos con numerosas entradas de artículos en la web en forma de tutoriales, como por ejemplo *4 Steps to create a 360 VR illustration/Painting in Photoshop* de la oficina Studio Behind 90 [2] o *Draw Sketches for Virtual Reality Like a Pro* [Kurbatov 2017]. Estas publicaciones intentan resolver el *how to* sin hablar de la proyección misma y sus características. En el mejor de los casos lo solucionan convirtiendo la grilla equirectangular en una cúbica y luego regresando nuevamente a la equirectangular. Por otra parte, con procedimientos más automatizados, fue creado el plugin *Oniride* [3] para *Photoshop 2015.5* y actualmente, como descrito en el *How to creating 360 Virtual Reality (VR) Illustration with Adobe Photoshop CC* del antes mencionado Studio Behind 90, el mismo *Photoshop* incluye ya por defecto una posibilidad de alternar entre equirectangular y una visión reducida convertida a visión plana (*flattening*). Por último, citamos el proyecto *Sketching in Space* [Habakuk, Zöllner, Müller 2010] que utiliza una instalación interactiva basada en un cubo y herramientas inalámbricas diseñadas *ad hoc*. Para la proyección cúbica usando métodos geométrico-matemáticos, cuanto indagado hasta el momento pone a disposición soluciones parciales de base raster, con un hueco de avance disciplinar para el desarrollo vectorial-paramétrico.

Contamos además con métodos que podrían adaptarse o soluciones parciales ya que el cubo se utiliza como el referente básico para dibujar formas espaciales. Algunos ejemplos son el método *Prisma T-homólogo de un cubo* usado en el *Homologías entre figuras de tercera categoría* [Fernández Rodríguez 2002, p. 2]; o el dibujo del cubo en perspectiva que realiza una «aplicación de retícula con figuras en paredes laterales y localización en su interior de dos estructuras poliédricas valiéndose de la retícula de las paredes y el suelo» [Hernández Falagán, Signes Orovay, Berdié Soriano 2015, pp. 10-12].

Estos conocimientos, sin duda valiosos como base de partida, no llegan a una solución completa a la creación inmersiva, es decir a una solución que comprenda la clasificación de líneas, elaboración de grillas, o, por ejemplo, un método de dibujo haciendo uso de formas geodésicas tal como resuelto para la proyección equirectangular [Araújo 2018a, p. 17].

Como señalado previamente en la primera parte de este trabajo [Barba, Rossi, Olivero 2018], no es exhaustiva la literatura ni sus desarrollos para resolver el problema de la proyección cúbica. De forma casi tangente,

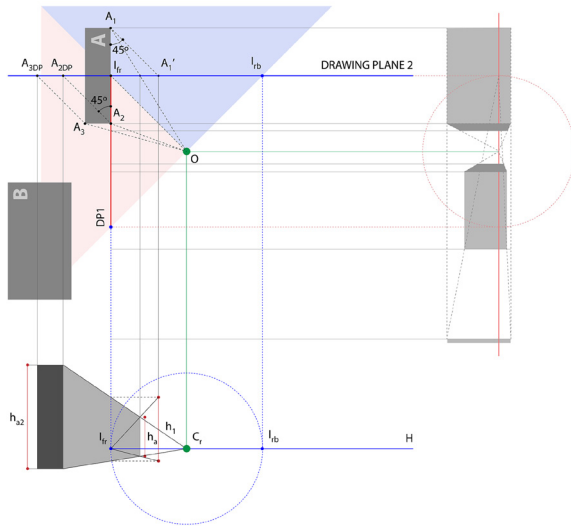


Fig. 5. Construcción de la perspectiva cónica tradicional con rotación del observador 90° a su derecha (elaboración gráfica de Lucas Fabián Olivero).

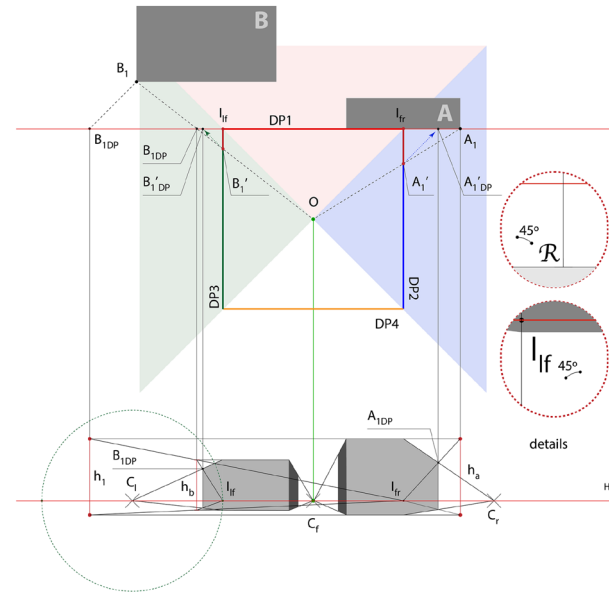


Fig. 6. Composición final de la escena realizada con uso de la proyección cónica (elaboración gráfica de Lucas Fabián Olivero).

lo más cercano son los estudios comparativos de ambas superficies en informática a través del desarrollo del llamado *environmental mapping*, tales como *Isocube: Exploiting the Cubemap Hardware* [Wong, Wan, Leung 2007], *Converting to/from cubemaps* [Bourke 2016] o *Environment Mapping and Other Applications of World Projections* [Greene 1986] que, sin embargo y como es natural para un estudio de dicha área, han planteado la noción desde el punto de vista de la performance y el rendimiento de cada una de ellas en términos de consumo de recursos a la hora de la renderización. Se evalúan allí también las bondades gráficas como los reflejos, las sombras y propias arrojadas durante la modelación 3D. En términos de textura, por ejemplo, cada píxel de la esfera (inscrita o circunscrita en un cubo), encuentra su correlación con un píxel de la textura del cubo, principalmente a través de la apreciación visual.

Recapitulando entonces, el contenido recolectado para la proyección cúbica usando métodos geométrico-mate-

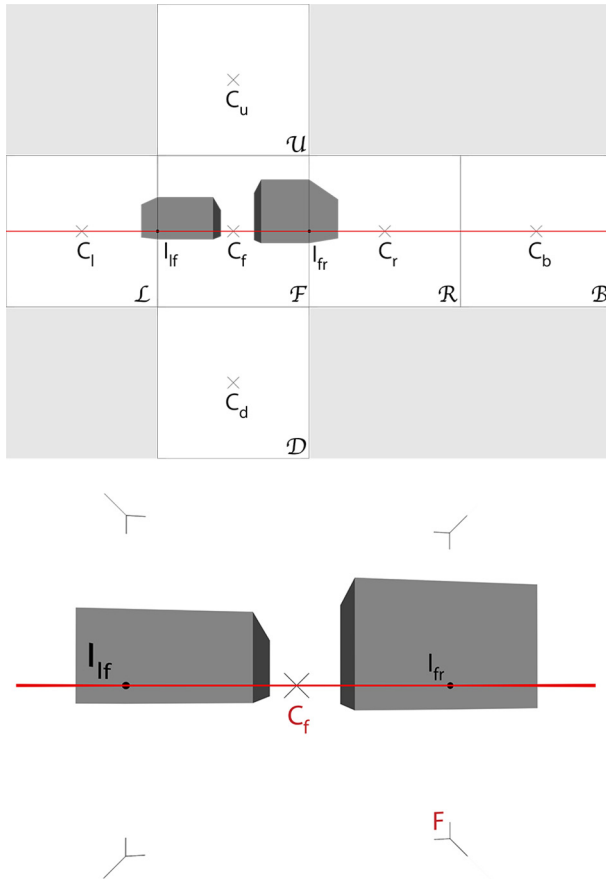


Fig. 7. Construcción final trasladada al cubemap y su visualización inmersiva (elaboración gráfica de Lucas Fabián Olivero).

máticos no llega a completar una solución holística. Los métodos empíricos por su parte, logran cubrir la ejecución pero dejando fuera de todo foco el rigor científico, pero que sin embargo testimonia el creciente interés por una técnica que pueda unificar el dibujo analógico con la tecnología VR.

El estado del arte actual nos muestra el triunfo del método de prueba y error para obtener un resultado aproximado y solamente expositivo, lo que es cuanto menos dudoso de carácter científico. Cabe en efecto recordar que uno de los objetivos de las históricas instalaciones era aumentar la afectación emocional de los usuarios (objetivo que aparentemente no ha cambiado). En el *Virtual Art* de hecho nos encontramos con «Immersion can be an intellectually stimulating process; however [...] in most cases immersion is [...] a passage from one mental state to another. It is characterized by diminishing critical distance to what is shown and increasing emotional involvement in what is happening» [Grau 2003, p. 13]. Un peligro es, por lo tanto, que la representación no se normalice a tiempo y que la inminente propagación de su uso derive en el concepto de caja negra (*black box*) [Araújo 2018a, p. 16] donde quienes hacen uso del sistema de representación no poseen realmente los conocimientos de lo que están realizando, sino que resultan meros virtuosos en el uso del software.

Geometría descriptiva de base en proyección cúbica

Se presenta a continuación un ejemplo genérico de representación con el uso de la proyección cúbica haciendo uso de las bondades de la geometría descriptiva. El objetivo es encontrar las proyecciones correctas para una representación que resultará, como veremos, fragmentada, ya que excede el normal cono de visión de 90° que contiene cada cara del cubo.

Recordemos para empezar, el ejemplo genérico de una perspectiva cónica con un punto de fuga central (fig. 1). El método aplicado nos sugiere que, definidos los rayos entre C_1 a C_4 y el observador O , en sus intersecciones con el plano de dibujo (*drawing plane* o DP), podemos encontrar la respectiva posición de cada punto en la perspectiva cónica desarrollada en la parte inferior de la figura.

C_4 y C_3 resultaran, una vez posicionados respecto a H (parte inferior del dibujo), en dimensión real. Para encontrar C_1 y C_2 en cambio, partimos de C_{1DP} y C_{2DP} resultado

de las intersecciones de los rayos C_1O y C_2O con DP. Fugando C_4 y C_3 hacia el punto central encontrando C_1 y C_2 su intersección con la continuación de C_{1DP} y C_{2DP} . Ahora bien, existe también otra posibilidad de encontrar la profundidad de elementos que no están en contacto con el plano de dibujo tales como C_1 y C_2 . Tomando, por ejemplo, C_2 y trasladándolo a 45° hasta el plano de dibujo. Dichas diagonales nos dan C_{2DP45} o C_4' . Desde allí, en continuación hacia el plano H, es posible posicionar la altura real del objeto h_c . Finalmente, se fuga hacia I_1 si se utiliza C_{2DP45} , o hacia I_2 si se utiliza C_4' para encontrar C_2 en la intersección con C_{2DP} . La elección de la diagonal a 45° no es condicionante mientras que el punto al que se fuga sea el indicado como puede verificarse gráficamente también para C_1 . Supóngase ahora una escena genérica compuesta de dos edificios A y B según figura 2 a ser representada en la proyección cúbica. Siguiendo la figura 3, iniciaremos con una clásica perspectiva cónica que fuga a un único punto central que llamaremos C_f . Diremos que ambos edificios tienen la misma altura h_1 . La fachada del edificio A es paralela y coincide con DPI. El edificio B también es paralelo a DPI, pero se ubica a una cierta distancia d_0 . Definimos un observador genérico O, posicionado a una distancia d_0 de DPI y perpendicular a él.

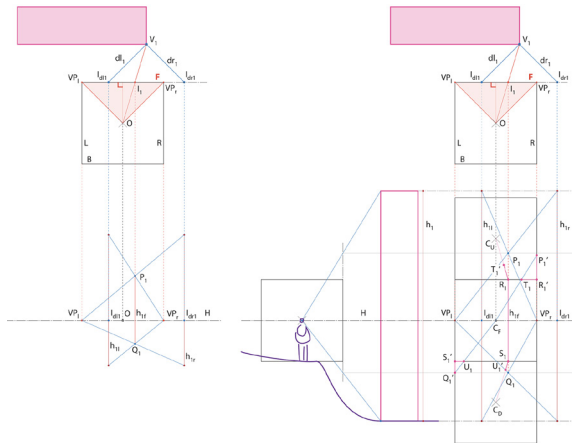


Fig. 8. Layout general del algoritmo de resolución completo para líneas horizontales y verticales paralelas a las caras del cubo (elaboración gráfica de Lucas Fabián Olivero).

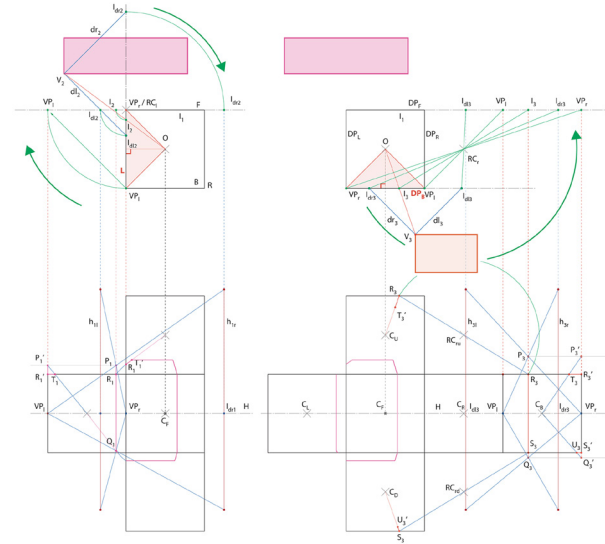


Fig. 9. Aplicación del algoritmo a un ejercicio práctico. Resolución de una línea contenida en un plano (izquierda) y a una línea dividida hasta en tres fragmentos (derecha) (elaboración gráfica de Lucas Fabián Olivero).

De las proyecciones de los vértices de los edificios A y B obtenemos las diferentes intersecciones con DPI. Extendiendo dichas proyecciones a su vez a la parte inferior hasta intersectar la línea de horizonte H, podremos comenzar a conformar la representación en perspectiva de la escena. En efecto, de la intersección de A_1 en H, podemos ubicar h_1 de acuerdo a su relación con la altura en la que se posiciona el observador. Siendo que A coincide con DPI, resulta que $h_1 = h_a$. Para encontrar h_0 en cambio, seguimos el camino apenas presentado proyectando B_1 a 45° hacia DPI. Como resultado de esta construcción, obtenemos nuestra escena completa con zonas que exceden el campo visual de los 90° . Si trasladamos esta construcción al mapa del cubo abierto (o *cubemap*) tomando cada cara con un cono de visión igual a 90° como en figura 4, cuando procedemos a su visualización inmersiva veremos que las zonas que se encuentran fuera de dicho cono se visualizan de forma errónea.

Ahora bien, si el observador girase hacia su derecha, es posible reconstruir solamente el edificio A que se encuentra dentro

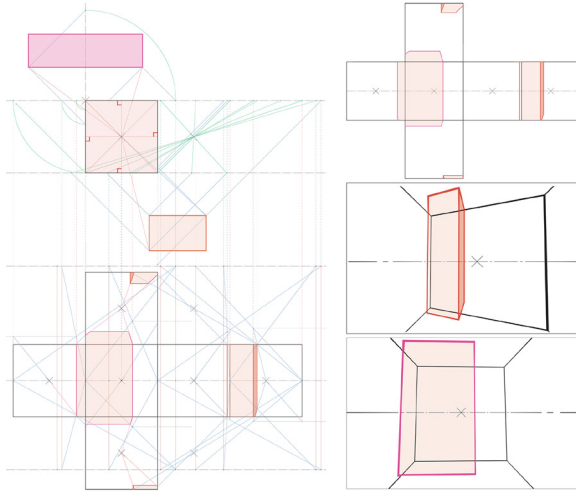


Fig. 10. Aplicación del algoritmo generado a vértices en planos de dibujo diferentes del frontal: L, R (izquierda) y B (derecha) (elaboración gráfica de Lucas Fabián Olivero).

de su campo visual (fig. 5). En este caso, el plano de dibujo es DP2, perpendicular a DP1. Llamaremos al punto de fuga Cr. Puede apreciarse en figura 5 que la parte por delante de DP2 se resuelve de la misma forma que al inicio de esta sección, es decir trasladando en este caso A_2 y A_3 en un ángulo a 45° hacia DP2. Encontraremos la altura del edificio en correspondencia con el punto I_{fr} , intersección de A con DP2. Fugando desde C_r se obtienen las alturas proyectadas en correspondencia con A_{2DP} y A_{3DP} . A continuación, como puede verse en figura 6, si sustituimos el contenido reconstruido dentro de nuestro campo visual centrado en Cr y lo posicionamos en la cara derecha R del *cubemap*, la navegación inmersiva da como resultado una visualización correcta.

Se verifica entonces que el uso de un cuadro de dibujo ortogonal al primer escenario planteado, da como resultado la anamorfosis correcta.

Completaremos a continuación la parte restante regresando al dibujo inicial.

Nos proponemos plantear un método directo, que nos permita encontrar las intersecciones sin la necesidad engorrosa de rotar cada 90° o rotando la menor cantidad

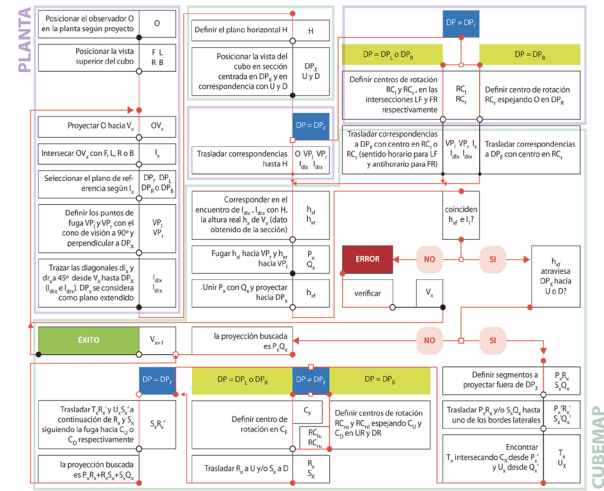


Fig. 11. Resolución completa ejercicio práctico de aplicando el algoritmo generado (izquierda). Cubemap final y visualización VR (derecha) (elaboración gráfica de Lucas Fabián Olivero).

de veces posibles hasta lograr el entero 360. Para ello entonces nos valemos del estudio de las proyecciones en los cuatro planos de dibujo DPI a DP4 situados entorno al observador como indicado en figura 7.

Estableciendo nuevos planos de dibujo aparecen también nuevas intersecciones y por lo tanto nuevas proyecciones. Utilizaremos A_1 para verificar con lo ya elaborado. Podemos ver que en el rayo O A_1 aparece la intersección A_1' en DP2. Este punto se encuentra por delante de nuestro DPI, por lo que, para encontrar su correspondencia hemos de trasladarlo a 45° hacia DPI, lo que nos da $A_1'_{DP}$. En la perspectiva, $A_1'_{DP}$ nos da efectivamente la intersección construida en los pasos anteriores. Iterando el proceso para B_1 encontraremos el final efectivo del edificio B. Insertando el contenido final en el *cubemap* y usando la modalidad inmersiva, puede verificarse la correcta construcción de la anamorfosis (fig. 8).

Una vez elaborado el dibujo completo, habrá que agregar de forma digital los metadatos y realizar ciertos pasajes obligados para montar el modelo digital. Una primera línea guía de trabajo al respecto puede encontrarse en "CubeME", a *variation for an immaterial rebuilding* [Barba, Rossi, Olivero 2018].

El algoritmo completo

«A partir del estudio geométrico y algebraico de la homología entre figuras de tercera categoría podemos proporcionar a la Informática una serie de algoritmos que nos permitan explotar las posibilidades de esta transformación geométrica» [Fernández Rodríguez 2002, p. 1]. A modo de cierre se presenta un primer algoritmo completo para dibujar en las seis caras del cubo (fig. 8). El flujo general del trabajo se define a través de la utilización de las ya presentadas diagonales a 45°, en cuyo encuentro en perspectiva se recompone la altura buscada. A partir de esa altura se hace una doble verificación utilizando el rayo OP_x y su correspondencia (fig. 9). Se resuelve también como representar alturas fragmentadas, es decir, contenidas en más de una cara del cubo (figs. 9, 10). El todo se aplica a una representación de dos edificios genéricos con la misma altura ubicados de frente y a espaldas del observador (fig. 10) en cuya visualización inmersiva final se verifica la correcta anamorfosis (fig. 11).

Queda pendiente la resolución de líneas que no tengan como puntos de fuga los centros de las caras (o bien, líneas que no sean horizontales o verticales paralelas a las caras del cubo). Se pre-anuncia asimismo que dicha resolución total será objeto de próximas publicaciones.

Conclusiones

La proyección cúbica se presenta como una representación compleja que se nutre de los conceptos de la perspectiva clásica como punto de partida. Esta nueva forma de adaptación potencia la gráfica inmersiva. Quedan aún por desarrollar una clasificación de líneas, de los desarrollos resultantes de la intersección de planos pasantes por el cubo, como así también un método para ubicar puntos del espacio a partir del levantamiento *in situ*.

El aspecto innovador de este tipo de representación se ve sintetizado paso a paso en: primero, el siste-

ma busca fruir, definir y organizar de forma técnica cierta potencialidad hasta el momento exclusiva de lo digital, y conformar un modelo híbrido inmersivo geoméricamente definido. En efecto, gracias al uso científico de la tecnología la utilidad de las instalaciones inmersivas se ha extendido y complejizado, con la diferencia fundamental (respecto al panorama histórico) que el usuario puede interactuar y agregar contenido en tiempo real.

Estando a la base de dichos modelos el dibujo analógico, el sistema constituye un instrumento de entendimiento del espacio, de manipulación y de modelación. Vemos efectivamente, que el *upgrade* a los métodos tradicionales da un grado de aplicación extendida ya que el soporte no se limita al simple campo visual humano sino a la entera visión circundante, o sea: la relación del objeto y su inserción espacial, el edificio y su contextualización urbana; dando además (y a un mismo tiempo) una base para la carga de contenidos con posibilidad de visualización en escala real o superpuesta a la realidad material (gracias a los lentes VR).

Tercero, a pesar de ser mayor el campo visual abarcado en la representación, gracias al uso de la anamorfosis y lo digital, no se necesita un aparatoso soporte. En efecto, la tecnología viene a completar el acceso universal y de bolsillo por medio de los pequeños dispositivos móviles e internet.

Finalmente, habiendo el todo encontrado una correlación directa con la definición técnica de la anamorfosis, la perspectiva y la geometría descriptiva, como así también con el campo matemático e informático; contamos con un paquete de recursos más que suficientes para seguir el camino de un posible e innovativo sistema de representación.

Agradecimientos

Con dedicación y profundo sentir, a Vito Cardone.

Notas

[1] Cfr. <<https://www.microsoft.com/en-us/p/sketch-360/9p-89s2qlhl1t>> (consultado el 17 de febrero de 2018).

[2] Cfr. <<https://www.studiobehind90.com>> (consultado el 17

de febrero de 2018).

[3] Cfr. <<https://www.oniride.com/360art>> (consultado el 17 de noviembre de 2017).

Autores

Lucas Fabián Olivero, Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", lucasfabian.olivero@unicampania.it
Adriana Rossi, Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", adriana.rossi@unicampania.it
Salvatore Barba, Dipartimento di Ingegneria Civile, Università degli Studi di Salerno, sbarba@unisa.it

Lista de referencias

- Araújo, A. (2017). Anamorphosis: optical games with perspective's playful parent. En J.N. Silva (ed.) *Recreational Mathematics Colloquium V - Proceedings of the Recreational Mathematics Colloquium V - Gathering for Gardner Europe*, vol. 5, pp. 71-86. Lisboa, 28-31 January 2017. Lisboa: Associação Ludus. <<https://repositorioaberto.uab.pt/handle/10400.2/6647>> (consultado el 7 de marzo de 2018).
- Araújo, A. (2018a). Drawing Equirectangular VR Panoramas with Ruler, Compass, and Protractor. En *Journal of Science and Technology of the Arts*, vol. 10, n. 1, pp. 15-27. <<https://doi.org/10.7559/citarj.v10i1.471>> (consultado el 16 de mayo de 2018).
- Araújo, A. (2018b). Ruler, compass, and nail: constructing a total spherical perspective. En *Journal of Mathematics and the Arts*, vol. 12, nos. 2-3, pp. 144-169. <<https://doi.org/10.1080/17513472.2018.1469378>> (consultado el 3 de julio de 2018).
- Barazzetti, L., Previtali, M., Roncoroni, F. (2017). 3D modelling with the Samsung Gear 360. En *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XLII-2/W3, pp. 85-90. <<https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W3-85-2017>> (consultado el 15 de febrero de 2019).
- Barba, S., Rossi, A., Olivero, L.F., (2018). "CubeME", a variation for an immaterial rebuilding. En R. Salerno (a cura di). *Rappresentazione/Materiale/Immateriale. Drawing as (in)tangible representation*. Atti del XV Congresso dell'Unione Italiana per il Disegno - 40° Convegno Internazionale dei Docenti della Rappresentazione. Milano, 13-15 settembre 2012, pp. 31-36. Rome: Gangemi Editore International.
- Barre, A., Flocon, A., Bouligand, G. (1967). *La Perspective curviligne: de l'espace visuel à l'image construite*. Paris: Flammarion.
- Bourke, P. (July 2016). Converting to/from cubemaps. <<http://paulbourke.net/miscellaneous/cubemaps>> (consultado el 21 de mayo de 2018).
- Cabezas Bernal, P., Cisneros Vivó, J., Soler Sanz, F. (2014). Anamorfosis, su historia y evolución. En *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, n. 23, pp. 148-161. <<https://doi.org/10.4995/ega.2014.2184>> (consultado el 29 de enero de 2019).
- Cardone, V. (2015). *Modelli grafici dell'architettura e del territorio*. Santarcangelo di Romagna: Maggioli Editore.
- Fernández Rodríguez, M. (2002). Homología entre figuras de tercera categoría. En *Geometría y Cartografía: las más viejas ciencias, las más nuevas tecnologías*. Actas del XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica de INGEGRAF. Santander, 5-7 junio 2002, s.e.
- Grau, O. (2003). *Virtual Art: From Illusion to Immersion*. Cambridge, Mass.-London: The MIT Press.
- Greene, N. (1986). Environment Mapping and Other Applications of World Projections. En *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 6, n. 11, pp. 21-29. <<https://doi.org/10.1109/MCG.1986.276658>> (consultado el 21 de enero de 2019).
- Habakuk, I. J., Zöllner, C., Müller, A. (2010). Sketching in space. <http://theconstitute.org/sketching_in_space> (consultado el 25 de abril de 2018).
- Hernández Falagán, D., Signes Orova, F., Berdié Soriano, A. (3 March 2015). Sistema cónico-diédrico, pp. 10-12. <<https://sistemasderepresentacio.files.wordpress.com/2015/03/03.pdf>> (consultado el 10 de marzo de 2019).
- Kurbatov, V. (18 January 2017). Draw Sketches for Virtual Reality Like a Pro. <<https://medium.com/inborn-experience/vr-sketches-56599f99b357>> (consultado el 21 de mayo de 2018).
- Leopold, C. (2016). Points of view and their interrelations with space and image. En V. Viana, et al. (eds.). *Geometrias & graphica 2015 proceedings*. Proceeding of III Conferência Internacional de APROGED - Associação dos Professores de Desenho e Geometria Descritiva - XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. Lisboa, 1-3 Outubro 2015, vol 1, pp. 365-373. Porto: APROGED.
- Lolas, C. (2014). Inmersividad, orígenes y nuevos medios. En *Escáner Cultural. Revista Virtual de Arte Contemporáneo y Nuevas Tendencias*. <<http://escaner.cl/revista/node/7473>> (consultado el 3 de junio de 2019).
- Masetti, M. (2014). *La prospettiva e la costruzione dello spazio figurativo*. Tricase (LE): Youcanprint.
- Michel, G. (2013). L'oeil, au centre de la sphere visuelle. En *Boletim da Aproved*, n. 30, pp. 3-14.
- Migliari, R. (2012). La Geometria descrittiva: evoluzione di una

teoria. En M. Filippa, L. Carlevaris (a cura di). *Elogio della teoria. Identità delle discipline de disegno e del rilievo*. Atti del IX Congresso dell'Unione Italiana per il Disegno - 34° Convegno Internazionale dei Docenti della Rappresentazione. Roma, 13-15 dicembre 2012, pp. 23-29. Roma: Gangemi Editore.

Rossi, D. (2018). Brand new: panorama. L'immagine continua per il disegno della realtà virtuale. En R. Salerno (a cura di). *Rappresentazione/Materiale/Immateriale. Drawing as (in)tangible representation*. Atti del XV Congresso dell'Unione Italiana per il Disegno - 40° Convegno Internazionale dei Docenti della

Rappresentazione. Milano, 13-15 settembre 2012, pp. 1389-1396. Roma, Italy: Gangemi Editore International.

Shannon, S. (2016). Panoramas: 19th-Century Virtual Reality. <<https://shannonselin.com/2016/11/panoramas-19th-century>> (consultado el 13 de febrero de 2019).

Wong, T., Wan, L., Leung, C. (2007). Isocube: Exploiting the Cubemap Hardware. En *IEEE Transactions on Visualization & Computer Graphics*, vol. 13, n.4, pp. 720-731. <<https://doi.org/10.1109/TVCG.2007.1020>> (consultado el 17 de febrero de 2019).

Tecniche per l'analisi e la (ri)costruzione del patrimonio

Realtà virtuale e realtà aumentata per leggere e interpretare presente, passato e futuro

Low tech/high tech: interazioni tra tradizione e innovazione

Conoscenza: il disegno per mostrare e dimostrare ciò che non è (più)

La democratizzazione dei processi e l'uso di mezzi di acquisizione a guida remota per il Rilievo 2.0

Carlo Bianchini, Luca J. Senatore, Lorenzo Catena

Abstract

La tecnologia che amplifica la realtà come pure i mezzi tecnologici di acquisizione dei dati, stanno continuando ad avere uno sviluppo difficilmente controllabile o prevedibile. Progetti di un certo interesse, nascono, si sviluppano e muoiono talvolta senza produrre risultati significativi, ma costituendosi come fasi di un processo fluido e dinamico, sul quale vengono costruite nuove applicazioni software e sistemi hardware. Allo stesso tempo, il ruolo dell'accademia sembra venire spesso scavalcato da ciò che viene sviluppato dalla citizen science: ai ricercatori non sembra più spettare esclusivamente il compito della "scoperta", quanto piuttosto la creazione di protocolli scientificamente affidabili sulla base di tecnologie spesso utilizzate dalle diverse comunità di citizen scientists in maniera non conforme alle specifiche per le quali erano state progettate.

Il contributo propone una riflessione su questi temi prendendo come spunto due sperimentazioni dall'alto contenuto innovativo che abbracciano varie fasi del processo definito con il termine rilievo. Esse riguardano infatti da un lato un sistema hw/sw di acquisizione dati, elaborazione e comunicazione sviluppato per dispositivi mobili (Progetto Tango) e una piattaforma mista ROV/UAV multi-sensore dotata di sistema LIDAR e fotocamera digitale per l'acquisizione di dati in luoghi non accessibili (Progetto Heritagebot).

Parole chiave: Google Tango, Heritagebot, Realtà Aumentata, UAV, Rilievo.

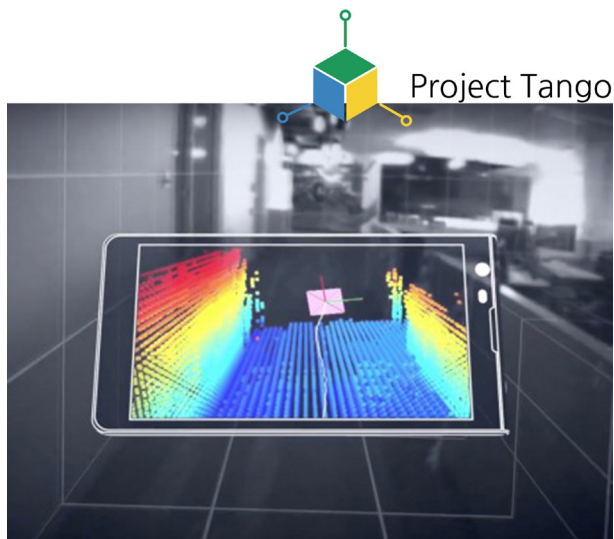
Introduzione

Il Rilievo vive ormai da tempo una stagione di rapido e per certi versi straordinario mutamento assimilabile ad un salto evolutivistico o, più precisamente, a numerosi salti evolutivistici che sembrano tendere a una fase di consolidamento alla quale, con tutta probabilità, potremmo dare il nome di *Rilievo 2.0*. Cosa si intenda per *Rilievo 2.0* è ancora impossibile saperlo, come pure sembra già obsoleto ogni tentativo di definirlo. Allo stesso tempo, il ruolo dell'accademia sembra venire spesso scavalcato da ciò che viene sviluppato dalla cosiddetta *citizen science* [1]: ai ricercatori non sembra più spettare esclusivamente il compito della "scoperta", quanto piuttosto la creazione di protocolli scientificamente affidabili sulla base di tecnologie spesso utilizzate dalle diverse comunità di *citizen scientists*

in maniera non conforme alle specifiche per le quali erano state progettate. Progetti di un certo interesse, nascono, si sviluppano e muoiono talvolta senza produrre risultati significativi, ma costituendosi come fasi di un processo fluido e dinamico, sul quale vengono costruite nuove applicazioni software e sistemi hardware.

Questo fenomeno tipico della cosiddetta "rivoluzione digitale a" influenza la nostra interazione con il mondo reale sia in termini di acquisizione che di modellazione 2D/3D. Nuovi sistemi e applicazioni digitali che solo 20 anni fa erano quasi inimmaginabili, diventano di uso comune e si sviluppano attraverso la semplificazione dei processi, la miniaturizzazione dei sensori, il cambiamento nei paradigmi. Come nel caso dell'acquisizione massiva 3D che, dalla

Fig. 1. Project Tango e prototipo Heritagebot.



comparsa degli scanner LIDAR (*Laser Imaging Detection and Ranging*) e poi, più recentemente, dei sistemi *Structure from Motion* (SfM) che generano nuvole di punti direttamente dalle comuni immagini digitali, ha mutato in maniera sostanziale l'approccio al mondo della conoscenza dei manufatti architettonici e archeologici.

In effetti i sistemi di acquisizione 3D LIDAR o SfM sono rapidamente diventati una sorta di standard grazie all'affidabilità degli strumenti, la straordinaria velocità di acquisizione, una relativa semplicità operativa che li ha sottratti all'uso esclusivo di esperti e una complessiva economia di utilizzo (anche se non sempre di costo).

In questo contesto, i sistemi mobili e *low cost* stanno giocando un ruolo sempre più importante, aprendo la strada alla democratizzazione di quello che in passato era il regno di pochi tecnici specializzati e di attrezzature costose.

Nel contempo, il ricorso a sistemi robotici controllati da remoto è in continua e rapida evoluzione, prestando interessanti sviluppi anche e in particolare nel campo della ricerca e sperimentazione in ambito architettonico e archeologico. Il connubio tra robotica e patrimonio costruito permette, oggi, di migliorare le modalità di accesso alle informazioni e alla conoscenza degli oggetti studiati, proprio in virtù della possibilità di rendere accessibile ed esplorare ambienti e situazioni che per ragioni di carattere logistico o di sicurezza risulterebbero altrimenti inaccessibili. La miniaturizzazione degli elementi costituenti una piattaforma robotica unita al ridotto peso e consumo dei componenti garantiscono, in alcuni contesti specifici, la possibilità di preservare i manufatti oggetto di studio da azioni esterne aggressive e consentire campagne che limitano al minimo essenziale le interazioni strumento/oggetto.

Questi processi sono stati e sono tuttora così tumultuosi che in alcuni casi la tecnologia sembra essere andata addirittura troppo oltre, proponendo un'offerta di soluzioni innovative per le quali non esiste ancora una domanda reale. Il *Google Tango Project* e il *Progetto Heritagebot* discussi in questo articolo costituiscono a nostro avviso due di questi esempi. Assumendo come casi pilota l'antica chiesa di Santa Maria delle Vigne in Pratica di Mare, Roma e l'area Archeologica della città di Cassino, la nostra ricerca si è pertanto indirizzata su due binari principali: nell'ambito del *Progetto Tango* abbiamo testato le caratteristiche, le prestazioni e l'affidabilità dei sistemi hw/sw per la cattura 3D in tempo reale implementata su un dispositivo mobile e le possibilità di restituire, sempre con il medesimo dispositivo, applicazioni di Realtà Aumentata, Mista e Virtuale (AR/MR/

VR); dall'altra, nel quadro del *Progetto Heritagebot* abbiamo invece valutato le possibilità offerte dall'utilizzo di un robot a controllo remoto dotato di sensoristica di acquisizione dati (LIDAR e SfM) in ambienti non facilmente accessibili.

Il progetto Google Tango/Google ArCore

Tango è un progetto sperimentale sviluppato da Google per smartphone e tablet Android che è iniziato nel 2013 e si è concluso nel 2018 essendo stato sostituito da *ArCore*. L'obiettivo principale del progetto è stato quello di testare l'affidabilità, l'impatto e l'interesse degli utenti in un pacchetto hw/sw che permettesse la creazione di contenuti AR/MR/VR solo utilizzando i loro dispositivi di tipo "smart". Sia Lenovo che Asus hanno così rilasciato innovativi dispositivi *Tango* dotati di un pacchetto di componenti hw integrati (RGB camera; time of flight camera; proiettore a infrarossi; fish-eye motion camera; accelerometro e giroscopio) e innovative funzionalità sw. In sintesi, questi dispositivi possono "scansionare" in tempo reale la scena target grazie ad un mix di speciali sensori inerziali che, senza utilizzare alcun tipo di segnale esterno, determinano la posizione nello spazio dello smartphone/tablet e generano nuvole di punti e mesh texturizzate.

I principi fondamentali della piattaforma *Tango* sono i seguenti:

- *Motion Tracking* - Sistema SLAM (localizzazione e mappatura simultanea);
- *Area Learning* ;
- Percezione di profondità.

A. Motion Tracking - Sistema SLAM

Questa funzione consente di riferire il movimento del dispositivo allo spazio 3D che lo circonda.

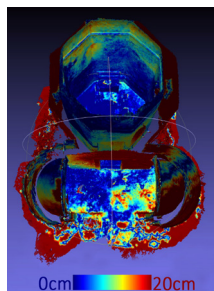
In questa fase, infatti, *Tango* raccoglie una grande quantità di dati grazie alla telecamera fish-eye (circa 60 fotogrammi in bianco e nero al secondo) e dal sistema inerziale IMU (*Inertial Measuring Unit* che comprende accelerometri e giroscopio che aggiornano la posizione del dispositivo fino a 100 volte al secondo). L'elaborazione delle immagini porta a identificare le "caratteristiche salienti" (*feature tracking*) della scena esplorata riferite principalmente alle discontinuità geometriche dell'ambiente reale. Queste fungono di fatto da elementi fiduciali che consentono fotogramma per fotogramma un accurato *feature tracking* a cui sono continuamente accoppiate le letture IMU: dalla combina-

Fig. 2. Sensoristica integrata ai dispositivi mobiliTango: RGB camera; time of flight camera; proiettore a infrarossi; fish-eye motion camera; accelerometro e giroscopio.



- RGB Camera
- Time of Flight Camera (ToF)
- IR Projector
- Fish - Eye Motion Camera

Fig. 3. Chiesa Santa Maria delle Vigne a Pratica di Mare, Roma. Foto dello stato attuale e nuvola di punti ottenuta dal rilevamento con la tecnologia Tango.



zione di questi due set di dati, il software identifica una traiettoria 3D che rappresenta il movimento dello smartphone nello spazio.

B. Area Learning

Questa fase porta il software a determinare la propria posizione rispetto all'ambiente circostante. Questo processo si sviluppa in stretta combinazione con il precedente (*Motion Tracking*) e mira a determinare con precisione la posizione del dispositivo nello spazio, funzione fondamentale sia nella cattura 3D che nelle applicazioni AR/MR/VR. In sintesi, visitando un ambiente precedentemente già acquisito, il dispositivo confronta le nuove informazioni con quelle vecchie aggiornando/affinando la traiettoria calcolata introducendo automaticamente correzioni agli errori accumulati durante i movimenti.

C. Percezione della profondità

Le informazioni dinamiche acquisite durante le prime due fasi vengono infine inserite in una griglia metrica tridimensionale generata dalle misurazioni del sensore TOF (*Time of Flight*, tempo di volo) a infrarossi.

E' in questa fase infatti in cui *Tango* crea il modello 3D della scena circostante, passaggio essenziale per garantire la dovuta precisione metrica al dataset finale che diverrà a questo punto utilizzabile dal dispositivo per applicazioni di acquisizione 3D o AR/MR/VR.

Applicazioni Tango

Sfruttando la combinazione dei sensori integrati descritti nel paragrafo precedente, la tecnologia *Tango* è in grado di correlare informazioni sulla posizione, letture RGB e dati ottenuti dal sensore TOF a infrarossi in modo da generare un modello di *mesh* 3D texturizzato delle aree "scansionate". Il processo di acquisizione è particolarmente semplificato e completamente automatizzato, richiedendo all'utente solo di scegliere e completare la propria traiettoria all'interno della zona da acquisire.

La nostra sperimentazione si è concentrata sulla qualità e sulle possibilità offerte da questa tecnologia, testando i sistemi su un piccolo caso pilota (la Chiesa Santa Maria delle Vigne a Pratica di Mare, Roma). La nostra attività ha comportato il rilievo (cattura 3D), la validazione metrica dei dati e la creazione di 3 modelli/contenuti sviluppati rispettivamente in ambienti AR/MR/VR. I risultati sono stati

piuttosto incoraggianti soprattutto per quanto riguarda l'acquisizione e la costruzione di modelli di comunicazione che sono stati completati quasi esclusivamente con il primo dispositivo *Tango consumer*. Tuttavia, sono stati registrati alcuni importanti aspetti che influenzano direttamente la fase di acquisizione e che sono essenzialmente legati alle prestazioni del sistema hw e alle sue capacità di memorizzazione.

Per superare questi problemi, la fase di *capturing* è stata suddivisa in segmenti, ognuno dei quali è stato accuratamente pianificato e ottimizzato in base alle capacità dello smartphone utilizzato. Il modello numerico 3D acquisito (nuvole di punti) è stato quindi elaborato ottenendo la corrispondente superficie mesh. Una volta costruite tutte le superfici mesh che ricoprono l'oggetto, queste sono state allineate per mezzo di punti omologhi e validate con i tradizionali software di gestione mesh (nel nostro caso *Meshlab* e *Rhinoceros*) rispetto ad un modello di riferimento derivato da una campagna integrata di rilevamento topografico e SfM.

Come abbiamo detto, però, il *progetto Tango* è stato concepito principalmente come strumento di "arricchimento della realtà" sotto forma di contenuti di AR/MR/VR. Nella nostra sperimentazione, i primi due modelli (AR e MR) sono stati sviluppati in precedenza e in qualche modo in preparazione di quello VR più orientato verso la fruizione del contenuto informativo del manufatto. I modelli AR e MR forniscono infatti informazioni interattive sulle diverse fasi storiche dell'edificio fondendo il suo aspetto reale con ricostruzioni tridimensionali di parti mancanti o elementi rilevanti per la sua lettura stratigrafica. Il dispositivo mobile, precedentemente utilizzato per lo sviluppo dei contenuti, ha qui avuto la funzione di visualizzatore VR garantendo l'esplorazione di un modello immersivo con cui l'utente può interagire.

Il rilievo speditivo condotto con il sistema *Tango* dimostra come la tecnologia *high-end* integrata nel dispositivo consenta un rilievo 3D dei manufatti costruiti sufficientemente accurato ma allo stesso tempo di facile utilizzo. I risultati sono incoraggianti e a volte addirittura competitivi rispetto alla tecnologia SfM. Molte delle limitazioni riscontrate sono difetti tipici di uno sviluppo ancora in corso. La struttura hardware non è completamente ottimizzata per queste attività di "rilievo/modellazione": prima di tutto la RAM del dispositivo obbliga ad eseguire scansioni multiple anche per piccole costruzioni. Altri problemi riguardano un flusso di lavoro non ancora standardizzato o scelte progettuali

Fig. 4. Interfaccia per l'accesso ai contenuti di AR/MR/VR.



migliorabili (ad esempio, il sensore a infrarossi integrato ha un raggio d'azione limitato e ovviamente non può funzionare in modo adeguato in un ambiente troppo illuminato). Tuttavia, i vantaggi che la *suite Tango* offre all'intero settore del rilievo e della rappresentazione dei manufatti costruiti sono importanti: il basso costo del sistema (circa 500€), la facilità d'uso, la portabilità e, soprattutto, la capacità di operare *stand-alone*. Quest'ultima caratteristica è particolarmente significativa perché il dispositivo non ha bisogno in ogni fase di lavoro di nient'altro che dell'alimentazione fornita dalla propria batteria, indipendentemente da qualsiasi connessione internet o GPS.

In conclusione, possiamo affermare che *Tango*, per quanto rudimentale, rappresenta comunque un ulteriore strumento innovativo per migliorare le possibilità offerte agli sviluppatori (e anche agli utenti generici). In particolare, permette di creare nuove tipologie di esperienze utente e contenuti AR/MR/VR grazie a nuove funzioni (come la navigazione interna e il riconoscimento ambientale) che portano ad un maggiore coinvolgimento dell'utente. D'altra parte, le limitazioni che attualmente interessano il *Tango* a nostro avviso saranno rapidamente superate dalla naturale evoluzione dei nuovi prodotti a partire da quella che potremmo considerare la sua erede, la *suite ArCore*.

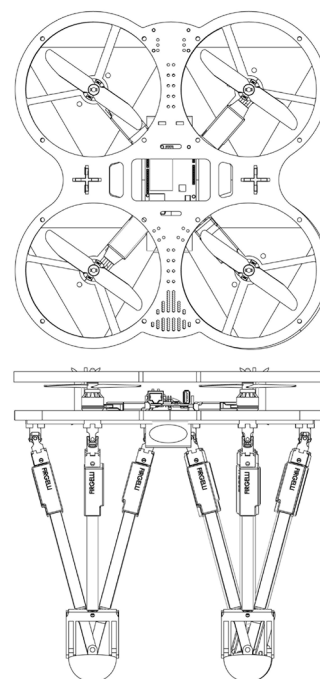
Con la conclusione del *progetto Tango*, Google ha infatti dato vita a un nuovo progetto di più ampio respiro denominato *ArCore*, inizialmente presentato come rivoluzionario perché sarebbe stato compatibile con tutti i nuovi dispositivi Android e non solo con alcuni modelli specifici come il suo predecessore *Tango*.

L'idea era quella di estendere il grande potenziale della tecnologia *Tango* (rivelatosi non così grande purtroppo) a qualsiasi smartphone con una versione Android pari o superiore a 7.1 Nougat (in alcuni casi recentemente corretto a 8.0 Oreo).

La differenza sostanziale tra *Tango* e *ArCore* sta nella rimozione dal processo del rilevamento di profondità (dati del sensore TOF) e del *motion tracking* (dati della camera *fish-eye*), scelta che ha permesso una riduzione dei costi e una sempre maggiore compatibilità con tutti i dispositivi Android che rispettano i requisiti minimi *ArCore*.

Purtroppo, anche se la rimozione di importanti componenti hardware sta migliorando lo sviluppo e l'adozione di *ArCore*, permangono significative criticità nel software soprattutto a causa delle operazioni aggiuntive di "calibrazione" affidate al sistema IMU (molto più di quanto non fosse per *Tango*) e che presuppone uno scambio di

Fig. 5. Progetto del prototipo Heritagebot e specifiche tecniche.



SPECIFICHE TECNICHE

Dimensioni (overall size): cm 50x50x50
 Peso (stimato): Kg. 5
 Power supply: 12 V
 Battery capacity: 5,2 A/h
 Payload (max): 2 kg
 Walking speed: 65 mm/sec = 234 m/h
 Battery life (stimato): 1 h/32 min in small flight 5 hours in static mode
 2 hours video/sensor mode

Fig. 6. Sensoristica applicabile al prototipo Heritagebot: Camera RGB, Death Camera, Lidar 3d, Lidar 2d.

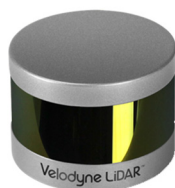
Camera RGB



Death Camera



Lidar 3d - Velodyne



Lidar 2d - Rp Lidar



informazioni tra i produttori di smartphone e quelli dei vari sensori (accelerometri e giroscopio) al momento non sempre adeguato.

ArCore, complessivamente, appare dunque non aver ancora sopravanzato *Tango* anche perché, nonostante gli sforzi di semplificazione siano apprezzabili (non è richiesto un hardware specifico), la piattaforma non è sufficientemente supportata e al momento meno potente. Ad esempio, non è possibile eseguire (almeno ufficialmente) né la cattura 3D né utilizzare la funzione *Area Learning*: questo significa che il dispositivo non è in grado di riconoscere un ambiente precedentemente esplorato limitando di fatto la creazione di esperienze AR/MR/VR.

Nonostante tutti questi problemi che affliggono il neonato ArCore, le aspettative sono ancora molto elevate e alcuni segnali suggeriscono l'implementazione nel prossimo futuro di nuove funzioni volte a ridurre il divario con il "vecchio" *Tango*.

Il progetto *Heritagebot*

Fino a oggi la robotica ha avuto importanti sviluppi in molteplici ambiti non solo professionali, ma anche nel campo di applicazioni ludiche. Ciò ha dato un notevole impulso allo sviluppo di tecnologie per la produzione di piattaforme mobili e teleguidate che, grazie anche al basso costo dei prodotti e alla semplificazione delle interfacce, permettono di realizzare prototipi in grado di aumentare esponenzialmente i campi di applicazione anche e specificamente nell'ambito del rilievo dei manufatti.

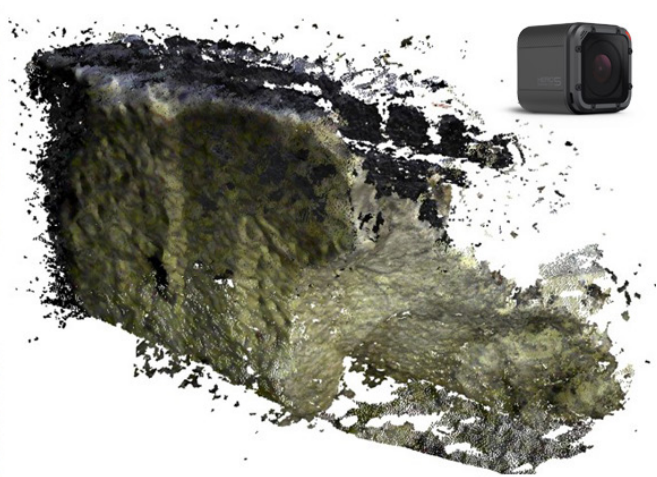
Gli esempi di strutture robotiche fino ad oggi realizzate si caratterizzano generalmente per le notevoli dimensioni, necessarie sia per rispondere alle richieste di energia indispensabile all'operatività della macchina, sia per consentire una gestione semplificata della mobilità. Questi modelli operativi in realtà poco si legano alle necessità di conoscenza del vasto mondo dei Beni Culturali, dove spesso per poter preservare i reperti viene richiesto un approccio a basso impatto. Inoltre, spesso in ragione dell'estrema variabilità degli ambienti che caratterizzano gli spazi architettonici e ancor più quelli archeologici, per la loro esplorazione e rilevamento è necessario disporre di sistemi mobili che siano dotati di una manovrabilità aumentata, che ancora non è implementata nei sistemi in commercio ma che in linea teorica è possibile realizzare con i mezzi già a disposizione.

Di fatto, la sensoristica attualmente disponibile offre varie possibilità di applicazione, grazie alla particolare duttilità quanto alle caratteristiche del sensore, alle sue sempre più ridotte dimensioni e alla progressiva semplificazione delle procedure di acquisizione. Inoltre, la sensoristica di tipo digitale, proprio per la tipologia di dati che è in grado di acquisire, permette di integrare le informazioni, anch'esse digitali, di gestione, movimentazione e localizzazione della piattaforma in un unico protocollo di lavoro. Attualmente la vera sfida alla completezza delle informazioni che riguardano i Beni Culturali è da ricercare nella possibilità di rendere accessibile ciò che fino ad ora, per vari motivi, accessibile non è. In effetti, la natura stratigrafica della crescita degli edifici nel tempo, la loro risposta fisica al trascorrere degli anni, o ancora le trasformazioni prodotte da eventi catastrofici, costituiscono alcune delle caratteristiche sulla base delle quali è necessario intervenire. La possibilità di operare consapevolmente scelte di carattere critico su ciò che resta dei manufatti architettonici e archeologici, si scontra spesso con limiti oggettivi imposti all'analisi e al rilievo dalla difficoltà di esplorare particolari ambiti "ostili". Solo per fare un esempio si possono citare i manufatti pericolanti che per poter essere studiati hanno bisogno di un sistema complesso di strutture di consolidamento, come pure gli spazi di piccole dimensioni, quali sottopavimentazioni o cunicoli il

cui accesso è precluso per questioni di praticabilità. Ciò che è accessibile e visibile viene infatti oggi analizzato con strumentazioni digitali capaci di un alto livello di dettaglio offrendo certamente allo studioso o al progettista straordinarie opportunità. Spesso, tuttavia, gli oggetti di studio presentano parti precluse alle convenzionali procedure di acquisizione sia per ragioni di incolumità dell'operatore sia perché troppo angusti perché gli strumenti possano fisicamente accedervi. La miniaturizzazione dei sensori e dei vari componenti di supporto rappresenta, nelle aspettative, la modalità attraverso la quale si potrà superare questo gap estendendo a più vasti contesti l'operatività di oggetti teleguidati ottimizzati per l'acquisizione di dati metrici e di altra natura. Allo stesso tempo, la possibilità di poter contare su una piattaforma dotata di più gradi di libertà per la sua movimentazione costituisce un elemento chiave in grado di aprire nuovi e importanti ambiti di ricerca facendo a meno di costosi interventi di messa in sicurezza o addirittura di attività a carattere distruttivo.

Per rispondere a queste esigenze ha preso vita il progetto *Heritagebot* [2] finalizzato alla costruzione e prototipazione di una piattaforma mobile controllata in remoto, in grado di costituirsi come elemento di innovazione per la sua capacità di acquisire dati digitali in autonomia e in luoghi altrimenti non accessibili.

Fig. 7. Procedura SFM in luogo inaccessibile: fotogramma della fase di elaborazione e nuvola di punti.



Applicazioni realizzate con l'utilizzo del prototipo a controllo remoto *Heritagebot*

Una parte rilevante del *progetto Heritagebot* è stata l'analisi dello stato dell'arte dei sistemi di acquisizione come pure dei risultati raggiungibili facendo uso di queste tecnologie in termini di supporto alla creazione di modelli per la comunicazione.

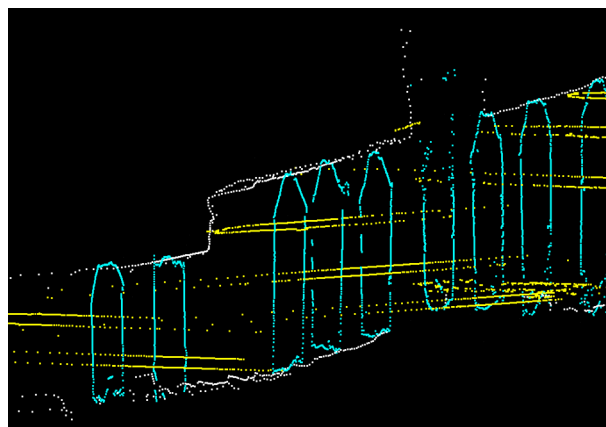
La prima fase delle attività ha riguardato l'analisi della sensoristica di ridotte dimensioni con la quale attrezzare il prototipo da sviluppare. Il mercato propone diverse soluzioni che è possibile classificare in relazione alla tecnologia di acquisizione utilizzata. Generalizzando, è possibile dividere i sensori essenzialmente in due classi: sensori di tipo LIDAR (2D o 3D) basati sulla tecnologia laser a tempo di volo e sensori in grado di reagire a diverse lunghezze d'onda elettromagnetiche sia nella sezione visibile dello spettro (i comuni sensori di tipo fotografico) sia in quella non visibile ultravioletta e infrarossa (quest'ultima utilizzata dalle cosiddette *depth cameras* tra cui quella montata sul *device Tango* menzionato nella prima parte). Le due tecnologie acquisiscono informazioni parziali dagli oggetti nella forma di dati digitali che attraverso un processo di elaborazione sono in grado di restituire informazioni di tipo metrico e/o percettivo.

Al fine di valutare la qualità del dato acquisito attraverso i singoli sensori, è stato utilizzato il metodo del confronto comparando acquisizioni in laboratorio di oggetti di riferimento con riprese in contesti reali secondo un criterio di complessità crescente. In particolare, le tecnologie di maggiori dimensioni ed ingombro (laser scanner 3D e stazioni totali) non facilmente utilizzabili in ambienti non accessibili ma dalla qualità metrica certificata, hanno costituito comunque il *benchmark* per la validazione dei risultati acquisiti con i diversi sensori.

In effetti, operando per sezioni specifiche ovvero per piani, è stato possibile valutare non solo la qualità metrica del dato ma anche le prestazioni del sensore in termini di affidabilità sulla distanza, lo scarto medio per unità di misura considerata, la capacità di acquisizione di dati RGB o infrarosso in relazione alla luminosità o alla sensibilità del sensore che si traducono in possibilità di successivo utilizzo nelle operazioni di modellazione SfM.

Dal confronto tra i risultati delle acquisizioni con i diversi dispositivi è emerso un quadro confortante anche se non definitivo. In particolare, l'attuale sensoristica presa singolarmente mostra limiti evidenti che però appaiono facilmente superabili integrando sensori differenti. In buona sostanza,

Fig. 8. Procedura di acquisizione mediante sensore Lidar 2d di cunicolo inaccessibile, nuvola di punti realizzata per il confronto e sezioni ricavate dall'utilizzo di sensore Lidar 2d.



al fine di ottenere dati digitali utili per elaborazioni di tipo critico o descrittivo, la soluzione più promettente appare quella di un unico device dotato di diverse sensoristiche tutte interlacciate ed in grado di restituire dati digitali coerenti del medesimo oggetto in quanto suddivisi in livelli che fanno riferimento ad un'unica matrice geometrica.

Procedura basata su *Structure from Motion*

Per definire la procedura di rilievo utilizzando la SfM, abbiamo utilizzato una action camera su un *Parrot Mini Drone* controllato da un'interfaccia grafica remota. Nel complesso, abbiamo effettuato 2 test, il primo all'esterno e il secondo nel sottosuolo, entrambi all'interno dell'area archeologica di Cassino.

Il primo test, effettuato con la action camera, è stato un tentativo di rilevare una parte del teatro della cavea di Cassino. Il drone è stato equipaggiato con la telecamera per acquisire immagini più dettagliate e queste sono state utilizzate per la modellazione SfM. Per queste foto, il numero di punti riconosciuti dal software è stato molto alto, così è stato possibile costruire una nuvola di punti di buona qualità con un alto livello di dettaglio.

Dopo questo primo test, abbiamo effettuato un altro rilievo con lo stesso metodo (mini drone con *action camera* e SfM) ma abbiamo cambiato la posizione spostandoci sotto la scena teatrale dove è possibile trovare alcuni reperti archeologici. In questo secondo tentativo, è chiaramente visibile che il software fotogrammetrico riconosce molto meno punti rispetto al test precedente, quindi la qualità della nuvola di punti non è buona come l'altro test condotto in piena luce. Questi test ci danno la possibilità di individuare la debolezza dell'intero processo: il problema principale è la luce, che nel sottosuolo non è sufficiente a consentire l'utilizzo di questo tipo di sensore. Inoltre, il secondo test ci dà una chiara indicazione per risolvere questo problema: al momento stiamo infatti lavorando ad una nuova soluzione per il prototipo che integrerà un *flash* macro per la fotocamera e un sistema di luci integrato in grado di migliorare la luce ambiente.

Secondo Test LIDAR

Un ulteriore controllo sulle potenzialità del prototipo è stato effettuato con l'utilizzo di un sensore LIDAR abbinando i dati acquisiti con quelli ottenuti con la tecnica SfM. Questo

test è stato effettuato all'interno di una zona inaccessibile presente nell'area archeologica romana di Casinum. Nello specifico è stato scelto per rilevare, con le due diverse tecniche, il tunnel che dal centro dell'anfiteatro passa sotto il muro esterno a sud-est dell'edificio, probabilmente deputato al drenaggio dell'acqua.

La scelta di quest'area è stata motivata dalla necessità di testare gli strumenti all'interno di un sito reale con tutte le sfide che caratterizzano un'area a bassa accessibilità: la vegetazione spontanea, lo stretto spazio disponibile, la non uniformità del terreno e, più in generale, di tutta l'area circostante. L'ambiente di prova è stato accuratamente mappato con 184 foto, scattate non solo all'interno della galleria ma anche all'esterno per consentire l'abbinamento con altri dati di rilievo del manufatto. Successivamente sono state impostate le elaborazioni fotogrammetriche dell'area e sono state allineate correttamente 183 foto ottenendo una nuvola composta da oltre 27 milioni di punti.

Per simulare l'effettiva operatività di *Heritagebot* (in grado di muoversi lungo le tre dimensioni ed effettuare acquisizioni sia in volo che in posizione statica) le prove sono state effettuate realizzando diverse scansioni su piani paralleli per mappare l'intera galleria utilizzando il sensore LIDAR. Grazie alla sovrapposizione di diverse scansioni consecutive, a causa della limitata portata dello strumento e per evitare zone d'ombra non analizzate. L'elaborazione dei dati necessari per convertire le coordinate polari (il modo in cui lo strumento acquisisce i dati) in coordinate cartesiane xyz fondamentali per leggere il file come una nuvola di punti ci si è serviti di un accelerometro installato sulla piattaforma di acquisizione in grado di fornire i movimenti relativi. Considerando che il LIDAR registra le coordinate esclusivamente su un piano, la coordinata z è stata impostata sul valore zero per tutte le scansioni e successivamente sono state ruotate e allineate allo *zenith* le sezioni verticali mentre sono state lasciate orizzontali il piano acquisito ad altezze diverse. I processi di allineamento sono stati condotti in ambiente CAD grazie alla compatibilità tra *Recap 360* (per la gestione delle nuvole di punti) e *AutoCad*.

Il processo di allineamento ha prodotto un risultato soddisfacente, sia per la densità dei punti acquisiti che per l'incertezza metrica della misura. Inoltre, a differenza del processo fotogrammetrico, il LIDAR non soffre della mancanza di luce all'interno della galleria e ciò permette di condurre agevolmente il rilevamento di queste zone che invece, senza una luce supplementare, risulterebbero non

rilevabili con le telecamere tradizionali. Da questi dati sono state realizzate numerose sezioni caratteristiche: una longitudinale che sottolinea le variazioni altimetriche e diverse sezioni trasversali nei punti chiave dove si può notare la diversa soluzione utilizzata per il soffitto della galleria.

Conclusioni

L'attività di rilievo finalizzata alla creazione di modelli di manufatti costruiti è certamente influenzata direttamente dai sistemi utilizzati per la cattura con una chiara preferenza per quelli di facile trasporto, altamente automatizzati, multisensore, il più possibile miniaturizzati ma comunque in grado di fornire dati e risultati scientificamente affidabili. Allo stesso tempo, la diffusione dei dispositivi intelligenti ci permette di offrire agli utenti nuove modalità di arricchimento della conoscenza creando modelli in grado di delineare un'interazione utente/realità più coinvolgente ed efficiente e, eventualmente, di rivelare nuove forme di comunicazione e diffusione della cultura.

Le applicazioni di *Augmented/Mixed* e *Virtual Reality* hanno infatti riaccessato massicciamente l'interesse degli utenti (e la leva esperienziale ha sicuramente rappresentato uno degli elementi chiave per il loro successo) solo dopo che queste

tecnologie sono state incorporate in dispositivi mobili a basso costo. Infatti, anche se per anni sono esistiti sistemi in grado di simulare effetti immersivi o interattivi, questi approcci erano piuttosto costosi e richiedevano installazioni dedicate. Lo stesso vale per le numerose esperienze nel campo della stampa 3d e della robotica "ludica" che trovano, grazie alla rete, numerosi esempi di pubblico dominio e semplice accessibilità. Entrambi ostacoli rilevanti per la loro ampia diffusione.

Con la miniaturizzazione delle tecnologie di acquisizione e visualizzazione, questo scenario è cambiato radicalmente, aprendo la strada al coinvolgimento di un pubblico più ampio, dato il facile accesso a strumenti pronti all'uso, semplicemente scaricando una specifica applicazione e sfruttando le potenzialità di uno smartphone.

Sia l'esperienza di *Tango* che quella proposta da *Heritagebot* dimostrano come la tecnologia sia ormai matura per cambiare l'approccio globale all'acquisizione dei dati e alla produzione di contenuti AR/MR/VR. Si tratta ormai di un'opzione concreta e diffusa per acquisire dati geometrici, interagire con gli ambienti, anche di tipo inaccessibile, e progettare un nuovo modo di percepire la realtà con l'aiuto di dispositivi intelligenti.

Un nuovo passo, dunque, verso la democratizzazione della conoscenza.

Note

[1] La *Citizen Science* viene definita in diversi modi poiché ha origini multiple e deriva da diversi concetti. L'Oxford English Dictionary nel 2014 l'ha definita come «attività scientifica condotta da membri del pubblico indistinto in collaborazione con scienziati o sotto la direzione di scienziati professionisti e istituzioni scientifiche». Tuttavia la *Citizen Science*, come fanno notare Bonney, Cooper e Ballard [Bonney et al. 2016, p. 1] è riferibile anche a altro nel momento in cui permette a semplici cittadini di porre domande e fornire risposte su importanti questioni scientifiche o a indirizzare l'attenzione pubblica su questioni ambientali, sulla salute

pubblica o sulla gestione delle risorse naturali favorendo collaborazioni tra comunità di cittadini e istituzioni scientifiche <https://it.wikipedia.org/wiki/Citizen_science> (consultato il 26 maggio 2019).

[2] Il contributo si inserisce all'interno dei prodotti di una ricerca FILAS Regione Lazio portata avanti dal Dipartimento di Economia dell'Università degli Studi di Cassino e del Lazio meridionale e che coinvolge i ricercatori dei laboratori DART, LARM, IMPRENDILAB e FINLAB.

Autori

Carlo Bianchini, Dipartimento Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma, carlo.bianchini@uniroma1.it.

Luca J. Senatore, Dipartimento Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma, luca.senatore@uniroma1.it.

Lorenzo Catena, Dipartimento Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma, catena.l472501@studenti.uniroma1.it.

Riferimenti bibliografici

Bartolomei, C., Bianchini, C., Ippolito, A. (2016). Low cost documentation for the knowledge of the city. In *Proceedings of the 4th Annual International Conference on Architecture and Civil Engineering (ACE 2016)*. Singapore, 25-26 April 2016, pp. 177-183.

Bianchini, C. (2014). Survey 2.0: new technologies, new equipment, new surveyors. In P. Giandebiaggi, C. Vernizzi (a cura di). *Italian Survey & International Experiences*. Atti del 36° Convegno Internazionale dei Docenti della Rappresentazione/XI Congresso UID. Parma, 18-20 settembre 2014, pp. 763-768. Roma: Gangemi editore.

Bianchini, C., Ippolito, A., Bartolomei, C. (2016). The Surveying and Representation Process Applied to Architecture: Non-Contact Methods for the Documentation of Cultural Heritage. In A. Ippolito (ed.) *Handbook of Research on Emerging Technologies for Architectural and Archaeological Heritage*, pp. 44-93. Hershey, Pennsylvania: IGI Global.

Bianchini, C. (2012). Rilievo e Metodo Scientifico. In L. Carlevaris, M. Filippa (a cura di). *Elogio della Teoria. Identità delle discipline del Disegno e del Rilievo/ In praise of theory. The fundamentals of the disciplines of representation and survey*. Atti del 34° Convegno Internazionale dei Docenti della Rappresentazione/IX Congresso UID. Roma, 13-15 dicembre 2012, pp. 391-400. Roma: Gangemi editore.

Bonney, R., Cooper, C., Ballard, H. (2016). The Theory and Practice of Citizen Science: Launching a New Journal. In *Citizen Science: Theory and Practice*. 1, n. 1, p. 1. <<http://doi.org/10.5334/cstp.65>> (consultato il 26 maggio 2019).

Cigola, M., Gallozzi, A., Bianchini, C., Senatore, L.J., Di Maccio, R. (2017). The HeritageBot Project. Putting Robotics into Survey. In M. Ceccarelli, M. Cigola, G. Recinto (eds.). *New Activities For Cultural Heritage*. Proceedings of the International Conference HeritageBot 2017. Cassino, 21-22 September 2017, pp. 113-121. Cham: Springer.

Eldredge, N., Gould, S. J. (1972). Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualism. In T.J.M. Schopf (ed.). *Models in Paleobiology*, pp. 82-115. San Francisco: Freeman Cooper & Co. Ripubblicato in Eldredge, N. (1985). *Time frames. The Evolution of Punctuated Equilibria*. Princeton: Princeton University Press, 1985, pp. 193-223.

Tokareva, J. (2018). *The Difference Between Virtual Reality, Augmented Reality and Mixed Reality* <<https://www.forbes.com/sites/quora/2018/02/02/the-difference-between-virtual-reality-augmented-reality-and-mixed-reality/#59fdeae22d07>> (consultato il 26 maggio 2019).

Viscogliosi, A. (2015). Lo studio della Storia dell'Architettura fra tradizione e high-tech. In *Disegnare. Idee Immagini*, n. 51, pp. 80-90.

I progetti “architettonici” per la chiesa di Sant’Ignazio di Andrea Pozzo

Marco Fasolo, Matteo Flavio Mancini

Abstract

Ad Andrea Pozzo, pittore, scenografo, maestro di prospettiva, deve essere riconosciuto pienamente il ruolo di architetto nel panorama culturale del barocco. L'artista trentino realizzò le sue opere all'interno della chiesa di Sant'Ignazio a Roma tra il 1685 e il 1694 dove rappresentò Sant'Ignazio protettore degli afflitti nel catino absidale (1685-1688), la Gloria di Sant'Ignazio nella volta della navata centrale (1687-1693) e la finta cupola (1685) in sostituzione di quella progettata e mai realizzata. Nel caso delle opere in esame, Pozzo ha inteso “costruire” un'architettura che, sebbene non esista nella realtà in quanto illusoria, vive nella spazialità dell'architettura fisica della chiesa. La documentazione, che testimonia le diverse e sequenziali fasi realizzative, è stata studiata per ricomporre il percorso progettuale da lui seguito [Salviucci Insolera 2015]. L'obiettivo del contributo è dunque quello di definire e verificare il processo progettuale che Pozzo ha intrapreso per la realizzazione di queste opere. Dalla richiesta della committenza, alla redazione dei primi schizzi, fino alla realizzazione degli elaborati volti alla rappresentazione dell'architettura come è e come appare. Tutto questo si riscontra nel suo lavoro ed è attestato da documenti grafici e testuali per i progetti della cupola e della volta. Infine l'analisi dei rapporti tra i suoi tre progetti per la chiesa di Sant'Ignazio apre a ulteriori interrogativi riguardo l'esistenza di un intento unitario da parte dell'Autore.

Parole chiave: Andrea Pozzo, chiesa Sant'Ignazio, prospettive architettoniche, disegno di progetto, Perspectiva pictorum et architectorum.

Introduzione

Definiamo molto sinteticamente la retorica, nel senso nobile e antico della sua origine, come l'arte di parlare e di scrivere in modo elegante seguendo precise regole codificate. Consideriamo inoltre una delle più consolidate definizioni di disegno che lo identifica come il linguaggio che l'architetto utilizza per concepire e comunicare le proprie idee basandolo su principi universalmente riconosciuti. Ebbene, associando queste due definizioni possiamo, per estensione, annoverare tra le arti della retorica anche quella del disegno.

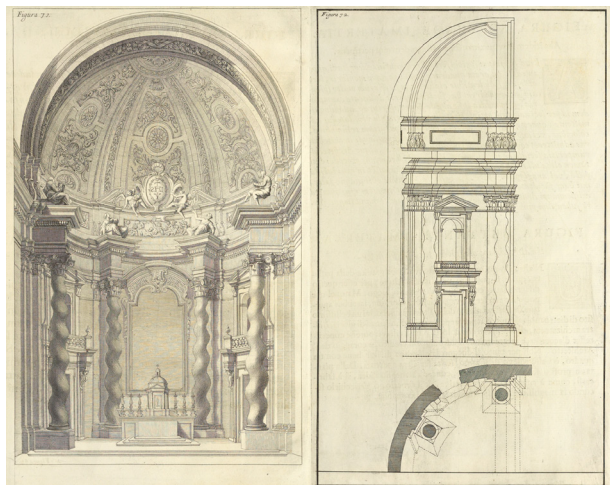
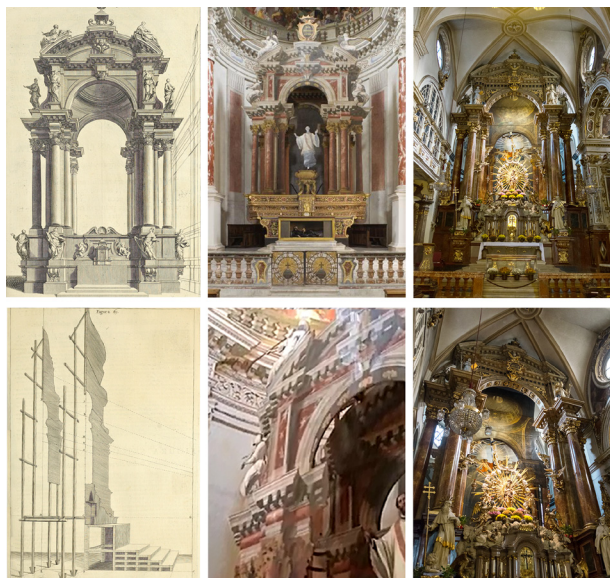
Inoltre considerando che proprio la retorica era una delle classi che caratterizzavano l'insegnamento della tradizione scolastica dei Gesuiti insieme alla grammatica, all'umanità e alla filosofia non possiamo ritenere azzardato considerare

Andrea Pozzo, abile disegnatore e fratello della Compagnia di Gesù, come un emblematico esempio della più fine e altolocata espressione della retorica del disegno.

Così le tre qualità essenziali che Cicerone, nel suo *Orator* [Scaffidi Abbate 2017], identifica nella figura di un oratore: *docere* o *probare*, *delectare*, *movere* o *flectere* le possiamo riscontrare, con le dovute accortezze, nell'operato di Pozzo. Il *docere* in Pozzo è facilmente identificabile nel suo ruolo di insegnante nella sua scuola-accademia presso una vasta soffitta del Collegio del Gesù: «nella quale, entrando, avresti con sommo diletto veduto scolari di varie nazioni fra loro distinti: alcuni studiare architettura, altri disegnare, questi intagliare in rame e quelli dipingere a olio e questi a tempera; e altri stare intenti a mettere sotto torchio quelle

Fig. 1. Fabbrica quadrata, dal trattato, I, 64 (in alto a sinistra); Modo d'alzar le machine che sono composte di più ordini di telari, dal trattato, I, 61 (in basso a sinistra); chiesa di S. Francesco Saverio a Mondovì (al centro); Franziskanerkirche a Vienna (a destra).

Fig. 2. Altare Maggiore per il Gesù di Roma, dal trattato, II, 71 e 72.



stampe che si veddero - e tuttora si vedono - ne' belli e rari libri della sua *Prospettiva*» [Baldinucci 1975, p. 333]. È proprio il suo trattato che rappresentata l'epilogo e il culmine della trasmissione del suo sapere.

Così quando Pozzo progetta e costruisce le sue opere presenti in molte chiese del suo Ordine, intervenendo sempre con la sua abilità e sensibilità di pittore, scenografo e maestro di prospettiva suscitando nello spettatore emozioni e sensazioni positive, questo modo di operare rappresenta il suo *delectare* [Portoghesi 1966, p. 7].

Inoltre Andrea Pozzo riesce con i suoi "inganni" prospettici a muovere lo spettatore, a coinvolgerlo emotivamente nella visione di spazi o elementi architettonici che solo all'apparenza vivono nella tridimensionalità [Kemp 1999, pp. 105-123]. Ma non dimentichiamo che questa dote di persuasione Pozzo la rivolge oltre che ai visitatori anche ai suoi allievi che come Baldinucci ci ricorda: «gli scolari medesimi si confermavano sempre più in una assidua applicazione allo studio di quell'arte che ciascheduno di loro voleva professare: talmente che era solito dirsi fra loro che la scuola del Padre Pozzo, a chi non aveva voglia né gusto di studiare e d'imparare, gliene faceva per diletto venire» [Baldinucci 1975, p. 333].

Tutte queste qualità di Pozzo hanno, come vedremo, un comun denominatore, un filo rosso che le lega e le collega l'une alle altre, questo connettore è l'architettura.

Andrea Pozzo architetto progettista

Andrea Pozzo (Trento 1642 - Vienna 1709) è stato indicato come pittore, scenografo, maestro di prospettiva e architetto ma mentre per le prime tre definizioni molto si è scritto sull'ultima spesso si è sorvolato non riconoscendogli appieno questo ruolo nel panorama architettonico del suo tempo. Infatti dopo i timidi accenni sulla sua importanza come artista fatti da Antonio Gurlitt [Gurlitt 1887, pp. 459-473], e da Antonio Muñoz, [Muñoz 1919, pp. 318, 393], occorre attendere i primi studi di Nino Carboneri, iniziati nel 1961 [Carboneri 1961, Carboneri 1962], per vedere riconosciuta la figura di architetto a Pozzo.

Questo studio [1], invece, intende contribuire a restituire a Pozzo, attraverso l'analisi dei suoi disegni, quella qualità di architetto che solo in tempi relativamente recenti gli è stata ampiamente riconosciuta.

È pur vero che Pozzo giunge all'architettura per gradi ma i suoi teatri sacri, i suoi interventi per le absidi, gli altari, le

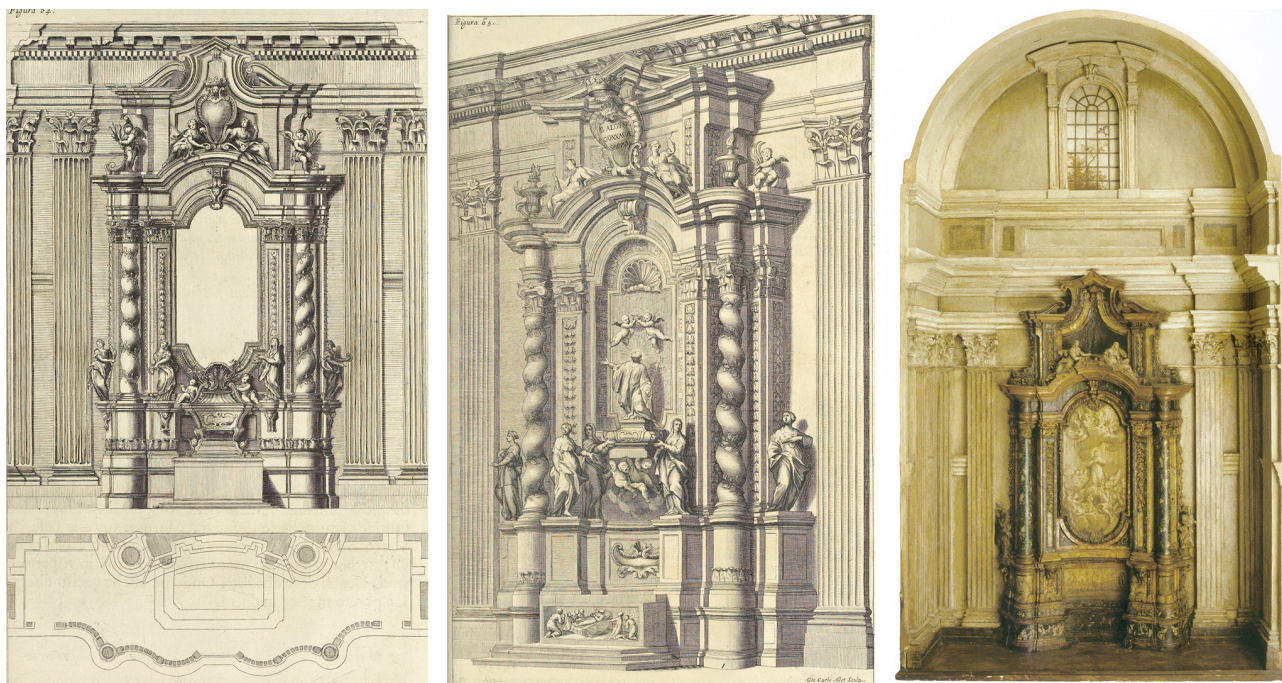


Fig. 3. Altro Altare per il Beato Luigi, con due colonne, dal trattato, II, 64 (a sinistra); Un'altro Altare per l'istesso effetto alquanto mutato, dal trattato, II, 65 (al centro); Modello legno e cera per l'altare di S. Luigi Gonzaga (a destra).

facciate, i cicli di affreschi trasudano di architettura, della sua visione di architettura che esprimerà compiutamente nei suoi progetti di opere realizzate o rimaste sulla carta. Per comprendere l'architettura di Pozzo non è possibile prescindere dal ricordare, da una parte, la sua appartenenza all'Ordine dei Gesuiti, ordine caratterizzato da un ambiente severo e autoritario, e dall'altra il momento storico artistico nel quale la cultura barocca era giunta al suo apice. Pozzo in sostanza doveva soddisfare, nel suo pensiero architettonico, questi due orientamenti: «convenzione e sperimentazione, osservanza della tradizione e spontaneità ideativa costituiscono infatti i cardini estremi, entro i quali orientare la sua visione dell'edilizia sacra e affrontare il problema delle scelte tipologiche su cui fondare il proprio discorso poetico» [Bösel, Salviucci Insolera 2010, p. 37]. Anche se Pozzo inizia la sua attività artistica esercitando la pittura figurativa, sono soprattutto le sue pitture prospet-

tiche nonché i suoi allestimenti di apparati effimeri che lo portano ben presto a cimentarsi con l'architettura. Il suo trattato *Perspectiva pictorum et architectorum* [2] [Pozzo 1693, Pozzo 1700], oltre ad essere noto per il suo intento di insegnare «il modo più sbrigato di mettere in prospettiva tutti i disegni d'Architettura» raccoglie i disegni pensati dall'autore nei quali si ritrovano sia i suoi progetti ideali sia riferimenti a sue opere realizzate. Ma assume anche un'altra valenza didattica: quella di essere un repertorio di idee architettoniche dalle quali gli architetti potessero trarre spunto per progettare le loro opere. Nelle pagine del trattato troviamo i disegni riconducibili alla realizzazione dei teatri sacri allora presenti in molte chiese dove intervenne Pozzo. Questi tipi di costruzioni si basavano sul concetto di scenografia e venivano realizzati con la tecnica «di più ordini di telari» come lo stesso Pozzo illustra nella figura 61 della parte prima del suo trattato.

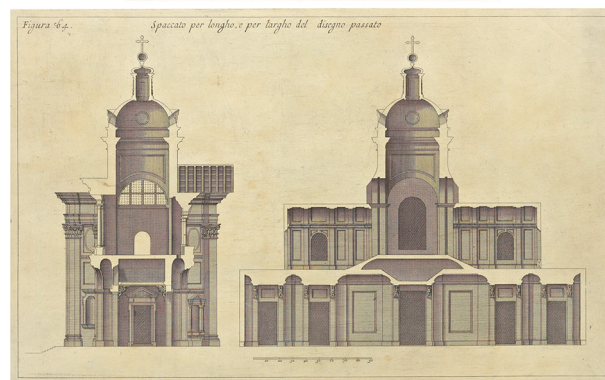
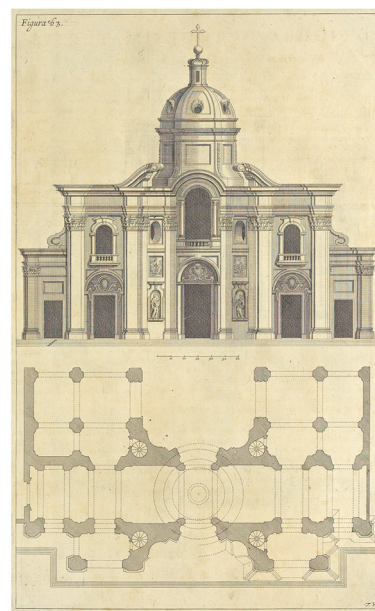
Importante esempio di teatro sacro pozziano, lo troviamo nella Chiesa di San Francesco Saverio a Mondovì che il fratello gesuita eseguì durante la sua fruttuosa formazione nell'Italia settentrionale e nella quale, oltre ad affrescare la volta e a intervenire negli spazi interni, realizzò la macchina d'altare costituita da telai in legno che sorreggono tele dipinte, unico esemplare rimasto di queste composizioni e che trova un riferimento diretto nella «fabbrica quadrata» presente nel trattato (fig. 1).

In qualche modo assimilabili a questo genere scenografico sono i disegni riportati nel trattato che, come spiega lo stesso Pozzo, hanno due scopi: uno per la realizzazione dell'apparato delle quarantore e uno come modello per l'altare maggiore, entrambi destinati alla chiesa romana del Gesù. Le incisioni che illustrano le figure 71 e 72 rappresentano il progetto mediante una prospettiva frontale e la metà della pianta con la relativa sezione rigorosamente associate tra loro (fig. 2). All'interno delle absidi si trovano gli altari ideati dal fratello gesuita che sono inclusi e condizionati dai primi in un rapporto che Pozzo ha sempre curato con la dovuta attenzione spaziale e sensibilità prospettica. Ci riferiamo all'altare della *Franziskanerkirche* a Vienna che ricorda nuovamente il progetto «d'una fabbrica quadrata» presente nel trattato: qui Andrea Pozzo interviene unendo all'architettura reale dell'altare un'altra dipinta, creando con grande raffinatezza una potente illusione di unitarietà svelata soltanto da una vista decentrata come si vede nella figura 1.

Ricordiamo inoltre le due proposte per l'altare di San Luigi Gonzaga nella chiesa di Sant'Ignazio, la prima rappresentata in pianta e alzato, la seconda in una vista prospettica d'angolo (fig. 3) e ancora l'altare di Sant'Ignazio alla chiesa del Gesù, descritto e rappresentato nella figura 60 mediante una prospettiva d'angolo e nella successiva figura disegnato in pianta ed elevato «con un semplice contorno»; questo progetto risulterà particolarmente importante per la fama di Pozzo in quanto fu lodato anche da Carlo Fontana. L'occasione per confrontarsi con l'architettura nella sua complessità il maestro trentino la ebbe quando nel 1699, per incarico del cardinale Benedetto Pamphili, elaborò due progetti per la facciata di San Giovanni in Laterano. I progetti che trovano riscontro nelle pagine del trattato testimoniano ancora una volta il compiuto controllo grafico nei disegni in pianta e prospetto associati, nelle sezioni trasversali e longitudinali nonché in una vista prospettica dal sapore scenografico (fig. 4).

Purtroppo non sono rimaste molte tracce di disegni che Andrea Pozzo ha eseguito per la progettazione e in parte

Fig. 4. Facciate di San Giovanni Laterano, dal trattato, II, 83.



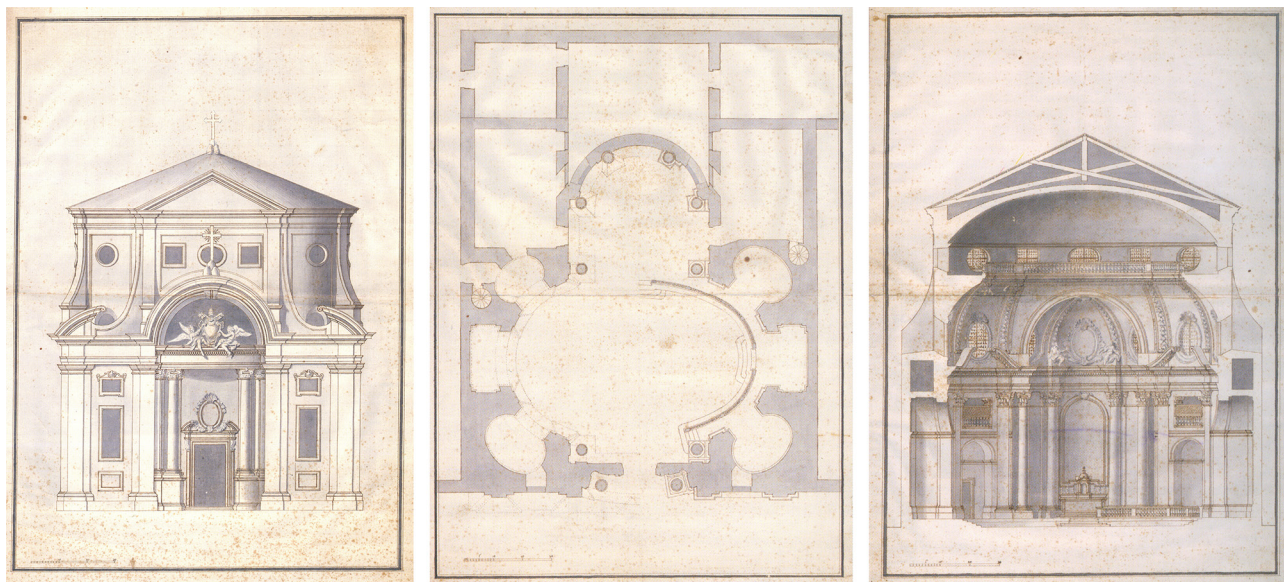


Fig. 5. Progetto per la chiesa di S. Tommaso di Canterbury a Roma.

realizzazione delle sue opere prettamente architettoniche a Ragusa, Lubiana, Trieste, Montepulciano, Belluno [Dal Mas 1992, p. 61], Trento e ancora Roma. Tra i pochi disegni rinvenuti e attribuiti a Pozzo ricordiamo quelli riferiti al progetto per San Tommaso di Canterbury a Roma, per la chiesa di Sant'Ignazio a Ragusa (oggi Dubrovnik) e per Sant'Apollinare presso il collegio Germanico e Ungarico di Roma.

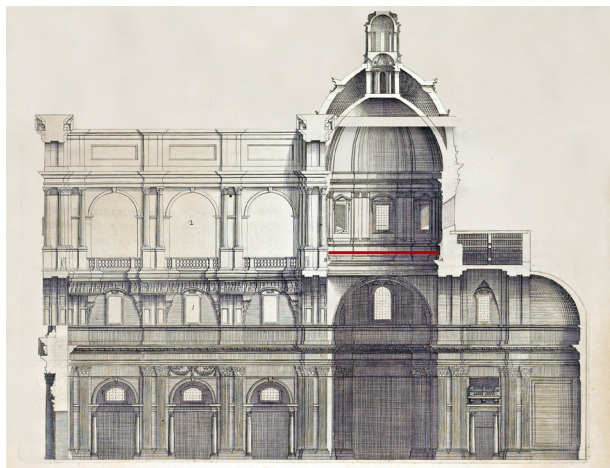
Proprio il progetto per la chiesa di San Tommaso di Canterbury nel Collegio Inglese di Roma rappresenta forse una delle opere più significative della cifra stilistica di Pozzo. La chiesa, ideata presumibilmente tra il 1697 e il 1702, non venne realizzata, ma di essa ci restano però tre mirabili disegni autografi: il prospetto, la sezione trasversale e la pianta. I primi due grafici sono trattati con l'apposizione di un leggero chiaroscuro che tende a restituire la plasticità dell'organismo, la pianta comunica contemporaneamente un doppio messaggio: sul lato destro l'edificio è sezionato, come da regola, con un piano orizzontale, sulla parte sinistra invece è riportata la proiezione degli elementi posti al disopra del piano sezione. Tutti e tre i disegni riportano in basso a sinistra la scala grafica espressa in palmi (fig. 5).

Un intervento particolarmente felice dal punto di vista architettonico è l'opera nella *Universitätskirche* di Vienna nella quale Pozzo mostra la propria maturità architettonica trasformando la semplice e unica navata e riversando in questo progetto gran parte del suo patrimonio di architetto costituito dalle sue esperienze di teatri sacri. Qui inserisce coretti, trasforma la cappella, la cantoria, l'altare maggiore e, ricorrendo alle sue elevate doti di maestro di prospettiva, realizza una finta cupola inserita nella volta. La chiesa ha così assunto un nuovo volto, quello che Andrea Pozzo ha voluto progettare e realizzare.

Pozzo pertanto uomo di arte nella pittura, nella prospettiva, può e deve essere riconosciuto anche come architetto e alle critiche mosse nei suoi riguardi, famosa la critica del Milizia che così si esprimeva nei confronti del gesuita: «chi vuol essere Architetto alla rovescia studi l'Architettura di Fra Pozzo» [Milizia 1781, p. 275] circa la sua incapacità di fare architettura, ricordiamo come lo stesso Pozzo rispondeva: «... non vi fate più uscir di bocca quello sciocco argomento: È Pittore; Dunque non sarà buon'Architetto: ma più tosto inferite il contrario, È buon Pittore, e buon Prospettico, dunque sarà buon'Architetto» [3].

Fig. 6. Una composizione delle figure 94 e 96 del trattato, I. L'immagine mostra il rapporto tra lo spazio reale e lo spazio progettato da Pozzo.

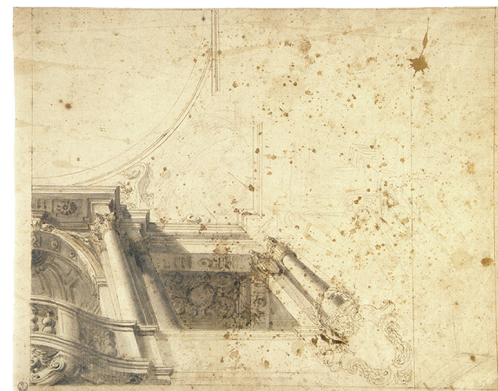
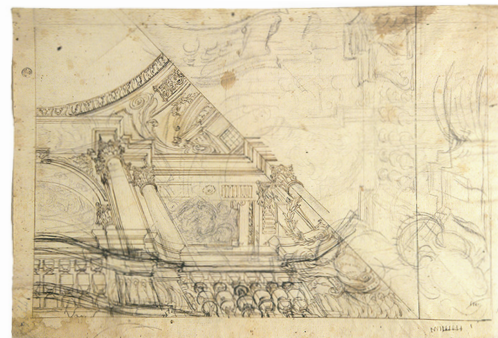
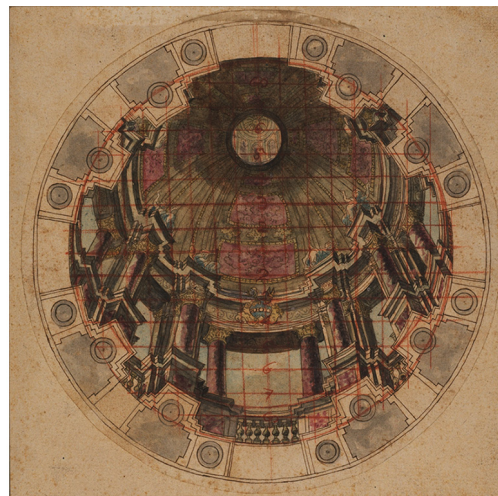
Fig. 7. Bozzetto a matita per la finta cupola (in alto). Due schizzi attribuiti alla scuola di Andrea Pozzo (in basso).



Con lo spirito di architetto, Pozzo ha affrontato i cicli pittorici che gli hanno valso tanta fama, abbiamo voluto omettere in questo inquadramento le tante prospettive architettoniche che Pozzo ha realizzato nel corso della sua attività per riservare a questo genere un approfondimento nelle opere per chiesa di Sant'Ignazio a Roma, la volta, la falsa cupola, l'abside.

L'iter progettuale delle opere per la chiesa di Sant'Ignazio

Il *Perspectiva pictorum et architectorum* è stato per Pozzo sia strumento di divulgazione tecnica che architettonica. Attraverso la lettura del trattato è infatti possibile individuare sia i riferimenti cui Pozzo si è ispirato sia le sue idee architettoniche. Particolarmente significativo è il caso della «fabbrica quadrata», il cui progetto è stato utilizzato da Pozzo per realizzare almeno due delle sue opere che ci sono giunte: la macchina scenica in telai lignei per l'abside della chiesa di San Francesco Saverio a Mondovì (1676-1677) e l'altare della *Franziskanerkirche* a Vienna che l'autore realizzò come un ibrido di parti a tutto tondo e altre in telai lignei (1706-



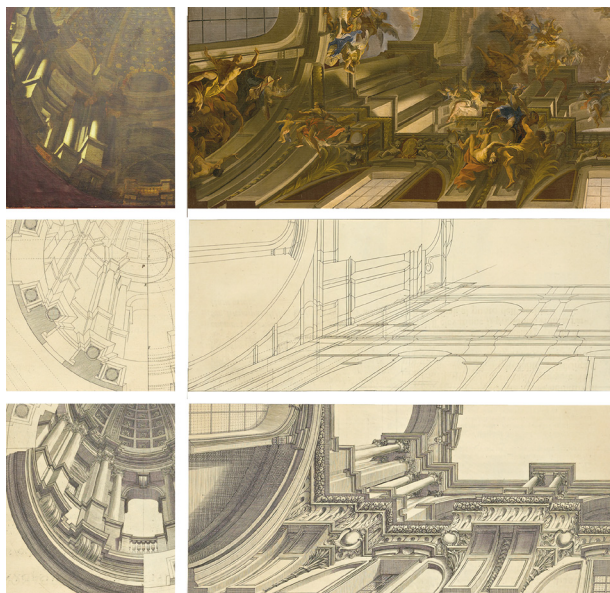


Fig. 8. Bozzetto a olio per la cupola e figure 90 e 91 del trattato I (a sinistra). Bozzetto a olio per la volta e le figure 97-99 del trattato I (a destra).

1707). Si tratta pertanto di due opere cronologicamente separate da circa trent'anni: la prima precedente alla pubblicazione del suo celebre trattato (1693), la seconda successiva di pochi anni alla pubblicazione della seconda parte del trattato (1700). Inoltre, nel testo della figura 64 della prima parte del trattato, è Pozzo stesso a dire di aver utilizzato questo modello per la realizzazione di alcune macchine delle quarantore, strutture in telai lignei digradati come quella di Mondovì, sia a suggerirne l'uso per la costruzione di altari maggiori come avrebbe fatto anni dopo a Vienna, si veda a riguardo la figura 1. Questo caso dimostra come Pozzo abbia concepito dei progetti architettonici che lo hanno accompagnato lungo tutta la sua carriera e come sia stato in grado di attuarli attraverso forme diverse. Architetture, scenografie o pitture prospettiche sono per Pozzo realizzazioni di idee architettoniche o, per usare parole di Vincenzo Fasolo: «ogni idea artistica per un pittore architetto (ed anche non architetto) è sempre architettonica» [Fasolo 1969, p. 216]. Possiamo perciò dire che il ciclo di opere realizzato per la chiesa di Sant'Ignazio a Roma sia l'attuazione di preci-

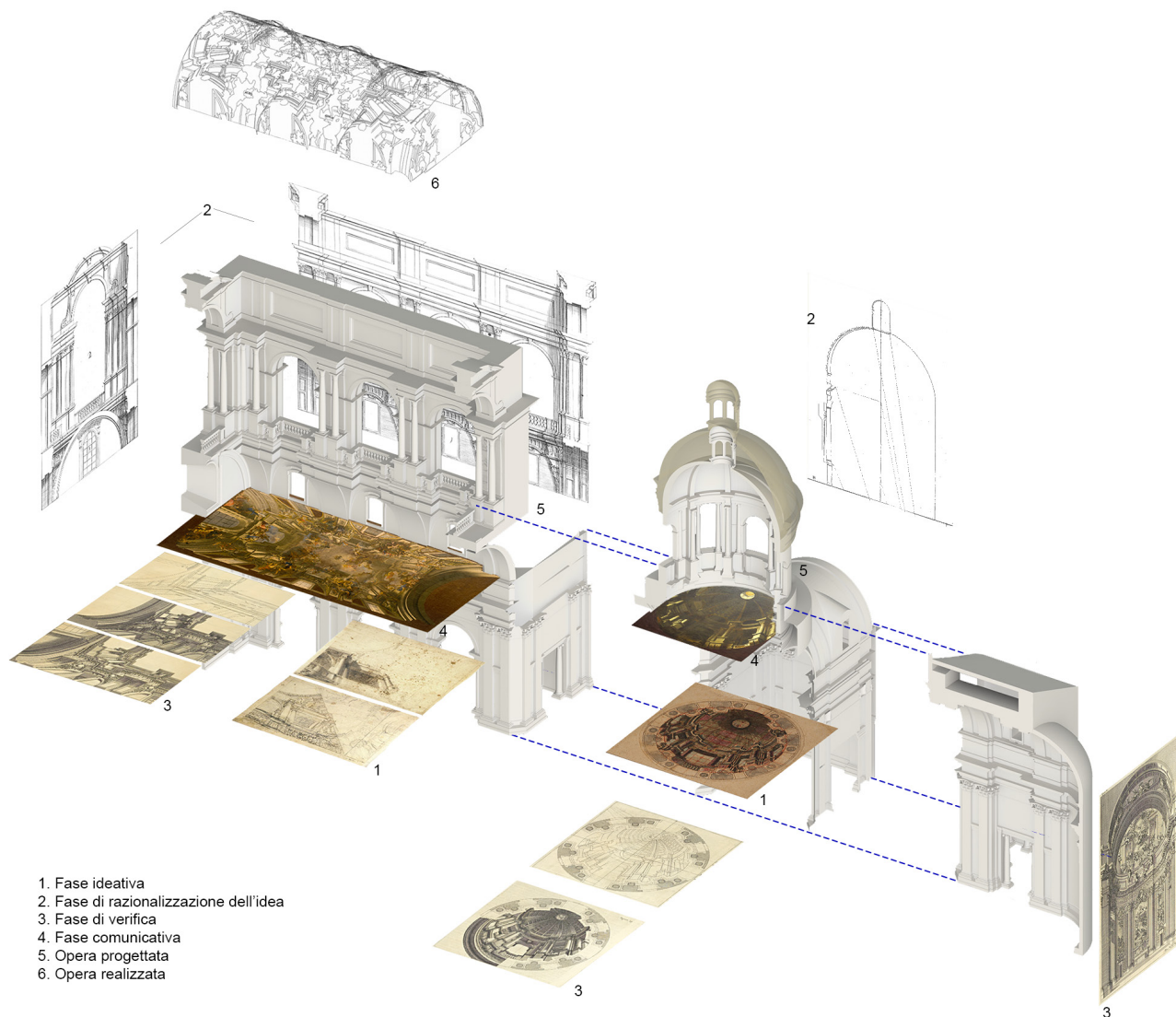
se idee architettoniche attraverso cui Pozzo intese ampliare lo spazio reale mediante la costruzione di più spazi illusori che, benché episodici, uniti al reale, restituissero una nuova tridimensionalità alla chiesa (fig. 6).

Pozzo lavora nella chiesa di Sant'Ignazio per circa dieci anni, periodo lungo il quale interviene a più riprese sulle superfici della navata centrale, del transetto e dell'abside. La prima opera a essere realizzata è la grande tela della finta cupola (1685), successivamente vengono realizzati gli affreschi del catino absidale e della volta del presbiterio (1685-1688), infine vengono eseguite le decorazioni della volta nella navata centrale (1687-1693) e i peducci della cupola (1694). L'intero ciclo viene mostrato pubblicamente il 31 luglio del 1694 alla presenza di Papa Innocenzo XII.

L'operare da architetto di Andrea Pozzo non si riscontra solo nei modelli architettonici presenti nel suo trattato ma anche attraverso la ricostruzione dei passaggi che hanno portato alla realizzazione delle opere stesse. Documenti storici e opere grafiche testimoniano infatti pressoché ogni fase dell'iter progettuale delle opere per la chiesa di Sant'Ignazio: dall'incarico ricevuto dalla committenza, ai primi schizzi ideativi, alla fase di razionalizzazione della forma, agli elaborati destinati alla comunicazione dell'opera alla committenza e al pubblico, alle tecniche adottate per la realizzazione dell'affresco della volta.

Pozzo viene chiamato per realizzare le decorazioni della grande chiesa che, fino ad allora, era rimasta pressoché spoglia [Wittkower 1995, pp. 5-7, 23] ma anche per risolvere due problemi architettonici veri e propri: l'impossibilità di realizzare una cupola in muratura e la correzione delle proporzioni della volta della navata centrale. Per quanto riguarda l'incarico della volta è noto infatti un documento del 1688 intitolato *Punti da considerarsi intorno al dipingersi la volta della chiesa di S. Ignazio* [4] [Bösel, Salviucci Insolera 2010, p. 77] in cui i Padri Superiori dell'Ordine espongono le ragioni per cui si dovesse realizzare l'opera e affidano l'incarico a padre Pozzo. Il documento contiene indicazioni riguardanti l'iter di approvazione, che sarebbe dovuta passare attraverso l'esposizione pubblica di un bozzetto su tela dell'opera. L'aspetto più interessante di questo documento è il passaggio in cui viene specificato il motivo per cui l'opera veniva commissionata. I padri superiori desiderano che Pozzo risolva: «l'unico difetto c'ha questa chiesa [...] et appunto consiste nel voltone tenuto troppo alto, e con poco sesto» [Bösel, Salviucci Insolera 2010, p. 87]. Questo dimostra la raffinatezza culturale della committenza gesuitica e spiega anche la scelta compositiva di Pozzo che qui, a

Fig. 9. Immagine di sintesi che descrive il rapporto tra gli elaborati grafici riguardanti il progetto per la volta della chiesa di Sant'Ignazio.



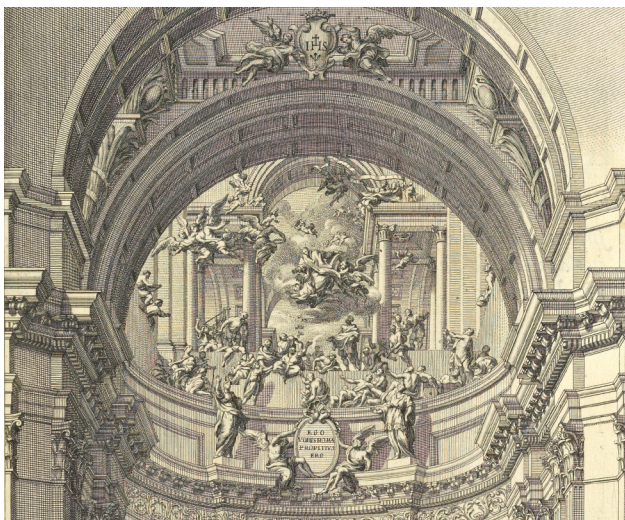


Fig. 10. Dettaglio dell'altare Maggiore per la chiesa di Sant'Ignazio nel Collegio Romano, dal trattato, II, 81 (a sinistra), e foto del catino absidale affrescato (a destra).

differenza di altri suoi interventi per soggetti voltati, esegue una vera e propria operazione di sfondamento. La volta appare infatti rimossa, appena sopra le finestre delle lunette, e sostituita da un'imponente architettura.

Il momento ideativo di un'opera architettonica non può prescindere dall'uso di schizzi a mano libera, elaborati che mettono in relazione diretta la mente del progettista con la mano. Questo è presumibilmente vero anche per Andrea Pozzo, come attestano un bozzetto a matita per la finta cupola [Baglioni, Salvatore 2018], di incerta attribuzione autografa, conservato presso il *Courtauld Institute of Art* di Londra, e alcuni disegni riferibili a volte in prospettiva "da sotto in su" attribuiti alla sua scuola e conservati a Firenze presso il *Gabinetto Disegni e Stampe degli Uffizi*. Questi ultimi disegni mostrano due momenti successivi della fase ideativa: uno iniziale, caratterizzato da ripensamenti e da un segno che procede per approssimazioni alla definizione dell'idea; e uno più avanzato, in cui oltre a un'idea più definita si aggiunge il trattamento chiaroscurale per descrivere meglio la tridimensionalità delle forme (fig. 7).

A questa fase segue quella di razionalizzazione della forma progettata e l'adozione dunque degli elaborati in pianta e alzato attraverso i quali il progettista descrive la forma dell'architettura per come essa è. Questa fase è ben do-

cumentata dalle tavole del *Perspectiva pictorum et architectorum* che, seppur successive alle opere realizzate a Roma, dimostrano la necessità di definire inizialmente l'idea architettonica. Le figure 49, 50 e 52 della parte seconda, riferite alla cupola, e le figure 95 e 96 della prima parte del trattato, relative alla volta, illustrano questa fase dell'iter progettuale [5]. Da questi disegni è infatti possibile ricostruire il modello digitale tridimensionale [6] dell'architettura progettata e comprendere come questi dialoghino con l'architettura reale, attraverso la circonferenza d'imposta della cupola e il taglio orizzontale del cervello della volta.

Definita l'idea progettuale dell'architettura per come essa è, il progettista torna alla rappresentazione prospettica per due diversi motivi: essa consente la verifica percettiva del progetto e permette di comunicare al committente come apparirà l'opera realizzata. I documenti grafici lasciati da Pozzo testimoniano entrambi gli aspetti: le tavole 90 e 91 della parte prima e 50, 51, 52 e 53 per la cupola e la figura 81 della parte seconda per l'abside, con le figure 97, 98, 99 e 100 della parte prima del trattato per la volta [7], rappresentano la verifica percettiva delle opere, condotta personalmente dal progettista e per divulgazione tecnica presso altri artisti; i bozzetti ad olio, conservati presso la *Galleria Nazionale di Palazzo Barberini*, sono invece le opere richie-



Fig. 11. Confronto tra l'opera realizzata (affresco) e l'opera progettata.

Fig. 12. Sezione prospettica con le due opere progettate: volta e cupola.



ste dalla committenza per poter giudicare e far giudicare il progetto prima dell'approvazione (fig. 8). Lo stringente rapporto che lega tutti gli elaborati grafici in un unico processo progettuale può essere felicemente rappresentato attraverso una visione sintetica d'insieme, in cui inseriamo, oltre allo spazio reale della chiesa di Sant'Ignazio ricostruito a partire dai disegni delle tavole 93 e 94 della parte prima del trattato, anche i rilievi tridimensionali delle opere effettivamente realizzate sulle superfici della chiesa di Sant'Ignazio e i documenti grafici che attestano per ciascun intervento l'iter progettuale da architetto seguito da Andrea Pozzo. Tale iter è pienamente riscontrabile per quanto riguarda il progetto della finta cupola e della volta, mentre lo è solo parzialmente per quanto riguarda il catino absidale (fig. 9).

Conclusioni

Gli affreschi della volta e del catino e la tela della cupola non sono dunque che alcune delle possibili realizzazioni dei progetti di Pozzo per la chiesa romana e, come per ogni realizzazione, il suo raffronto con l'idea progettuale evidenzia alcune differenze. Nel caso della volta il confronto tra

il progetto presente nel trattato e la realizzazione, rappresentata dall'affresco, evidenzia un ripensamento riguardo un piano attico, decorato da specchiature rettangolari, che avrebbe dovuto collegare i due archi presenti sui lati corti opposti della composizione e che, se fosse stato realizzato, avrebbe certamente restituito un'immagine più rigida e statica dell'architettura poiché ne avrebbe ridotto l'interazione con il cielo. Mentre lo scorcio prospettico adottato è del tutto coerente in tutti i disegni in prospettiva con quanto realizzato sia nel bozzetto a olio che nell'affresco realizzato. Per quanto riguarda la cupola, il confronto tra i disegni del trattato e la tela realizzata evidenzia l'adozione di un diverso scorcio prospettico mentre la morfologia degli elementi strutturali e decorativi appare coerente. Il confronto tra progetto e realizzazione per l'affresco del catino absidale mostra una chiara coerenza per quanto riguarda lo scorcio prospettico e le scelte compositive. Un notevole accorgimento compositivo è rilevabile nell'affresco del catino absidale: l'architettura illusoria, un tempio su quattro arcate, appare tagliata dalla presenza dell'arcone del presbiterio della chiesa reale, istituendo così un'occlusione che accentua il senso di tridimensionalità e interazione tra architettura reale e architettura illusoria (fig. 10). La plasticità tardo barocca dell'architettura di Pozzo e la sua efficacia nel risolvere le problematiche sollevate dalla committenza sono particolarmente percepibili attraverso l'esplorazione della ricostruzione digitale del progetto pozziano per la volta, in cui l'ampliamento dello spazio reale, attraverso

l'operazione di sfondamento e l'aggiunta dello spazio illusorio, restituisce la percezione di uno spazio aperto e articolato da forti chiaroscuri (fig. 11). Infine, il modello di sintesi basato sullo spazio reale della chiesa di Sant'Ignazio, integrato dalle architetture illusorie della volta e della cupola [8], permette di avanzare alcune considerazioni: le due architetture convivono a fatica nello spazio immediatamente soprastante l'arcone che separa navata e transetto, ma presentano proporzioni confrontabili; il confronto tra la calotta interna progettata da Pozzo e la cupola progettata dal Grassi (in ocre nel modello), presente nella tavola 94 della parte prima del trattato, mostra come il progetto pozziano non sembri tenere in alcun conto il progetto originario approvato e si caratterizzi per la presenza delle colonne aggettanti su mensole, elemento molto criticato all'epoca di Pozzo [Pascoli 1736, p. 255]. D'altra parte vale la pena rilevare che proprio la presenza di queste colonne aggettanti rappresenta un elemento di continuità tipologica con l'architettura della volta (fig. 12). Queste prime considerazioni potranno essere approfondite e completate in seguito alla restituzione del terzo e meno documentato episodio dell'intero ciclo, quello dell'architettura illusoria dell'abside. La ricostruzione dell'intero ciclo renderà infatti possibile un confronto tra i tre progetti, per evidenziarne gli elementi di continuità e di discontinuità che possano chiarire l'esistenza di un intento progettuale unitario o l'indipendenza dei tre episodi realizzati dal Pozzo per la chiesa di Sant'Ignazio.

Note

[1] Pur nella condivisione di quanto espresso nel contributo frutto di comuni riflessioni, la redazione dei paragrafi *Introduzione* e *Andrea Pozzo architetto progettista* sono da attribuire a Marco Fasolo, i paragrafi *L'iter progettuale delle opere per la chiesa di Sant'Ignazio* e *Conclusioni* sono da attribuire a Matteo Flavio Mancini.

[2] Il *Perspectiva pictorum et architectorum* con il sottotitolo *In qua docetur modus expeditissimus delineandi optice omnia que pertinent ad Architecturam* è composto da due tomi, il primo del 1693, il secondo del 1700, scritti entrambi in latino e italiano.

[3] *Perspectiva pictorum et architectorum*, testo esplicativo alla figura 66 della seconda parte.

[4] Il testo del documento è riportato nelle note 33, 36, 37, 38 e 39 dello stesso saggio, pp. 87-88.

[5] Con riferimento alla fase di razionalizzazione della forma, nella figura 9 vengono riportate le tavole 49, 50 e 52 della seconda parte del trattato

in cui viene rappresentata la cupola in sezione e le tavole 95 e 96 della prima parte del trattato che mostrano la sezione longitudinale e trasversale dell'architettura affrescata sulla volta della navata centrale della chiesa di Sant'Ignazio.

[6] All'elaborazione dei modelli digitali ha collaborato Flavia Camagni.

[7] Con riferimento alla fase di verifica dell'idea progettuale, nella figura 9 vengono riportate le tavole 90 e 91 della parte prima del trattato e le tavole 50, 51, 52 e 53 della seconda parte in cui viene disegnata la prospettiva della cupola con diversi livelli di dettaglio e trattamento grafico, la figura 81 della parte seconda del trattato con la prospettiva dell'abside e le figure 97, 98, 99 e 100 della parte prima del trattato in cui viene disegnata la prospettiva dell'architettura della volta con diversi livelli di dettaglio e trattamento grafico.

[8] Il modello della cupola è stato realizzato da Leonardo Baglioni e Marta Salvatore che ringraziamo per averci concesso l'uso in questo saggio.

Autori

Marco Fasolo, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma, marco.fasolo@uniroma1.it
Matteo Flavio Mancini, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi Roma Tre, matteoflavio.mancini@uniroma3.it

Riferimenti bibliografici

Baglioni, L., Salvatore, M. (2018). Un modello per le finte cupole emisferiche di Andrea Pozzo. In R. Salerno (a cura di). *Rappresentazione materiale/immateriale*. Atti del 40° Convegno internazionale dei docenti delle discipline della Rappresentazione. Milano, 13-15 settembre 2018, pp. 887-894. Roma: Gangemi.

Baldinucci, F.S. (1975). Vita del padre Pozzo gesuita. In A. Matteoli (a cura di). *Vite di Artisti dei secoli XVII-XVIII: prima edizione integrale del codice Palatino*, pp. 314-337. Roma: De Luca.

Carboneri, N. (1961). *Andrea Pozzo architetto (1642-1709)*. Trento: Collana artisti trentini.

Carboneri, N. (1962). L'architettura di Andrea Pozzo. In *Bollettino del Centro Internazionale di Studi di Architettura "Andrea Palladio"*, vol. IV, pp. 123-128.

Dal Mas, R.M. (1992). *Andrea Pozzo e il collegio dei Gesuiti di Belluno*. Belluno: Istituto Bellunese di Ricerche sociali e culturali.

Fasolo, V. (1969). L'architettura nell'opera pittorica di Giorgio Vasari. In *Atti del XII Congresso Nazionale di Storia dell'Architettura*. Arezzo, 10-15 settembre 1961, pp. 215-237. Roma: Centro studi per la storia dell'architettura.

Gurlitt, A. (1887). *Geschichte des Barokstiles in Italien*. Stuttgart: Verlag von Ebner & Seubert.

Kemp, M. (1999). Prospettiva e significato: illusione, allusione e collusione. In M. Kemp (a cura di). *Immagine e verità*, pp. 105-123. Milano: il Saggiatore.

Milizia, F. (1781). *Memorie degli architetti antichi e moderni*. Tomo II. Parma: Dalla Stampa Reale.

Muñoz, A. (1919). *Roma Barocca*. Milano: Casa editrice d'arte Bestetti & Tumminelli.

Pascoli, L. (1736). *Vite de pittori, scultori ed architetti moderni*. Vol. II. Roma: Antonio de' Rossi.

Portoghesi, P. (1995). *Roma barocca*. Roma-Bari: Laterza.

Pozzo, A. (1693). *Perspectiva pictorum et architectorum*. Pars prima. Roma: Joannis Jacobi Komarek Bohemi.

Pozzo, A. (1700). *Perspectiva pictorum et architectorum*. Pars secunda. Roma: Joannis Jacobi Komarek Bohemi.

Bosöl, R., Salviucci Insolera, L. (a cura di) (2010). *Mirabili disinganni. Andrea Pozzo (Trento 1642-Vienna 1709) pittore e architetto gesuita*. Roma: Editoriale Artemide.

Scaffidi Abbate, M. (a cura di) (2017). *Cicerone. L'arte di saper parlare, Orator*. Roma: Newton Compton Editori.

Salviucci Insolera, L. (2015). Alcune osservazioni sui processi creativi di Andrea Pozzo. In S. Bertocci, F. Farneti (a cura di). *Prospettiva, luce e colore nell'illusionismo architettonico. Quadraturismo e grande decorazione nella pittura di età barocca*, pp. 333-340. Roma: Artemide.

Wittkower, R. (1995). *Arte e architettura in Italia. 1600-1750*. Torino: Einaudi.

Volte a lunette nell'opera di Guarini. Modelli digitali fra *Architettura Civile* e *Modo di misurare le fabbriche*

Roberta Spallone

Abstract

Nella sistematizzazione guariniana dei sistemi voltati, fondata sul ragionamento geometrico, assumono un ruolo primario le volte a lunette generate mediante il taglio di volte principali di differente conformazione geometrica e l'inserimento di unghie. Tale operazione consente di aumentare l'illuminazione naturale degli ambienti e di garantire ariosità e movimento ad atri e sale nei palazzi barocchi. Nell'*Architettura Civile* (postuma 1737) e nel *Modo di misurare le fabbriche* (1674), egli illustra, rispettivamente, la genesi geometrica e la misura delle volte. Nel primo trattato, le volte a lunette emergono come tipologia feconda di variazioni formali e applicazioni negli edifici civili, nel secondo le superfici delle volte sono ridotte alle matrici geometriche delle singole componenti e presentano alcune novità rispetto all'*Architettura Civile* assumendo direttrici semi-ellittiche ad arco di circonferenza e di ellisse. Nel presente lavoro si esaminano e approfondiscono le importanti relazioni, nello sviluppo del tema, fra i due trattati guariniani, la cui complementarità emerge nel continuo riferimento al binomio Geometria-Architettura. L'analisi grafica e la modellazione digitale delle superfici consentono non solo il riconoscimento delle primitive geometriche sottese alla costituzione dei sistemi voltati e la verifica delle regole di misurazione che Guarini in gran parte ascrive a sé, ma anche il confronto con le architetture realizzate nel periodo del secondo ampliamento di Torino.

Parole chiave: analisi grafica, modellazione digitale, lunette, volte lunettate, trattatistica, Guarini.

Introduzione

Guarino Guarini (1624-1683) è abate dell'ordine dei Teatini e studioso dagli ampi interessi che spaziano, principalmente, fra architettura, matematica e filosofia. Egli opera nel secolo permeato dall'*esprit de géométrie* alimentato dalle scoperte e dagli studi in campo matematico, e in particolare della geometria pura, in cui si viene affermando una posizione di primo piano della disciplina all'interno del metodo filosofico attraverso le teorie di Galileo, Bacone, Cartesio, Malebranche, Desargues.

Nel 1666 Guarini, dopo una serie di viaggi in Italia e in Francia durante i quali si dedica agli studi teorici e al progetto di architettura, si stabilisce a Torino, dove pubblica alcuni fra i suoi trattati più importanti e realizza una serie di architetture in ambito religioso e civile emblematiche del periodo barocco.

Guarini, per primo, sviluppa una trattazione rigorosa e sistematica dei sistemi voltati che si articola in tre opere tra loro complementari: *Architettura Civile* (pubblicata postuma nel 1737), *Euclides adauctus* (1671) e *Modo di misurare le fabbriche* (1674), nelle quali egli illustra, rispettivamente, la genesi geometrica, la stereotomia e la misura delle volte. Fra queste, l'*Euclides adauctus* assume il ruolo di riferimento teorico, fondato sulla disciplina geometrica, rispetto all'approccio costantemente connesso all'opera architettonica degli altri due.

In tale sistematizzazione, avviata nell'*Architettura Civile* con la costruzione di un vero e proprio vocabolario formale a base geometrica, assumono un ruolo primario le volte a lunette, generate mediante il taglio di volte principali

di differente conformazione e l'inserimento di unghie di completamento. Tale operazione consente di aumentare l'illuminazione naturale degli ambienti e di garantire ariosità e movimento alle volte in muratura laterizia che popolano atrii e sale nei palazzi barocchi. Dal periodo del secondo ampliamento, iniziato nel 1673, Torino si dota di numerosissimi palazzi e case nobiliari di nuova costruzione e di riplasmazione, nei quali la sperimentazione di sistemi voltati unitari in laterizio di notevole complessità è particolarmente vivace.

La natura geometrica delle volte descritte nell'*Architettura Civile* è stata oggetto di precedenti studi dell'autrice [Spallone 2016; Spallone 2017, pp. 91-120]. Fra queste, le volte a lunette emergono come tipologia feconda di variazioni formali e applicazioni negli edifici civili. Partendo dai modelli tardo-rinascimentali a sviluppo assiale, Guarini inventa un nuovo sistema radiocentrico, su pianta ovale, applicato nei progetti degli atrii dei palazzi Carignano e Provana di Collegno a Torino.

Nel *Modo di misurare le fabbriche* le superfici delle volte sono ridotte alle matrici geometriche delle singole componenti. Fra queste le lunette, considerate sia come porzioni di volte a crociera sia come elementi di completamento di volte principali tagliate, presentano alcune novità formali rispetto all'*Architettura Civile*. Tali forme sono riconoscibili nelle volte a lunette diffuse sia nelle sale auliche che negli ambienti di servizio presenti nei palazzi realizzati in Piemonte tra Sei e Settecento.

Le volte in laterizio lunettate, di tradizione rinascimentale, hanno un importante precedente nella volta che Tibaldi aveva progettato a Torino per la Sagrestia della chiesa dei Santi Martiri (1592), mentre la grande volta composta della sala principale della reggia di Venaria (1667-68) sembra inaugurare una stagione di attenzione diffusa per le volte a tagli e lunette nell'architettura civile [Piccoli 1999, p. 87; Scotti Tosini 2006, p. 95].

Metodologia di lavoro

Nel presente saggio vengono approfondite, confrontando teorizzazioni e disegni, le importanti relazioni, nello sviluppo del tema, fra l'*Architettura Civile* e il *Modo di misurare le fabbriche*, la cui complementarità emerge nel continuo riferimento al binomio Geometria-Architettura.

L'analisi grafica e la modellazione digitale delle superfici, a partire dai disegni nelle lastre dell'*Architettura Civile* e dagli schemi

grafici stampati con tecnica xilografica e inseriti nel testo del *Modo di misurare le fabbriche*, consentono non solo, rispettivamente, il riconoscimento delle primitive geometriche sottese alla costituzione dei sistemi voltati a lunette e la verifica delle regole di misurazione che Guarini in gran parte ascrive a sé, ma anche il confronto con alcune architetture realizzate.

Gli schemi pseudo-asonometrici, tracciati con qualche incertezza, che descrivono i differenti modelli di lunette e le doppie proiezioni ortogonali (pianta e sezione) che precisano le soluzioni spaziali e i rapporti proporzionali delle volte lunettate, consentono il controllo del rigoroso procedimento classificatorio e ideativo seguito da Guarini. Questo comporta ripercorrerne i passaggi applicando i metodi dell'analisi grafica e della modellazione digitale ricostruttiva. Ai fini della presente ricerca sono state modellate tutte le lunette e le volte a lunette menzionate nei due trattati comprese le loro varianti.

Se nell'*Architettura Civile* l'obiettivo della modellazione è consistito nell'individuazione del vocabolario formale di Guarini, nel controllo della coerenza spaziale fra le rappresentazioni in proiezioni ortogonali e nella ricostruzione delle logiche compositive sottese alla costituzione di *exempla* applicabili nell'architettura dei palazzi; per quanto riguarda il *Modo di misurare le fabbriche*, si è voluto completare l'analisi, documentata nelle figure, fino alla verifica delle metodologie di calcolo guariniane, quanto mai utili nelle operazioni di stima delle quantità di materiali necessarie per la costruzione e il rimodernamento dei palazzi della città nell'età barocca.

Lunette e volte a lunette, questioni terminologiche e convergenze fra i due trattati

Nel *Modo di misurare le fabbriche* il tema delle lunette viene sviluppato nel Capitolo 3 della Parte seconda, dedicata al calcolo delle superfici di 'Volte à Padiglione, e Lunette' su pianta quadrata o poligonale. Emerge, fin dal titolo, il fatto che Guarini si stia occupando di volte formate da porzioni del primo 'corpo tondo' classificato nell'*Architettura Civile* – il cilindro – che, opportunamente sezionato, dà origine a quelli che oggi si definiscono fusi e unghie.

Mentre nel lessico architettonico attuale per lunetta si intende quella porzione di parete verticale compresa fra l'arco d'intersezione della parete con un'unghia e il piano d'imposta di quest'ultima, nel *Modo di misurare le fabbriche* il termine 'Lunetta', o 'Luna', è utilizzato sia per indicare una

Fig. 1. Generazione geometrica delle volte a lunette. Immagine: Guarini 1737, Lastra XIX; modellazione digitale: Roberta Spallone.

delle quattro unghie di una volta a crociera (proposizioni 14 e 23), sia come sinonimo di unghia giustapposta a una volta principale (proposizione 16) e sia come elemento a sé stante (proposizione 24).

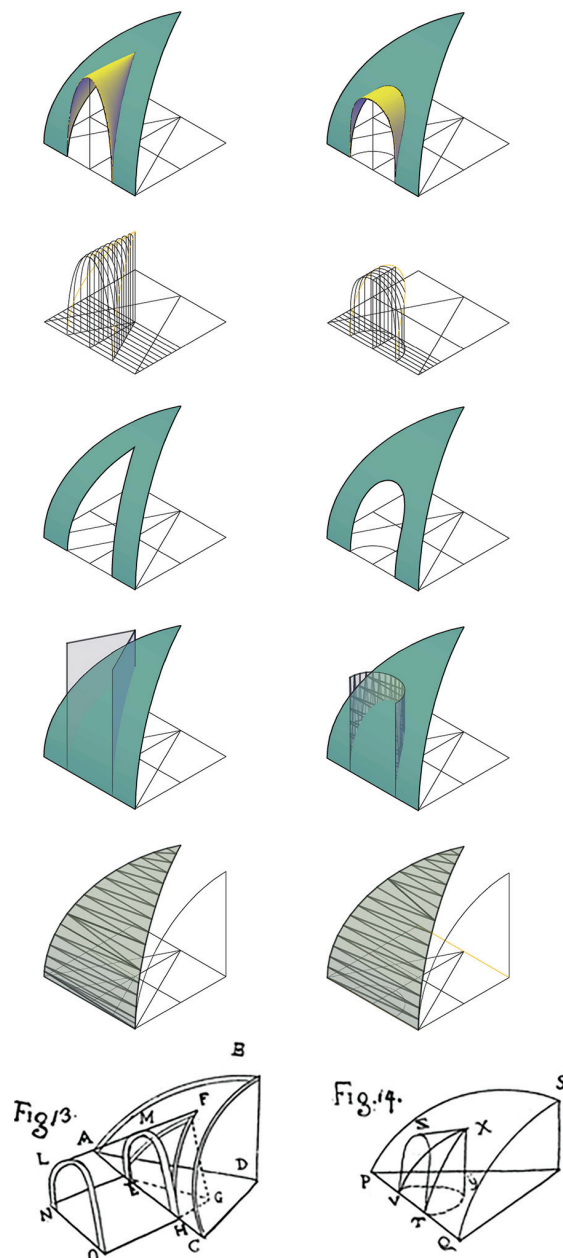
Nell'*Architettura Civile* le volte a lunette sono descritte nel Trattato III, al Capo Vigesimoesto intitolato 'Delle volte, e vari modi di farle', nell'Osservazione Settima, in cui viene definito il modello geometrico di tali volte e nell'Osservazione Ottava che ne presenta tre esempi applicati all'architettura. In questo trattato l'accezione di volta lunettata è differente: «se la Volta di qualunque sorta sarà intercisa da molte lunette, si chiamerà à lunette» [Guarini 1737, p. 187]. Dunque, qui vale la definizione, suffragata dai disegni presenti nelle lastre XIX e XX, di volta lunettata come copertura composta da una volta principale (botte, crociera, padiglione, bacino) tagliata e completata da unghie.

Al di là delle questioni terminologiche, la parte iniziale del discorso relativo a lunette e volte a lunette presenta significative convergenze fra i due testi, anche dal punto di vista grafico.

Nell'*Architettura Civile*, l'approfondimento sulle volte a lunette segue la descrizione degli elementi per formare le volte nati dai 'sei corpi tondi' – cilindro, cono, conoide, sfera, ellissoide (o ovale) di rotazione e ellissoide/ovale scaleno. Queste primitive sono assunte come matrici geometriche e si modificano a seguito di tagli e di composizioni di parti delle principali volte semplici a unica e doppia curvatura (a botte, conica, conoidica, a bacino, a vela) e composte (a crociera, a padiglione, 'gotica', lunettata).

La spiegazione delle volte a lunette conclude tale repertorio tipologico. Si tratta, infatti, di una volta composta che può assumere come superficie principale una di quelle precedentemente descritte, come precisa Guarini: «In tutti i Corpi predetti si possono fare due sorte di tagli, uno è triangolare... ma che non arrivasse nel mezzo... e poi fattone un altro dall'altra parte in triangolo, che arrivasse fino al predetto... e da poi quel voto fosse riempito con un pezzo di Cilindro tagliato triangolarmente con lo stesso angolo del taglio, ed alto quanto è lo stesso taglio» [Guarini 1737, p. 187].

Nella rappresentazione di tali volte, nelle figure 13 e 14 della lastra XIX, unghie con proiezione in pianta triangolare e circolare si innestano in un fuso cilindrico, mentre l'unghia a proiezione quadrata menzionata nel testo non compare.



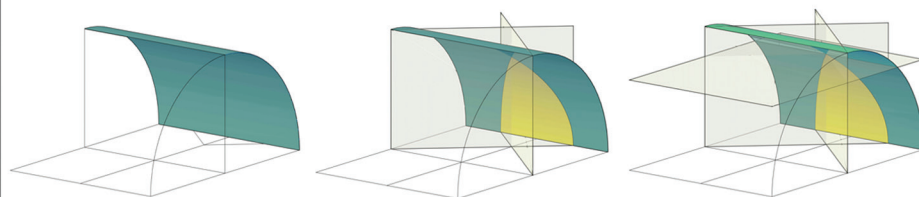
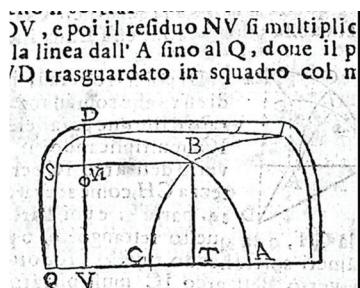


Fig. 2. Taglio in una volta principale per inserirvi un'unghia. Immagine: Guarini 1674, Prop. 16; modellazione digitale: Roberta Spallone.

da il setto a squadra, e
e vn settimo per la sua
el prodotto sarà l'area
ne prouo nel preludio

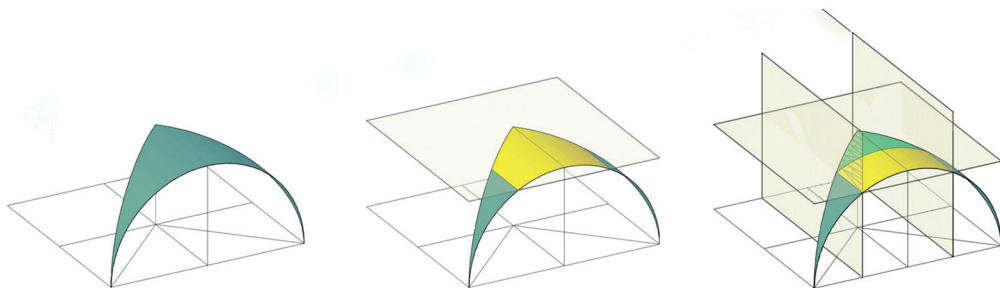
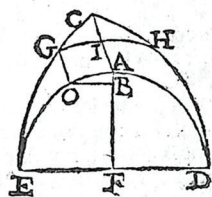


Fig. 3. Lunetta a tutto sesto e porzioni di essa. Immagine: Guarini 1674, Prop. 14; modellazione digitale: Roberta Spallone.

Come si è visto sopra, Guarini definisce la superficie dell'unghia come porzione di cilindro tagliato dai medesimi piani che intersecano la superficie principale per garantire la connessione con quest'ultima. Tale unghia non può essere geometricamente descritta come cilindrica ma deve essere generata per sezioni (come archi di circonferenza o di ellisse) parallele e variabili (fig. 1).

Nel *Modo di misurare le fabbriche* il problema della generazione delle volte a lunette può essere letto mettendo in relazione due proposizioni.

Nella Proposizione 16, Guarini presenta il problema del calcolo della superficie da sottrarre, a seguito del taglio con piani verticali, alla superficie principale costituita da un quarto di cilindro. L'autore esplicita la necessità di tale calcolo al fine di giungere ad una corretta misurazione delle volte lunettate: «Sicome è ragionevole misurar le Lune, che certo fan maggiore la superficie d'un Volto, così è conve-

niente levar dal medesimo Volto quella superficie, che occupa il spatio della Lunetta» [Guarini 1674, p. 109].

Questo caso istituisce una relazione evidente con il costruito. Difatti, Guarini spiega come effettuare il rilevamento della posizione di alcuni punti notevoli e del piano orizzontale tangente al vertice dell'unghia, finalizzando al calcolo tali operazioni. Lo schema grafico presenta un raddoppiamento delle linee della volta principale a significarne lo spessore murario (fig. 2).

Nella Proposizione 14 è presente l'ideale complemento del problema precedente, ossia il «trovar la superficie d'una Lunetta, ò di una croce d'un Volto à crociera, il cui sesto sia un semicircolo» [Guarini 1674, p. 107]. Infatti, qui è illustrato il metodo per trovare la superficie di un'unghia a direttrice circolare, pensata come parte di una volta a crociera a pianta quadrata. Il modello ricostruttivo ipotizza, seguendo l'esordio del Capitolo 3, una pianta quadrata per

l'intera volta, quindi la proiezione orizzontale dell'unghia risulta essere un triangolo isoscele, rettangolo al vertice, con base pari ad a e lati $\sqrt{2}a/2$. Nell'unghia sono, infine, praticate sezioni con due piani verticali paralleli alla linea di chiave e con un piano parallelo alla direttrice. Guarini parte dal caso già sviluppato nell'*Architettura Civile* e visto sopra, per estenderlo a lunette estremamente ribassate la cui sezione è un arco di circonferenza. Questi tipi erano molto diffusi per dar luce ad ambienti voltati di altezza ridotta come mezzanini e interrati (fig. 3).

Sviluppi divergenti fra progetti architettonici e calcolo di superfici

Nei due trattati il discorso guariniano prosegue in maniera divergente: nell'*Architettura Civile* sviluppando tre esempi di volte lunettate, nel *Modo di misurare le fabbriche* ampliando la casistica formale delle lunette.

I primi due esempi nell'*Architettura Civile* si rifanno ai modelli di volte lunettate tardo-rinascimentali.

Nel primo caso viene ipotizzata una volta a padiglione tagliata con piani paralleli alle intersezioni fra i fusi. Le unghie rampanti, innestate a completamento dei tagli, sono in uguale numero per ogni lato e presentano differente luce degli archi di ambito su ognuna delle pareti che risultano semicircolari lungo due lati della sala e semiellittici lungo gli altri. La volta principale è su pianta rettangolare con rapporto tra i lati di 3:4 e direttrici semiellittiche dei due semi-cilindri che generano i fusi del padiglione. Le unghie rampanti, a pianta triangolare di differente base lungo i due lati del vano sono generate per sezioni (fig. 4). A questo modello potrebbe fare riferimento il disegno del salone d'onore all'interno del progetto guariniano del Castello di Govone, presente in una tavola dell'*Architettura Civile* stessa (fig. 5).

Nel secondo esempio, una sala rettangolare, con rapporto fra i lati di circa 1:2, è voltata a botte con teste di padiglione; le lunette, definite da tagli paralleli alle intersezioni fra la botte e i fusi, hanno tutte la medesima forma e risultano in numero differente sui lati. La compensazione, necessaria per la regolarità del sistema, è assolta ponendo la distanza fra le lunette lungo un lato differente rispetto all'altro.

Occorre osservare che il disegno guariniano della sezione della volta principale non è geometricamente coerente con la pianta: il profilo della sezione risulta ellittico, anziché piano nella parte centrale e circolare agli estremi (fig. 6).

La volta sopra descritta potrebbe riferirsi a un disegno, attribuito a Francesco Lanfranchi, della sezione del progetto per il corpo centrale del Castello di Racconigi, databile 1665 circa [Dardanella 2006, p. 435]. Guarini succederà a questi nell'incarico di trasformazione del castello dal 1677 (fig. 7).

Nel terzo caso, si assiste al passaggio dagli stilemi tardo-rinascimentali a quelli barocchi, con l'invenzione da parte di Guarini di una volta lunettata impostata sull'ovato che ricorda, nel suo impianto geometrico, la volta dell'atrio di Palazzo Carignano, anche se l'autore non fa esplicito riferimento ad essa.

Nel disegno riportato nella lastra XX il rapporto tra gli assi dell'ovale in pianta risulta pari a 4:3, mentre la sezione rivela che la superficie principale è generata per rotazione dell'ovale stesso intorno all'asse maggiore, con risultante freccia pari alla misura del semi-asse minore. Le proiezioni orizzontali delle unghie, secondo le indicazioni del testo, hanno i lati della medesima lunghezza e il vertice tangente a un ovale interno equidistante in ogni punto da quello principale. Per le unghie diagonali Guarini riporta in pianta anche una variante con lati differenti.

Nel modello ricostruttivo, l'ovale di rotazione che costituisce la superficie principale viene sezionato con piani verticali tracciati sulla proiezione delle unghie. Tali piani generano, in sezione, vertici delle unghie decisamente più alti rispetto al disegno guariniano.

Le unghie rampanti, che hanno origine da archi d'ambito a tutto sesto, sono modellate per archi paralleli a curvatura variabile lungo una traiettoria obliqua al piano orizzontale (fig. 8). Il modello presente nel trattato, come si è detto, sembra essere di ispirazione alla concezione della volta nell'atrio di Palazzo Carignano, i cui primi disegni risalgono al 1678-1679. Il rilievo dell'atrio del palazzo ha evidenziato misure ragguardevoli dell'invaso centrale da coprire con una volta unitaria: l'asse maggiore misura infatti circa 14,65 m, il minore 10.

La volta, coerentemente con le esigenze costruttive, risulta piuttosto ribassata: la freccia è di circa 2,20 m.

Il confronto fra lo schema geometrico presente nel trattato e la realizzazione in Palazzo Carignano rivela alcune differenze morfologiche: nell'atrio la superficie principale può essere assimilata a un ovoide scaleno e le unghie hanno in pianta proiezioni triangolari con base differente; e alcune differenze proporzionali: il rapporto fra gli assi è compreso fra $\sqrt{2}$:1 e 3:2, mentre la freccia è fra un quarto e un quinto della luce, come prescritto da Guarini in un passo del trattato [Guarini 1737, p. 188] (fig. 9).

Fig. 4. Volta a padiglione lunettata. Immagine: Guarini 1737, Lastra XIX; modellazione digitale: Roberta Spallone.

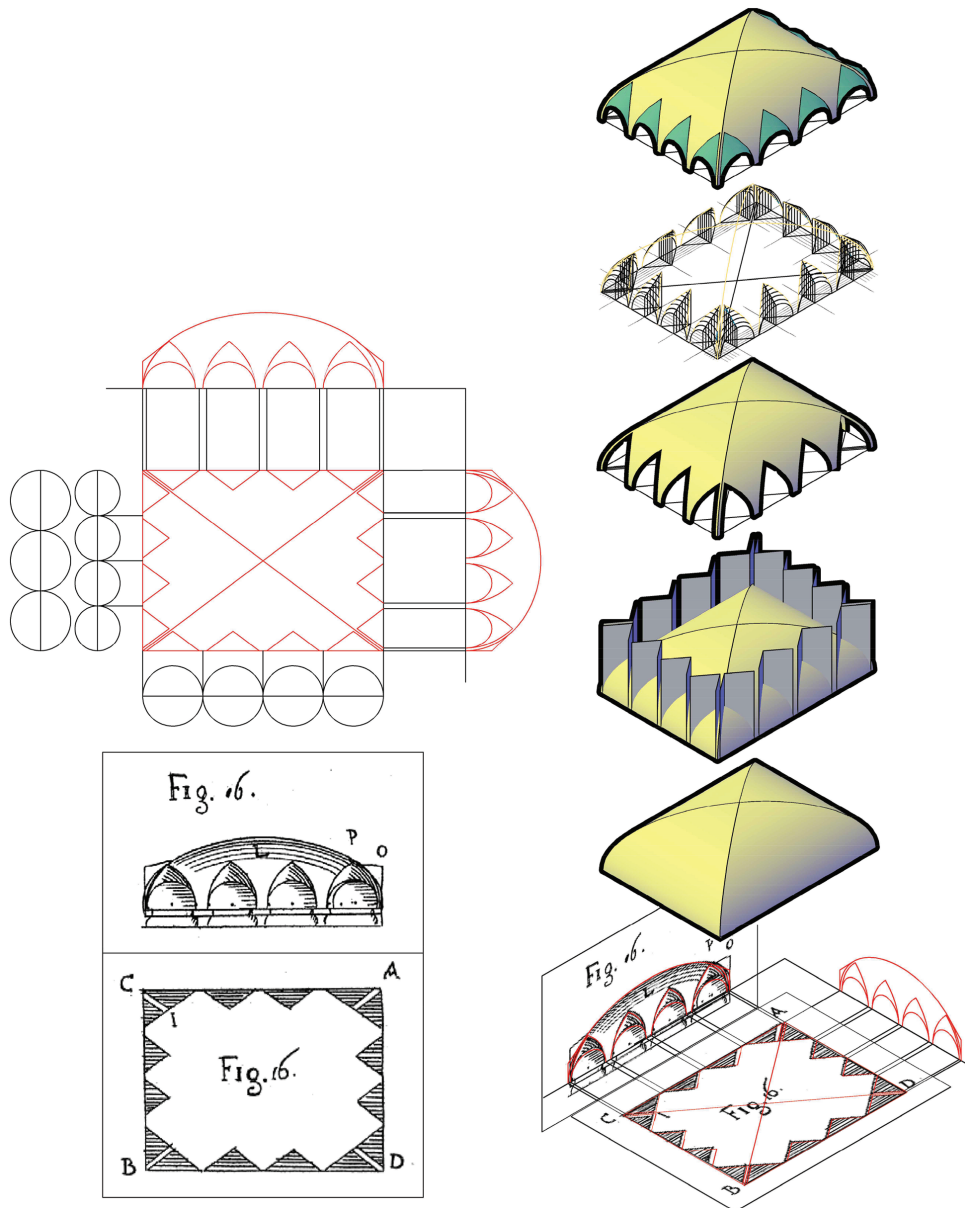
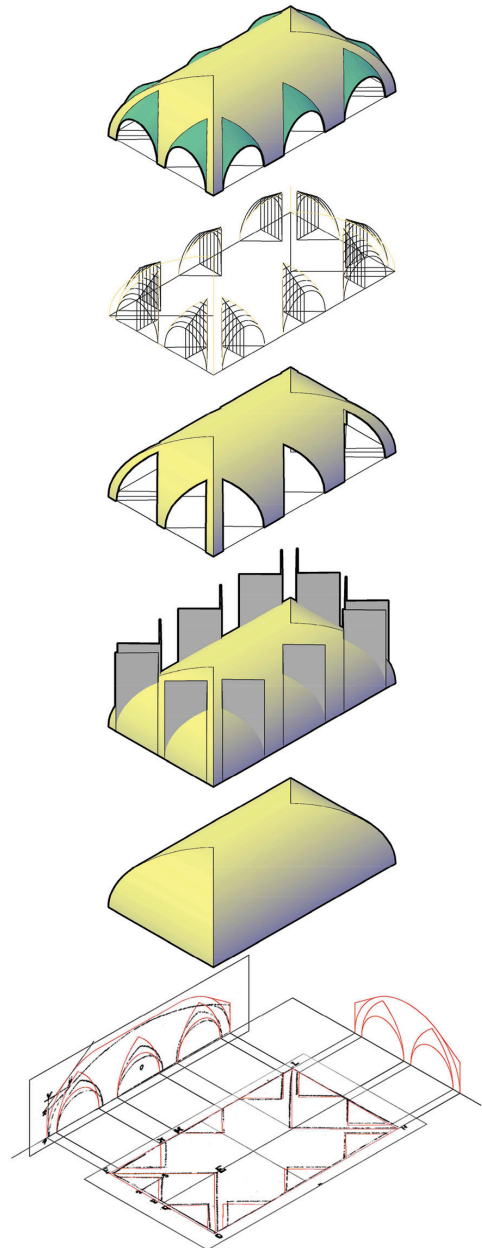
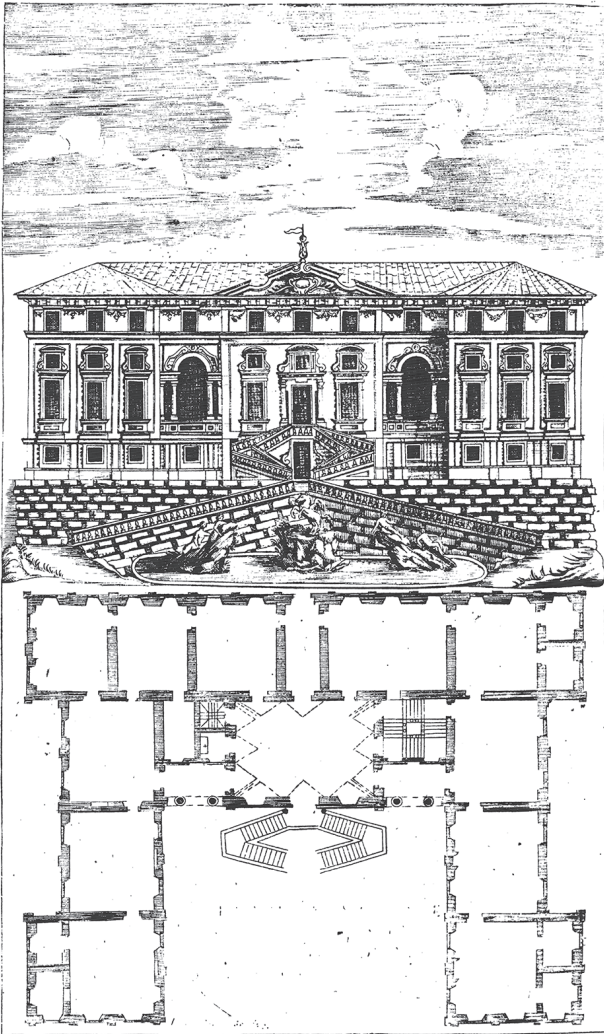


Fig. 5 Guarini, pianta e prospetto del Castello di Govone. Immagine: Guarini 1737.

Fig. 6. Volta a botte con teste di padiglione lunettata. Immagine: Guarini 1737, Lastra XX; modellazione digitale: Roberta Spallone.



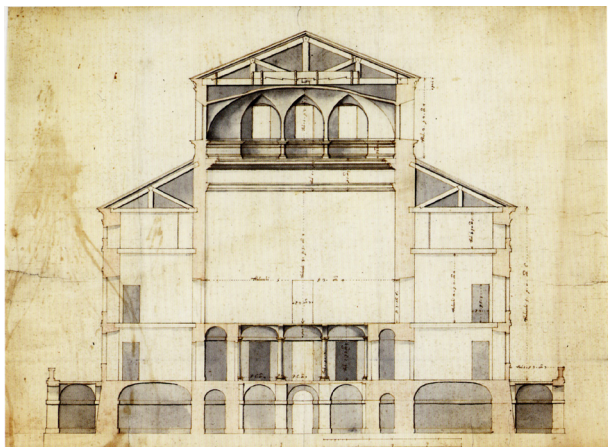


Fig. 7. Lanfranchi(?), sezione del Castello di Racconigi, c. 1655. Immagine: AST, Archivio Savoia-Carignano, cat. 95, mazzo 2, fasc. 124.

Nel *Modo di misurare le fabbriche* il legame con l'architettura è meno stringente: pur ponendosi come sussidio all'attività operativa dell'architetto, il discorso «è mantenuto su di un piano teorico di assoluta astrazione, nel quale prende decisamente il sopravvento la mentalità scientifica e speculativa dell'autore» [Vagnetti 1970, p. 508].

Il tema delle lunette è svolto, oltre che nelle già commentate proposizioni 14 e 16, nelle proposizioni 23 e 24.

L'illustrazione delle costruzioni geometriche delle lunette si articola attraverso l'individuazione di diverse direttrici, le quali danno origine a lunette a tutto sesto (semicirconfenza), a sesto ribassato (arco di circonferenza), ellittiche (semiellisse), ellittiche ribassate (arco di ellisse), archiacute (archi di circonferenza), per un totale di nove conformazioni differenti. Le superfici di riferimento sono semi-cilindri a differente direttrice o loro porzioni, nei primi quattro casi, e una semi-faccia di piramide, definita 'concava' dall'autore, nell'ultimo. Tutte queste hanno proiezione triangolare in pianta.

Nello scritto sembra evidente, da una parte, il desiderio di Guarini di assimilare le lunette a figure geometriche di cui egli può offrire formule per il calcolo – esatto o approssimato – dall'altro di ampliarne lo spettro di possibilità formali.

Rispetto agli schemi presenti nella Lastra XIX dell'*Architettura Civile* si possono notare analogie nel tipo di proiezione, nell'uso delle linee tratteggiate e delle lettere ma, nella La-

stra, si osserva il raddoppio delle linee in corrispondenza di archi, sezioni e intersezioni, che ne simula la futura consistenza materica.

Le operazioni di modellazione si fondano sul riconoscimento della primitiva geometrica, della direttrice e della proiezione orizzontale di ogni lunetta. Seguono l'impostazione dei piani secanti orizzontali e verticali che ne generano le varianti, l'interrogazione automatica per il calcolo dell'area, il confronto del risultato con quello ottenuto applicando i metodi di calcolo di Guarini. Questi ultimi sono fondati sulle quattro operazioni aritmetiche e sulle proporzioni ad una incognita, che egli chiama 'regola dei terzi', mentre π viene approssimato con la frazione $22/7$, secondo gli insegnamenti di Archimede.

La Propositione 23 amplia la casistica delle lunette a quelle ellittiche e alle loro porzioni. Anche queste sono pensate come elementi di una volta a crociera su pianta quadrata, quindi la loro proiezione orizzontale è identica a quella della Propositione 14. Nello schema grafico l'altezza della lunetta è data dal semiasse maggiore ma il metodo vale anche per quello minore (fig. 10). Ambedue sono molto diffuse nelle volte costruite, basti pensare alle lunette presenti nell'atrio e nel vestibolo di Palazzo Provana di Collegno progettato da Guarini stesso, in cui lunette ellittiche con differenti luci all'imposta, si alternano (fig. 11).

La Propositione 24 conclude la trattazione del tema attraverso una costruzione originale, generata dalle semi-facce laterali di una piramide 'concava' a base quadrata o da porzioni di esse. La semi-faccia, ruotata di 180° , può rappresentare metà di una lunetta archiacuta la cui proiezione in pianta è un triangolo isoscele rettangolo (fig. 12). Tale esempio appare coerente con il richiamo alle volte gotiche nella Propositione 15 e nell'*Architettura Civile* dove ad esse è dedicato un paragrafo, illustrato nella Lastra XIX.

Conclusioni

La lettura parallela dell'*Architettura Civile* e del *Modo di misurare le fabbriche* sul tema delle volte lunettate è testimonianza di un ciclo di produzione dei sistemi voltati che va dall'ideazione, alla costruzione, al calcolo e alla verifica delle quantità di materiali in corso d'opera.

Nei due trattati si ha un'ulteriore conferma della visione guariniana secondo cui l'architettura è subordinata alla matematica e perciò va ricondotta alle sue matrici geometriche [Tavassi La Greca 1968, pp. 452-453; Vagnetti 1970, p. 509].

Fig. 8. Volta ovata lunettata. Immagine: Guarini 1737, Lastra XX, modellazione digitale: Roberta Spallone.

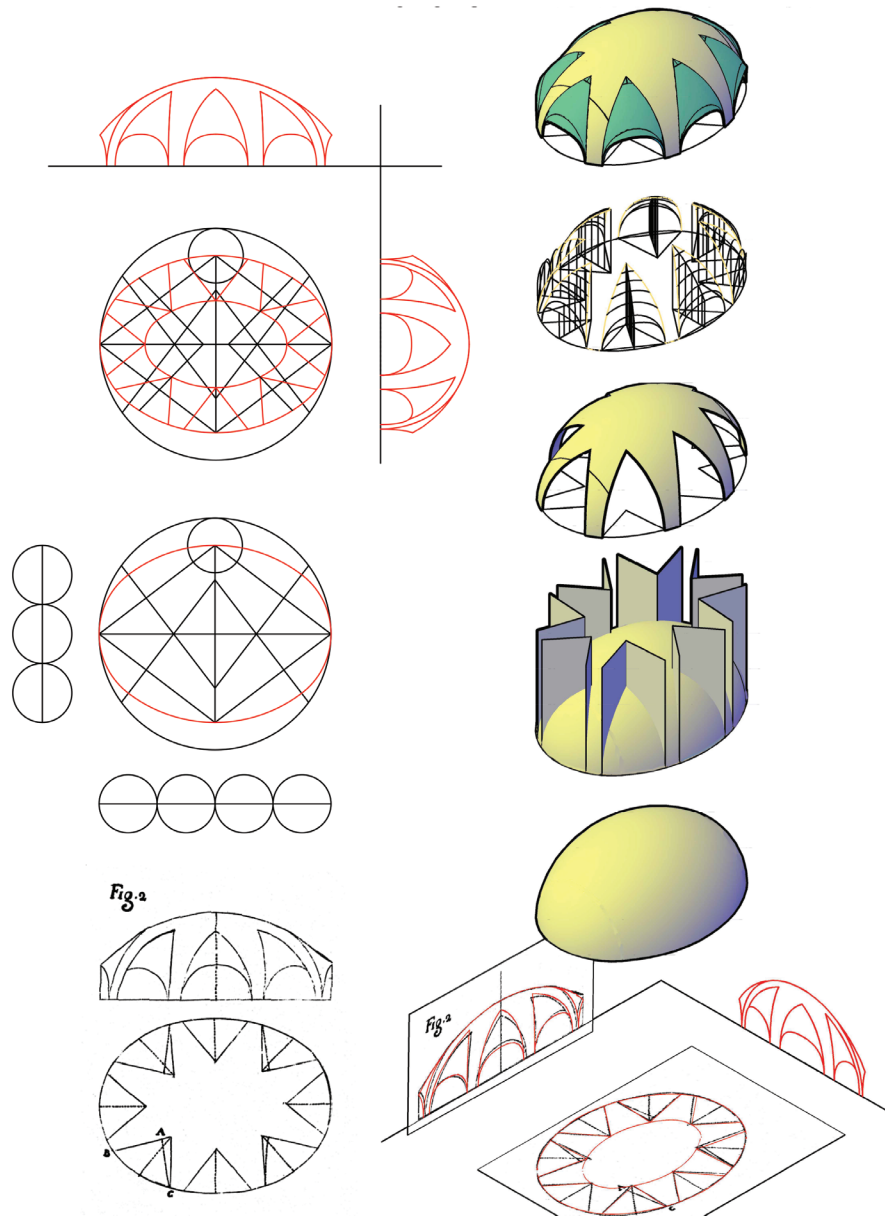
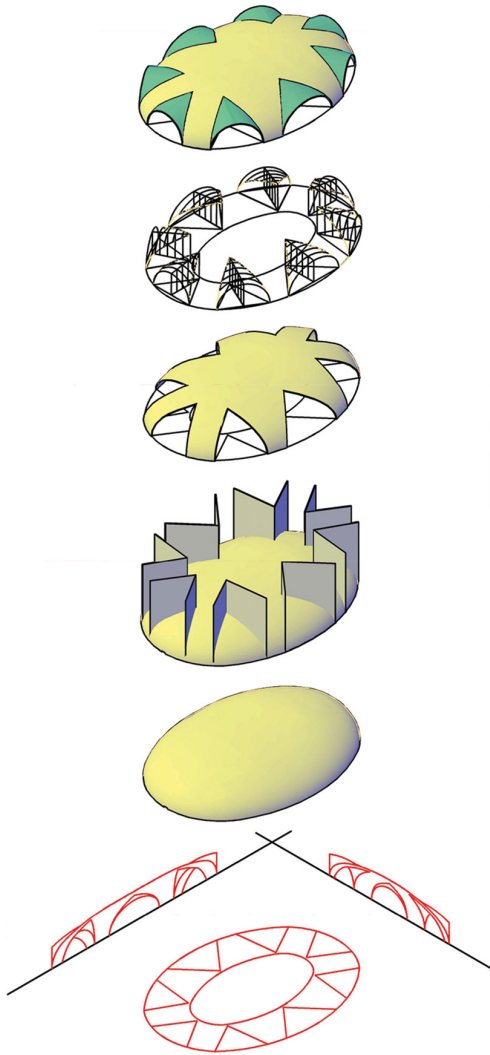


Fig. 9. Volta dell'atrio di Palazzo Carignano. Modellazione digitale: Gabriele Piazza e Lorenzo Valenzisi. Foto: Marco Vitali.



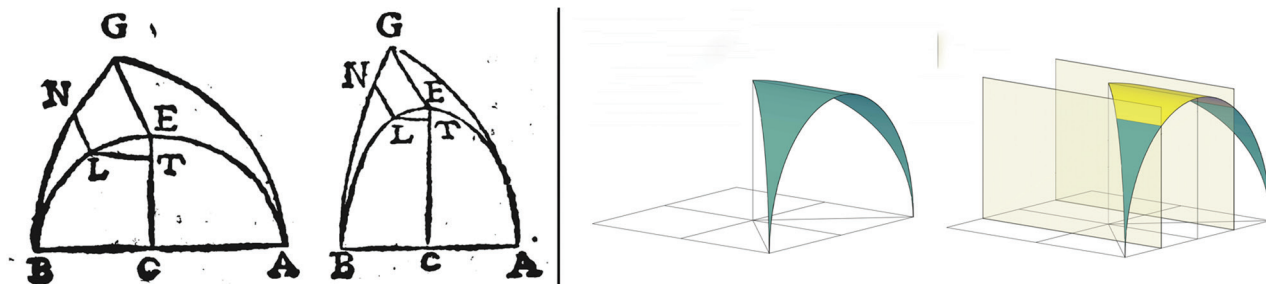


Fig. 10. Lunetta ellittica e porzioni di essa. Immagine: Guarini 1674, Prop. 23; modellazione digitale: Roberta Spallone.



Fig. 11. Lunette a direttrice ellittica nelle volte dell'atrio e del vestibolo di Palazzo Provana di Collegno. Foto: Marco Vitali.

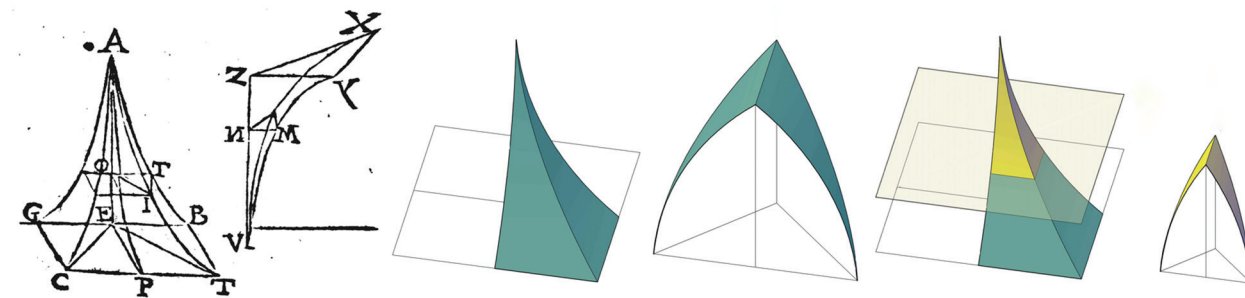


Fig. 12. Lunetta a sesto acuto da piramide concava e porzioni di essa. Immagine: Guarini 1674, Prop. 24; modellazione digitale: Roberta Spallone.

Le volte a lunette si presentano nell'*Architettura Civile* come l'ultimo elemento del vocabolario di forme istituito da Guarini per la soluzione del problema della copertura voltata degli ambienti negli edifici civili. La combinabilità delle lunette con le volte semplici e composte di cui ha prima parlato, le rende elemento versatile per la costituzione di molteplici conformazioni, come Guarini dimostra nel passo immediatamente successivo.

Nel *Modo di misurare le fabbriche*, le forme descritte presentano alcune novità rispetto all'*Architettura Civile*: qui le lunette, tutte a proiezione triangolare, hanno direttrici che si ampliano all'arco di cerchio, all'ellisse e arco di ellisse, all'arco acuto e porzione di esso. Le lunette a direttrice semiellittica sono frequenti nelle volte di grandi ambienti

tra Sei e Settecento, consentendo la creazione di sistemi radiocentrici o assiali permeabili alla luce anche in presenza di frecce contenute. Le lunette con direttrice ad arco di circonferenza o di ellisse hanno ampia diffusione negli ambienti di servizio di altezza ridotta.

I modelli tridimensionali consentono non solo di verificare la congruenza geometrica e spaziale di schemi e disegni di Guarini e il grado di precisione dei suoi metodi di calcolo, ma soprattutto di confrontare strumenti e processi ideativi fondati sulla geometria e arricchire con nuovi esempi il discorso sulle volte lunettate. Il presente studio può dunque costituire una nuova base conoscitiva per l'indagine sulle volte guariniane e, in generale, sulle volte nell'architettura civile barocca.

Autore

Roberta Spallone, Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino, roberta.spallone@polito.it

Riferimenti bibliografici

Bianchini, C. (2008). *La scienza della rappresentazione nella concezione di Guarino Guarini*. Roma: Gangemi.

Dardanello, G., Klaiber, S., Millon, H.A. (a cura di). (2006). *Guarino Guarini*. Torino: Allemandi.

Guarini, G. (1671). *Euclides adauctus et methodicus, mathematicaque universalis*. Torino: Typis Bartolomaei Zapatae.

Guarini, G. (1674). *Modo di misurare le fabbriche*. Torino: Per gl'Eredi Gianelli.

Guarini, G. (1737). *Architettura Civile*. Torino: Appresso Gianfrancesco Mairesse.

Guarini, G. (1968). *Architettura Civile*. Introduzione di Nino Carboneri. Note e appendice a cura di Bianca Tavassi La Greca. Milano: Il Polifilo.

Piccoli, E. (1999). Strutture voltate composte nell'architettura civile piemontese del XVIII secolo: le volte planteriane. In *Palladio*, n. 3, pp. 87-100.

Scotti Tosini, A. (2006). Testo e immagini nell'*Architettura civile* e nelle opere teoriche di Guarini. G. Dardanello, S. Klaiber, H. A. Millon (a cura di). *Guarino Guarini*, pp. 89-105. Torino: Allemandi.

Spallone, R. (2016). "Delle volte, e vari modi di farle". Modelli digitali interpretativi delle lastre XIX e XX nell'*Architettura Civile* di Guarini, fra progetti e realizzazioni / "On the vaults and various modes of making them". Interpretative digital models of the XIX and XX plates in Guarini's *Architettura Civile*, between designs and buildings. S. Bertocci, M. Bini (a cura di). *Le Ragioni del Disegno. Pensiero Forma e Modello nella Gestione della Complessità / The Reasons of Drawing. Thought Shape and Model in the Complexity Management*. Atti del 38° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione. Firenze, 15-17 settembre 2016, pp. 1275-1282. Roma: Gangemi.

Spallone, R. (2017). Matrici geometriche e saperi costruttivi. R. Spallone, M. Vitali. *Volte stellari e Planteriane negli atrii barocchi in Torino. Star-shaped and Planterian Vaults in the Baroque Atria of Turin*, pp. 85-148. Aracne.

Tavassi La Greca, B. (1968). La posizione del Guarini in rapporto alla cultura filosofica del tempo. G. Guarini. *Architettura Civile*, pp. 439-459. Milano: Il Polifilo.

Vagnetti, L. (1970). La teoria del rilevamento architettonico in Guarino Guarini. In *Guarino Guarini e l'internazionalità del Barocco*. Atti del convegno internazionale promosso dall'Accademia delle Scienze di Torino, Tomo I, pp. 497-511. Torino: Accademia delle Scienze.

Leon Battista Alberti e il rilievo delle mura di Roma

Graziano Mario Valenti, Jessica Romor

Abstract

La Descriptio Urbis Romae di Leon Battista Alberti rappresenta il risultato del primo rilievo scientifico della città di Roma, del quale però l'autore non fornisce alcun dato, ma solo qualche indicazione operativa. Scopo di questo contributo è dunque l'avanzamento delle conoscenze sul progetto di rilievo albertiano, attraverso la raccolta di indizi diretti, provenienti in particolare dalla lettura dei Ludi mathematici, e dall'analisi delle singolarità evincibili nella restituzione.

Lo studio si concentra sul rilievo delle mura di Roma, elemento che riveste una grande importanza nella Descriptio e che si configura, per la sua eterogeneità ed estensione territoriale e per l'attuale persistenza, come una preziosa opportunità sperimentale. La restituzione del tracciato delle mura, così come emerge dalla trascrizione grafica dei dati numerici presenti nel testo albertiano, consente, confrontata con la mappa attuale, di produrre osservazioni inedite e cruciali per le successive sperimentazioni come, ad esempio, le divergenze di andamento delle mura e la coerenza della restituzione per singole parti.

Per mezzo degli odierni strumenti di simulazione digitale, predisposti a ripercorrere a ritroso una selezione critica dei dati sperimentali di rilievo realizzati dall'Alberti con gli strumenti dell'epoca, e guidati proprio dall'osservazione delle singolarità, la ricerca contribuisce a fornire preziosi indizi sul progetto di rilievo originario.

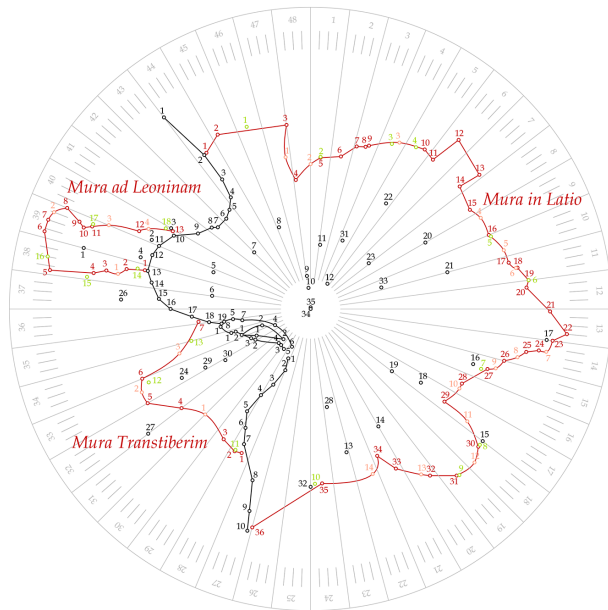
Parole chiave: Descriptio Urbis Romae, rilievo urbano, rappresentazione della città, cartografia, simulazione digitale.

La Descriptio Urbis Romae di Leon Battista Alberti

La *Descriptio Urbis Romae* di Leon Battista Alberti [Alberti 2005] è un documento molto importante nell'ambito del disegno e del rilievo della città: testimonianza della configurazione che Roma aveva assunto verso la metà del Quattrocento, è fra i primi tentativi noti di rappresentazione topografica della città e, assieme a quanto scritto dallo stesso Alberti nei *Ludi mathematici* [Alberti 1973], definisce lo stato di avanzamento delle conoscenze in materia di rilievo urbano in quel periodo. Essa è costituita da un breve scritto che spiega come ricostruire graficamente la pianta della città – sintetizzata in alcuni elementi essenziali quali mura, porte, percorso del fiume, limiti dell'isola Tiberina ed edifici significativi – partendo dalle coordinate polari contenute nelle tabelle che seguono il testo stesso (fig. 1).

Un cerchio graduato, *horizon*, suddiviso in 48 gradi, ognuno dei quali ripartiti in 4 minuti, e una riga, *radius*, suddivisa in 50 gradi, anch'essi ripartiti in 4 minuti, sono i soli strumenti – descritti e illustrati nei codici [1] (fig. 2) – necessari a guidare il lettore nell'esecuzione di questo disegno. Nonostante il soggetto principale dell'opera sia proprio il disegno della città, esso però non compare in nessuno dei codici a noi pervenuti, sostituito integralmente dalla sua descrizione letterale, l'*ekphrasis*: essa, come consuetudine nel periodo precedente l'introduzione della riproduzione a stampa, veniva utilizzata per proteggere l'identità e la fedeltà del disegno, essendo la sua riproduzione manuale da parte di un copista – non necessariamente esperto della materia – maggiormente soggetta ad errori di varia natura.

Fig. 1. Restituzione grafica della *Descriptio Urbis Romae* di Leon Battista Alberti.



Quando Leon Battista Alberti arrivò a Roma per la prima volta, nel 1432, la città manifestava i segni della decadenza medioevale, con edifici in rovina, strade fangose, ampie zone all'interno delle mura disabitate e adibite a coltivazione e pascolo e resti degli edifici antichi riutilizzati e sovrastati da nuove costruzioni [Cantatore 2005; Fiore 2005]. Negli anni successivi iniziò a crescere l'interesse della curia verso lo studio e la valorizzazione delle antichità romane in vista dell'imminente rinnovo della città, meta sempre più importante di pellegrinaggi verso i principali edifici simbolo della cristianità: lo stesso Alberti, tornato nuovamente a Roma nel 1443, iniziò ad occuparsi dello studio dei resti antichi, tardo-antichi e delle basiliche paleocristiane. È in questo periodo che inizia a dedicarsi alla *Descriptio*, con la quale manifesta implicitamente la sua propensione verso il tema del rilievo e della rappresentazione della città e delle sue emergenze principali.

La *Descriptio* costituisce tuttavia il momento conclusivo di un percorso molto più complesso legato al rilievo topografico, affrontato in modo esplicito e con un approccio scientifico in un'altra opera fondamentale per comprendere la genesi

del disegno della città evocato nella *Descriptio*: i *Ludi mathematici*. Quest'opera, scritta tra il 1450 e il 1452 con finalità pedagogiche, è fra i primi contributi della storia a trattare i problemi legati alla misura dello spazio e, come vedremo in particolare, al rilievo topografico. Mentre nella *Descriptio* sono presenti solamente le istruzioni che consentono di riprodurre fedelmente la pianta della città per punti, nei *Ludi* è esposto il metodo e sono descritti, come vedremo, gli strumenti con i quali Alberti ha rilevato questi stessi punti.

Per uno studio della *Descriptio Urbis Romae*

Nonostante questa particolare opera di Alberti possa essere considerata una significativa evoluzione della conoscenza nella rappresentazione scientifica della città, e quindi anche dei dati prodotti dal rilievo, sono rari, se pur autorevoli, gli studi ad essa rivolti. L'Edizione Critica Nazionale di Jean-Yves Boriaud e Francesco Furlan, edita a Firenze nel 2005 [Alberti 2005], costituisce infatti un contributo prezioso ed imprescindibile per la ricostruzione filologica del testo e dei dati e per l'inquadramento generale dell'opera, e, come è giusto che sia per una pubblicazione di tale natura, è priva di considerazioni congetturali circa l'operazione di rilievo che ha necessariamente prodotto tale risultato; al contrario, l'ampia analisi di Luigi Vagnetti, pubblicata tra gli anni Sessanta e Settanta [Vagnetti 1968; Vagnetti 1974], affronta in modo approfondito il tema della restituzione – valutandone le discrepanze rispetto alle cartografie del Novecento – e avanza delle ipotesi sulla scelta delle stazioni in fase di rilievo, senza però ricorrere a verifiche sperimentali.

La *Descriptio* racconta solamente il modo di riprodurre la restituzione della pianta della città, mentre non tratta del metodo, degli strumenti e del procedimento seguito per le relative imprescindibili attività di rilievo, che vengono invece introdotti ed illustrati sul piano teorico nei *Ludi mathematici*. Partendo dalle suggestioni raccolte nel testo di Vagnetti circa la collocazione delle stazioni e affidandoci alla ricostruzione filologica dei dati contenuta nell'Edizione Critica Nazionale, ci siamo dunque proposti di iniziare una complessa quanto avvincente indagine a ritroso dell'opera albertiana volta a formulare delle considerazioni originali sul progetto di rilievo che ha portato alla definizione della mappa della città: un'indagine complessa, in continua evoluzione, volta alla collezione non solo degli indizi che Alberti, più o meno consapevolmente, ci ha lasciato, ma anche di

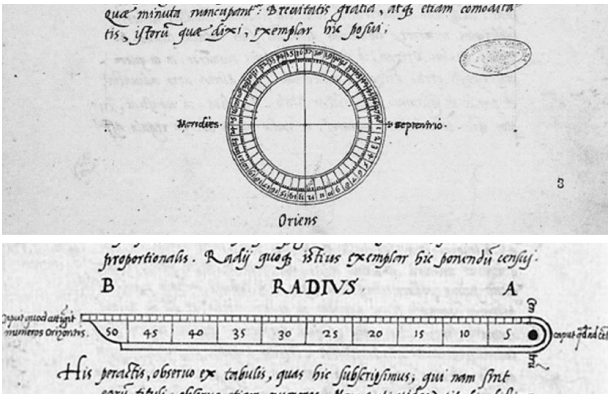


Fig. 2. Dettagli dalla *Descriptio*, codice Chig. M.VII 149, fol. 3r and 3v, Biblioteca Apostolica Vaticana.

Fig. 3. Valutazione degli edifici, dei monumenti e delle porte considerate nella *Descriptio* in relazione al loro possibile ruolo di mire (1-3) o stazioni (4-6).

Edifici e monumenti	Stato	Stazione	Mira
Basilica massima di San Pietro	alterato	-	-
Piramide Tomba di Romolo	-	-	-
Castel Sant'Angelo	originale	••	•
Ospedale di S. Spirito (or Chiesa S. Maria in Sassia)	originale	•	••
Torre di Parione	-	-	-
Orologio in campo dei Fiori	-	-	-
Rotonda del Pantheon	originale	-	••
Colonna Antonina	alterato	-	-
Casa Di Nerone, nei giardini Colonna	-	-	-
Colonna di Adriano, Colonna Traiana	originale	-	••
Fostiglio di Costantino (arco di Costantino)	-	-	-
Torre delle Milizie	originale	-	••
Chiesa di San Saba	originale	••	••
Chiesa di Santa Balbina	originale	-	••
Chiesa di San Giovanni a Porta Latina	originale	••	•••
Basilica di San Giovanni in Laterano	alterato	-	-
Chiesa di Santa Croce in Geneslennne	originale	•	••
Chiesa di Santo Stefano Rotondo	originale	-	•••
Chiesa di Santi Giovanni e paolo	originale	••	••
Basilica di Santa Maria Maggiore	alterato	••	•••
Termine dell'acquedotto (torr dei Capocci)	originale	•••	••
Terme (di Diocleziano)	originale	-	••
Chiesa di San Lorenzo in Panisperna	-	-	-
Chiesa di San Pietro in Montorio	originale	•	•••
Chiesa di San Giacomo al Gianicolo	-	-	-
Chiesa di San Onofrio sul Colle	originale	•	••
Chiesa di San Pancrazio	originale	••	••
Chiesa di Santa Prisca	originale	••	••
Chiesa di Santa Maria in Trastevere	originale	••	••
Chiesa di San Crisogono	originale	••	•••
Chiesa di San Vitale	originale	-	•••
Piramide di Paolo (Cestia)	originale	-	•••
Chiesa di San Pietro in Vincoli	originale	•	•
Campidoglio	alterato	-	-
Chiesa di Santa Maria in Ara Coeli	originale	-	-
Porte	Stato	Stazione	Mira
Popolo	alterato	-	-
Pinciana	originale	•	•
Salaria	demolito	-	-
La donna (Nomentana)	demolito	-	-
San Lorenzo (Tiburtina)	originale	••	•
Maggiore	alterato	-	-
Laterano (Astinaria)	-	-	-
Latina	originale	-	•
Appia	originale	••	••
San Paolo	originale	••	••
Portense	alterato	-	-
San Pancrazio	alterato	-	-
Gianicolense	-	-	-
Santo Spirito al Gianicolo	originale	•	•
Posteriore sulla Valle (Torrona)	alterato	-	-
Sul Colle (Petrus)	originale	•	•
Palatina	-	-	-
Castello	alterato	-	-



quelli che scaturiscono dall'osservazione diretta – tramite l'esperienza attuale e le simulazioni digitali – e indiretta della città – per mezzo delle sue rappresentazioni nei secoli. Un primo capitolo di questa ricerca ha riguardato innanzitutto, così come in Vagnetti, la restituzione diretta della mappa evocata nella *Descriptio*, per poi esprimere alcune prime considerazioni sulla collocazione degli edifici e dei monumenti considerati da Alberti, tramite un processo di restituzione automatica e relative simulazioni digitali di incertezza [Romor,Valenti 2016].

Da un'osservazione critica della forma degli edifici, necessaria a comprendere su quale elemento architettonico Alberti abbia focalizzato l'attenzione per eseguire la misura, scaturisce inoltre con chiara evidenza che alcuni di essi si configurano come mire perfette e altri come stazioni ideali. La loro presenza fra gli altri edifici e la relativa posizione geografica è fondamentale, per l'esecuzione del rilievo; pertanto essa non può considerarsi puramente casuale, bensì potrebbe celare importanti indizi sulla natura procedurale del rilievo stesso.

In particolare, abbiamo considerato gli edifici che erano presenti al tempo dell'Alberti, nella forma in cui li conosciamo oggi, scartando quelli che non esistono più o la cui individuazione è dubbia (fig. 3a). Tali edifici e monumenti sono stati sottoposti ad una analisi qualitativa per valutarne la capacità di ottemperare al ruolo di stazioni e/o mire (fig. 3b). Singoli elementi emergenti, unici, inequivocabili e significativi, sono stati considerati buone mire. Torri o strutture aventi terrazze elevate, da cui si può usufruire di una vista completa del panorama circostante, sono stati considerati luoghi possibili per accogliere una stazione di rilievo. I campanili sono stati considerati delle buone mire ma poco convincenti posizioni di stazione; è apparsa infatti evidente sia la difficoltà di collocare la strumentazione di rilievo nel ridotto spazio a disposizione, sia la limitata possibilità di guardare verso l'esterno, attraverso le ridotte aperture che normalmente sono in esse presenti.

Gli studi fino ad ora condotti sulla *Descriptio* ipotizzano che Alberti abbia creato due o, più probabilmente, tre stazioni per realizzare il rilievo [Vagnetti 1968; 1974].

I principali obiettivi che si volevano raggiungere in questa fase erano l'identificazione del centro di stazione sul

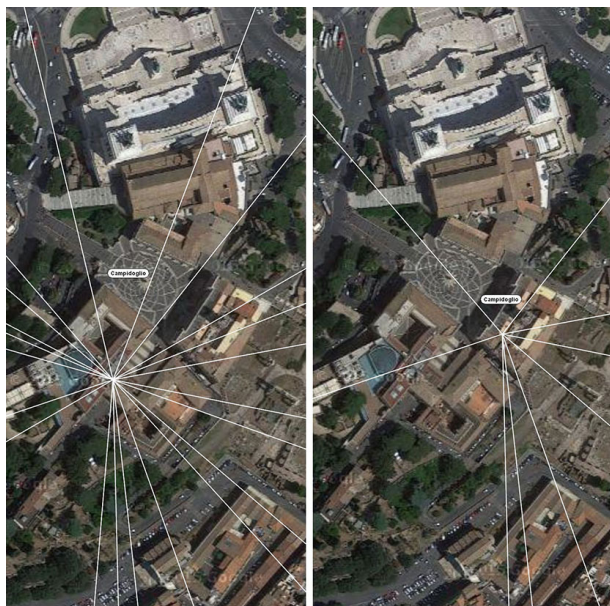


Fig. 4. Due soluzioni di individuazione della stazione sul Campidoglio tramite intersezione all'indietro.

Campidoglio e la posizione delle stazioni di misura secondarie. Per identificare le possibili soluzioni, si è proceduto seguendo due strade diverse.

Per individuare la posizione della stazione più probabile sul Campidoglio, si è proceduto per intersezione all'indietro. Innanzitutto sono state identificate le coordinate reali di alcuni punti del territorio (carta IGM), corrispondenti agli edifici rilevati, la cui mira è apparsa inequivocabile. Successivamente è stato definito un significativo insieme di rette, aventi origine in un centro provvisorio individuato sul Campidoglio e passanti per i punti individuati. È stata dunque cercata la soluzione del sistema che, mantenendo immobili i punti reali delle mire identificate sul territorio e muovendo esclusivamente la posizione della stazione centrale sul Campidoglio, si avvicinasse di più ai valori angolari rilevati dall'Alberti.

La posizione della stazione del Campidoglio restituita dalla soluzione del sistema sviluppato sull'insieme completo delle mire utili, ha restituito una posizione di stazione corrispondente al punto orografico che, ancora oggi, potremmo

considerare il punto più alto del colle (fig. 4a). Un sistema sviluppato su una selezione ragionata delle mire, volta ad eliminare quelle che presentavano una eccessiva compensazione angolare, ha restituito invece un punto di stazione posto in prossimità dell'estremo occidentale del palazzo senatorio (fig. 4b).

Questa prima fase ha permesso di osservare come l'errore strumentale – tanto nella misurazione degli angoli, quanto nell'orientamento – non sia sufficiente a giustificare le deformazioni della pianta.

In continuità con questa prima indagine, il presente studio si è posto l'obiettivo di fornire nuove risposte a quesiti ancora aperti sul progetto di rilievo operato dall'Alberti concentrando stavolta l'attenzione sulle mura, primo elemento ad essere citato nell'introduzione alla *Descriptio* e nelle tabelle che riportano le liste di coordinate che ne definiscono i punti di interpolazione.

La città di Roma e la rappresentazione delle sue mura

Per comprendere l'originalità del contributo albertiano alla storia della cartografia di Roma, conviene, prima di passare alla successiva fase di analisi, fare una breve ricognizione sulle rappresentazioni medioevali della città [Frutaz 1962], nelle quali le mura appaiono come segni forti e preponderanti, forieri di significati allegorici – come nel caso della Roma antica a forma di leone – o simbolici – considerando la forma circolare che si tende a dare al tracciato delle mura nei disegni coevi alla *Descriptio* (fig. 5). Nelle mappe disegnate da Paolo di Limburg e fratelli (fig. 5a) e da Taddeo di Bartolo (fig. 5b), il percorso delle mura appare circolare e continuo, così come anche, parzialmente, nei disegni di Pietro del Massaio (fig. 5c) e Alessandro Strozzi (fig. 5d), dove, però, sono rispettate le discontinuità fra i settori murari in corrispondenza del fiume. In tutti i casi, anche in altri tipi di raffigurazioni, si tende sempre a dare una rappresentazione chiara della tipologia costruttiva, mettendo in evidenza il sistema a torri e cortine.

Il disegno delle mura che si ricava dalle istruzioni dell'Alberti appare dunque agli antipodi rispetto a questo tipo di raffigurazioni: un insieme limitato di punti che descrive con rigore geometrico il tracciato delle mura in pianta e non indugia su altri tipi di informazione.

Leggendo con l'occhio del rilevatore gli obiettivi espressi dall'Alberti e dando un valore all'ordine con cui sono elencati, appare evidente il prevalere dell'obiettivo geografico

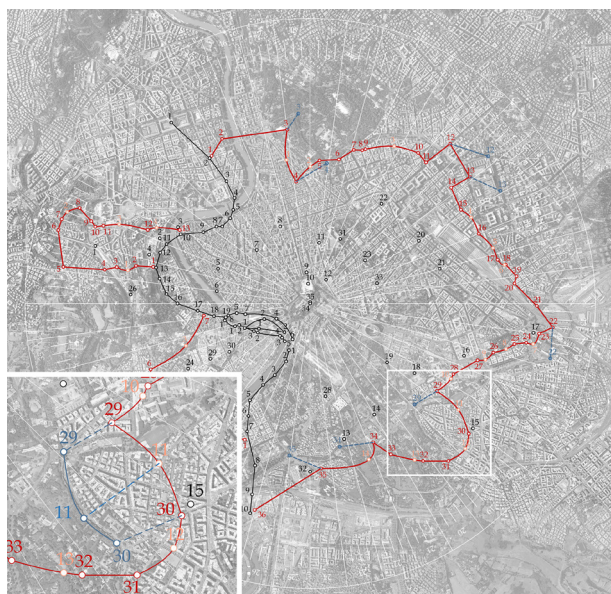
Fig. 5. Mappe di Roma di Paolo di Limburg e fratelli (a), Taddeo di Bartolo (b), Pietro del Massaio (c) e Alessandro Strozzi (d).



rispetto a quello prettamente informativo. Prima di tutto i confini, ossia le mura; poi il fiume, elemento geografico più emergente e anch'esso confine a completamento del percorso delle mura; poi la viabilità, gli accessi alla città e solo successivamente le emergenze architettoniche; poi ancora la delimitazione delle alture e infine le superfici occupate a scopo di abitazione.

L'ordine con cui sono indicati gli elementi da rilevare appare corretto secondo un approccio scientifico orientato a rilevare le caratteristiche geografiche urbane del luogo, dal generale al particolare, procedendo prima con i confini (mura e fiumi) e solo in ultimo con i monumenti. L'evidente volontà dell'Alberti di procedere con rigore all'individuazione del percorso murario, ponendolo come obiettivo primario ed escogitando perfino un sistema per differenziare il rilievo e la relativa rappresentazione delle parti rettilinee da quelle curve, suggerisce che alcuni degli edifici individuati nel rilievo possano essere stati selezionati per il loro valore posizionale strategico alla misura delle mura, più che per la propria importanza e rilevanza nella mappa della città.

Fig. 6. Sovrapposizione tra il disegno che si evince dalla *Descriptio* e il fotopiano di Roma.



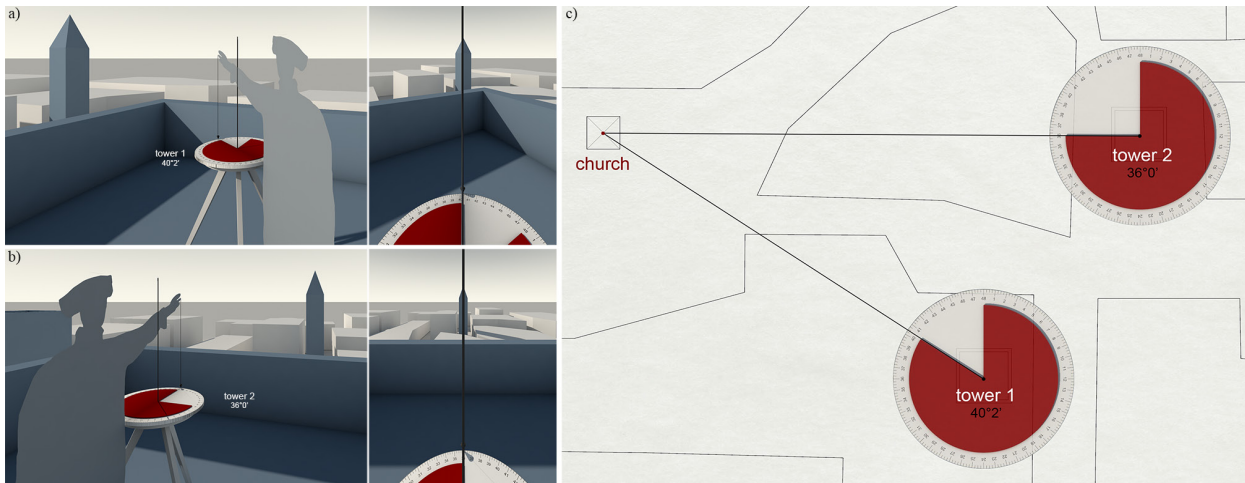
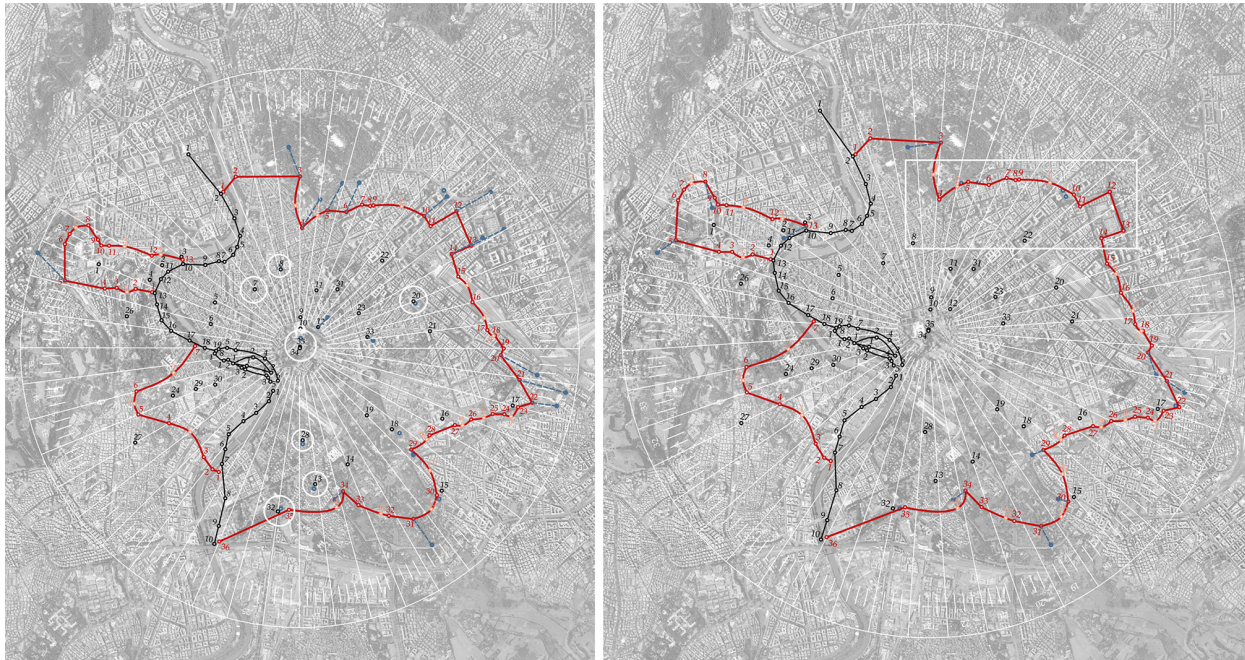
Vediamo dunque in cosa consistano i dati forniti da Alberti. Egli considera tre porzioni di mura (fig. 1): *in Latio*, coincidenti con il vasto settore orientale delle mura aureliane, *Transtiberim*, le vecchie mura aureliane di Trastevere, e *ad Leoninam*, la cinta vaticana quattrocentesca. Ogni settore viene discretizzato tramite un dato numero di punti che si riferiscono a due tipi di emergenze delle mura: i primi, gli *anguli*, sono attribuiti a vertici in cui si apprezza un cambio di direzione delle mura; gli altri, detti *auges*, definiscono punti di maggiore sporgenza di porzioni di mura che Alberti percepisce come curve, anche se sappiamo che il tracciato delle mura è costituito da una linea spezzata. Vi sono poi altri punti che appartengono per coincidenza al percorso delle mura, ma che sono elencati altrove come porte o monumenti (si pensi al caso della Piramide Cestia) e che quindi per ora non consideriamo. Le mura così dette *in Latio* sono le più interessanti dal punto di vista dell'analisi comparativa, poiché quasi integralmente conservatesi, a differenza delle mura *transtiberim*, pressoché del tutto scomparse a favore della nuova cinta gianicolense, e di quelle *ad Leoninam*, inglobate nelle strutture successive e sostituite nella loro funzione dai bastioni sangallesi.

Da notare, inoltre, che nel testo non sono descritti i tratti di mura lungo il fiume, pur essendo ancora presenti all'epoca e, come dimostrano le mappe coeve e immediatamente successive, oggi assorbiti dagli argini.

Una volta effettuata la restituzione del tracciato delle mura nei tre settori, ed eseguita una prima sommaria comparazione con la mappa attuale, è possibile fare una serie di osservazioni che fungeranno da base oggettiva per le successive sperimentazioni. Innanzitutto possiamo notare come, allineando il disegno alla mappa attuale sulla base dei principali edifici, la restituzione delle mura non coincida con il tracciato della cinta sulla medesima mappa. Si registra frequentemente, inoltre, una inversione delle concavità/convessità delle mura in corrispondenza degli *auges* descritti da Alberti (fig. 6): questo accade anche per un edificio – la chiesa di San Giovanni a Porta Latina – che, diversamente dalla realtà, ricade nel disegno al di fuori delle mura. Questo indizio, oltre a indicare le criticità del rilievo, può essere utile a determinare il grado di consapevolezza che Alberti aveva dello spazio urbano di Roma. Infine, se è vero che non è possibile trovare una soluzione di sovrapposizione che soddisfi contemporaneamente tutte le condizioni di coincidenza relative a edifici e mura, è possibile constatare come questo avvenga invece per singole limitate porzioni di punti più o meno estese (fig. 7).

Fig. 7. Sovrapposizione locale di singole parti del disegno della Descriptio alla mappa della città.

Fig. 8. Simulazione digitale dell'utilizzo dell'horizon.



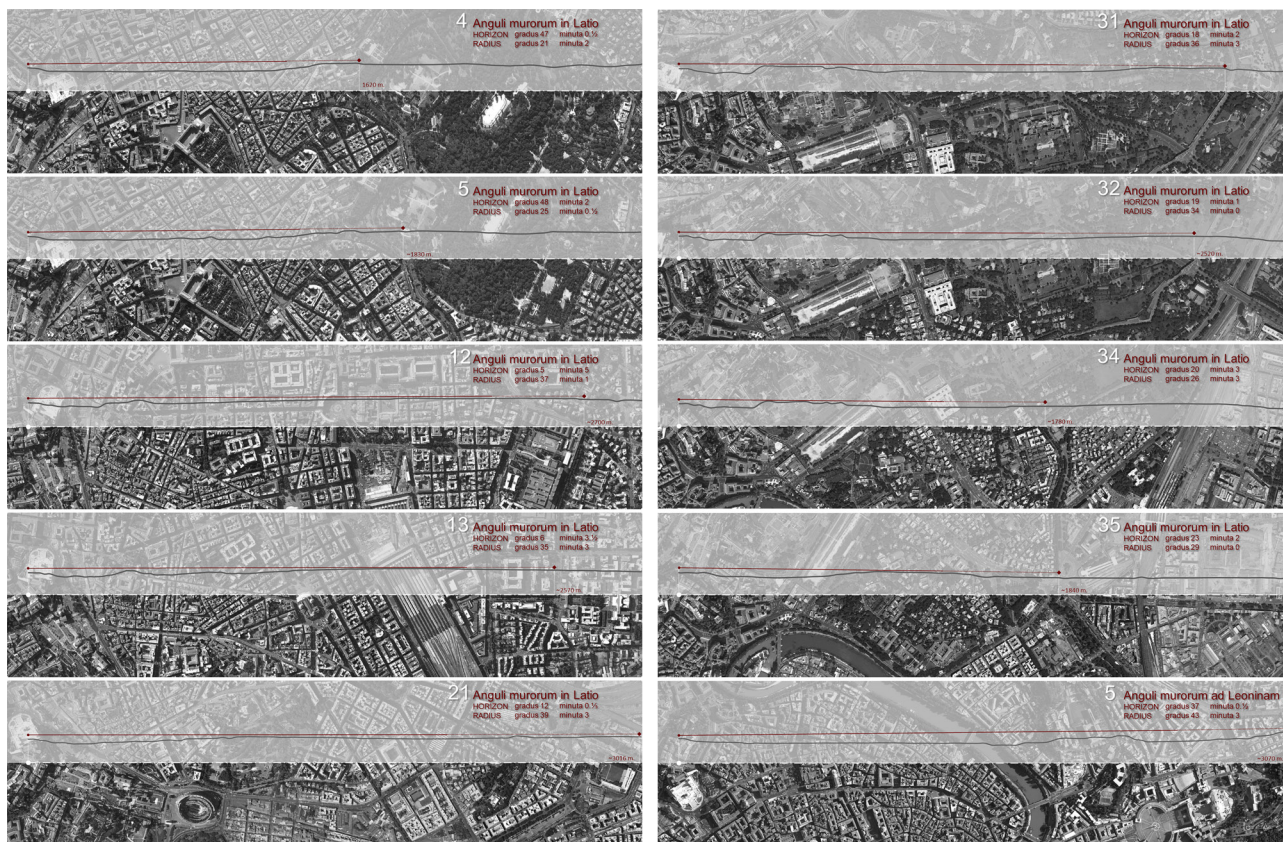


Fig. 9. Sezioni del terreno condotte per un punto di stazione posto sul Campidoglio e alcuni monumenti significativi, al fine di verificarne l'effettiva visibilità da quella stazione.

Comprendere la *Descriptio*: sperimentazioni

Considerando questi soli dati e risultati, non disponendo di documenti che registrino esplicitamente le fasi operative del rilievo albertiano, abbiamo raccolto indizi utili a formulare delle ipotesi sul relativo progetto.

Per cominciare, è lo stesso Alberti a fornirci indizi espliciti, anche se non esaurienti. Come già accennato, nei *Ludi mathematici* egli descrive un procedimento di rilievo che dice di aver impiegato anche per la città di Roma. Per le operazioni di rilievo egli si avvale di un *horizon*, un

cerchio graduato del tutto identico a quello utilizzato nella *Descriptio* per la riproduzione della pianta, anche se più grande, del diametro di un braccio; collocato lo strumento in una prima stazione, si può leggere su di esso il valore angolare di ogni punto mirato grazie ad un filo a piombo, retto dal rilevatore, che allinei l'occhio, il centro del disco e il punto da rilevare (fig. 8a). Misurati i valori angolari dei soggetti visibili dalla prima stazione, si passa alla successiva, avendo cura di orientare nuovamente lo strumento nella direzione assunta nella prima stazione [2]; anche in questo caso si procede al rilievo degli angoli

dei medesimi punti (fig. 8b). Per ogni punto da rilevare è necessario annotare il valore della relativa coordinata angolare da due stazioni diverse, perciò il numero delle stazioni totali varierà a seconda della collocazione e della visibilità dei punti da rilevare rispetto alle stazioni stesse. Si passa poi alla fase di restituzione, che prevede la rappresentazione arbitraria – scelta in funzione della scala cui si vuole rappresentare la pianta della città – delle prime due stazioni, dalle quali, per intersezione in avanti, si potrà individuare – grazie anche a degli *horizon* di dimensioni ridotte posti in corrispondenza dei punti che rappresentano le stazioni – la posizione dei vari punti rilevati in pianta (fig. 8c). Alberti dice che il primo punto che si disegna sul foglio, centro dell'*horizon* ridotto, con il quale si riportano gli angoli delle misurazioni dalla prima stazione, coincide proprio con essa e quindi, nel nostro caso, con il Campidoglio. Egli suggerisce inoltre l'utilizzo di ulteriori stazioni, oltre alle prime due, per una

maggiore attendibilità delle misurazioni e fornisce poi un metodo per misurare ampie distanze tra due punti sfruttando la proporzionalità con distanze limitate e note, direttamente misurabili.

Abbiamo in seguito raccolto indizi di carattere implicito: la natura e la consistenza delle deformazioni che emergono nella rappresentazione discreta delle mura – elemento più articolato rispetto al semplice gruppo di edifici e monumenti indicati da singoli punti scollegati fra loro – costituiscono infatti ulteriori informazioni utili alla formulazione di ipotesi sul progetto di rilievo.

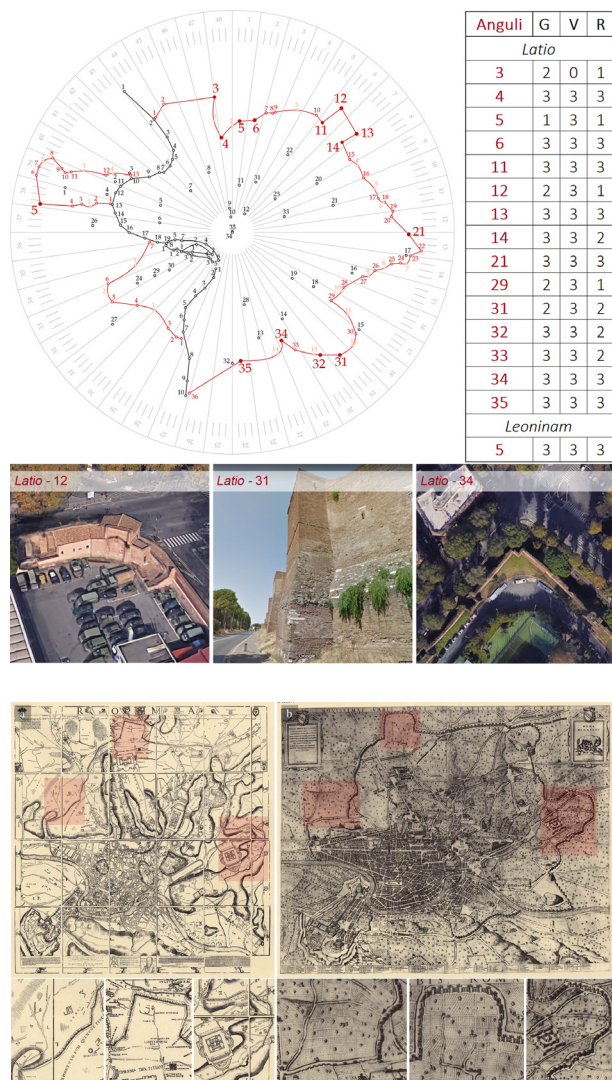
Considerando poi le problematiche pratiche relative al rilievo, possiamo ricavare preziosi indizi sulla visibilità dei soggetti menzionati in relazione ai luoghi che meglio si prestavano ad una osservazione panoramica della città. Ecco dunque l'importanza dell'esperienza visiva, presente e passata: la prima conducibile oggi sia per osservazione diretta sia tramite simulazioni digitali in grado di

Fig. 10. Panorami di Roma di Martino Van Heemskerck da Monte Caprino (Campidoglio), 1534 (a, b), Panorami di Roma di Antonio Van Den Wyngaerde dalle Terme di Costantino, 1550 (c), e da Monte Mario, 1550 (d).



Fig. 11. Selezione e valutazione dei punti delle mura che sono ancora oggi presenti e riconoscibili e che possono essere presi in esame per le successive sperimentazioni.

Fig. 12. Due delle principali mappe prese in considerazione per l'analisi storica: dei punti fiduciali selezionati sulle mura: mappe di Roma di Leonardo Bufalini, 1551 (a), e di Mario Cartaro, 1576 (b).



ricavare sezioni notevoli del territorio urbano (figg. 9a e 9b); la seconda praticabile attraverso vedute del Quattrocento e del primo Cinquecento, che raffigurano una Roma ancora non troppo dissimile dalla città rilevata dall'Alberti (fig. 10).

I dati e gli indizi che abbiamo raccolto, anche se significativi, producono una struttura di indagine troppo labile ed indeterminata per poter formulare delle ipotesi circa il progetto di rilievo. È stato dunque necessario porre degli assiomi a fondamento delle successive analisi critiche, sulla base degli studi precedenti e delle considerazioni più accreditate. Innanzitutto, poniamo che una delle stazioni (la prima) coincida con il Campidoglio. Inoltre, per ridurre le possibilità di scelta delle stazioni, supponiamo che i punti delle mura siano stati tutti rilevati dall'interno della cinta.

Riferendoci alle mura, abbiamo innanzitutto cercato la corrispondenza tra i punti rilevati e le porzioni di mura attualmente visibili e sostanzialmente identiche a quelle presenti al tempo della *Descriptio*, al fine di condurre le indagini successive su un numero di punti limitati e affidabili. La ricerca ha prodotto una selezione di punti che sono stati valutati, con vari gradi di attendibilità, in relazione alla loro riconoscibilità in fase di rilievo e alla nostra capacità di individuare oggi il punto sulle mura (fig. 11). La questione della riconoscibilità dei punti è molto complessa: se sul piano teorico è facile e immediato identificare un punto in pianta, calandosi invece nella pratica del rilevatore e scontrandosi con la fisicità delle mura, ci si chiede per esempio se quel dato punto si riferisca al lato interno o esterno di esse, il che implica la supposizione di stazioni non necessariamente interne alla cinta. Ogni punto è stato sottoposto al vaglio dell'analisi storica, al fine di valutarne l'esistenza e la consistenza al tempo dell'Alberti e ad oggi. Sono state considerate nell'indagine una serie di mappe e vedute del Quattrocento e Cinquecento – raccolte nel corso della ricerca – catalogate come fonti dirette, qualora ritraenti la città a loro contemporanea (fig. 12), o indirette, nel caso si tratti di interpretazioni successive della Roma antica o medioevale. I documenti di restauro [Mancini 2001] hanno inoltre permesso di valutare le alterazioni delle porzioni di mura nel tempo e valutarne la pertinenza.

Posti a sistema i dati descritti e le osservazioni preliminari, abbiamo dunque prodotto una serie di considerazioni attraverso l'utilizzo di un software appositamente sviluppato che ha consentito di individuare la configu-

razione ideale della prima stazione di rilievo (Campidoglio) partendo dai punti fiduciali individuati. A differenza di quanto già sperimentato sugli edifici, i risultati prodotti dall'elaborazione dei dati relativi alle mura hanno evidenziato eccessive oscillazioni delle soluzioni, condizione che induce a supporre che i dati elaborati non provengano da un unico progetto di rilievo. La natura e l'entità delle deformazioni emerse rispetto al fotopiano attuale sembrano infatti distinguere due categorie di errori: strumentali/sistematici, quantificabili con l'elaborazione caratteristica delle nuove tecnologie, e materiali/operativi, individuabili attraverso ricostruzione filologica. Riteniamo che i primi possano derivare dalla ridotta tolleranza degli strumenti *low-tech* impiegati da Alberti e dalle imprecisioni di orientamento, lettura e restituzione; gli altri da criticità del progetto di rilievo. Concentriamoci ora su quest'ultimo aspetto. Il fatto che il disegno della città (come già notato anche per gli edifici) risulti sovrapponibile solo per singole porzioni alla mappa attuale induce a ritenere che la mappa albertiana sia in realtà una combinazione di più rilievi, distinti, non solo per tipologia di elementi rilevati (mura, edifici, fiume), ma anche nell'ambito di una singola categoria, come, appunto, quella delle mura. L'ipotesi della molteplicità dei rilievi è inoltre avvalorata dalla mancanza totale dei dati relativi

al rilievo delle alture e del centro abitato, promesso dallo stesso Alberti nell'introduzione alla *Descriptio*.

Descriptio Urbis Romae: la ricerca continua

Le osservazioni e le considerazioni emerse fin qui gettano dunque le basi per futuri approfondimenti volti non solo ad applicare le medesime simulazioni digitali alle restanti categorie di elementi rilevati (porte, corso del fiume e isola Tiberina), ma a verificare/sperimentare nuove ipotesi circa il progetto di rilievo, partendo da presupposti diversi, come la possibilità che l'Alberti abbia utilizzato anche le torri della mura come stazioni per il rilievo della città.

Ringraziamenti

Un particolare ringraziamento va al Prof. Carlo Maccagni per le consulenze sulle tecniche e gli strumenti di rilievo dell'epoca e ai Professori Filippo Camerota e Francesco Paolo di Teodoro per le preziose indicazioni bibliografiche.

Si ringrazia la Dott.ssa Marina Marcelli della Sovrintendenza di Roma Capitale, Dipartimento di Monumenti antichi, per il supporto alla consultazione del materiale documentale relativo alle mura di Roma. Ringraziamo inoltre Donatella Iacovacci e Valerio Sharani per l'ausilio alla selezione documentale.

Note

[1] I testimoni della *Descriptio Urbis Romae* a noi pervenuti sono sei: Chicago, Newberry Library, ms. 102, fine XV secolo; Oxford, Bodleian Library, ms. Can. Misc. 172, datato 1487; Venezia, Biblioteca Marciana, cod. It. XI, 67, seconda metà del XV secolo; Roma, Biblioteca Apostolica Vaticana, ms. Chig. M.VII.149, metà XVI secolo; Roma, Biblioteca Apostolica Vaticana, ms. Barb. Lat. 6525, XVII secolo; Milano, Biblioteca Ambrosiana, ms. O 80 sup., XVI secolo.

[2] Come spiega Alberti, per orientare correttamente la seconda stazione è necessario innanzitutto che questa venga trapiantata dalla prima, annotando l'angolo che si legge sull'*horizon*; in seguito, collocato lo strumento nella stazione successiva, lo si orienta ruotando l'*horizon* in modo che il valore opposto a quello letto in precedenza sia rivolto verso la precedente stazione.

Autori

Graziano Mario Valenti, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma, grazianomario.valenti@uniroma1.it
Jessica Romor, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma, jessica.romor@uniroma1.it

Riferimenti bibliografici

Alberti, L.B. (2005). *Descriptio Urbis Romae*. Critical edition by J.Y. Boiaud e F. Furlan. Firenze: Olschki.

Alberti, L.B. (1973). *Opere Volgari, III volume, Trattati d'arte, Ludi rerum mathematicarum, Grammatica della lingua Toscana, Opuscoli amatori, Lettere*. a cura di C. Grayson. Bari: Gius. Laterza & Figli.

Cantatore, F. (2005). *Piante e vedute di Roma*. F.P. Fiore (a cura di). *La Roma di Leon Battista Alberti*, pp. 166-177. Milano: Skira.

Cardini, R., Regoliosi, M. (2007). *Leon Battista Alberti umanista e scrittore. Filologia, esegesi, tradizione*. Tomo II. Firenze: Edizioni Polistampa.

De Rossi, G.B. (1879). *Piante icnografiche e prospettiche di Roma anteriori al secolo XVI*. Roma: Salviucci.

Di Teodoro, F.P. (2005). La "Descriptio Urbis Romae". F.P. Fiore (a cura di). *La Roma di Leon Battista Alberti*, pp. 176-181. Milano: Skira.

Docci, M., Maestri, D. (2009). *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*. Bari: Laterza.

Fiore, F.P. (2005). Leon Battista Alberti e Roma. F.P. Fiore (a cura di). *La Roma di Leon Battista Alberti*, pp. 21-31. Milano: Skira.

Frutaz, A.P. (1962). *Le piante di Roma*. Roma: Istituto Nazionale di Studi Romani.

Lugli, P.M. (1998). *Urbanistica di Roma. Trenta planimetrie per trenta secoli di storia*. Roma: Bardi Editore.

Mancini, R. (2001). *Le mura Aureliane di Roma. Atlante di un palinsesto murario*. Roma: Edizioni Quasar.

Romor, J., Valenti, G.M. (2016). The 'Descriptio Urbis Romae' by Leon Battista Alberti: historical analysis, experimental hypotheses. H. Bailing, F. Hongliang, L. Junqin, L. Xiao (eds.). *The 17th International Conference on Geometry and Graphics ICGG 2016*, 4-8 August, Beijing Institute of Technology, Beijing (China): Beijing Institute of Technology Press.

Stroffolino, D. (1999). *La città misurata: tecniche e strumenti di rilevamento nei trattati a stampa del Cinquecento*. Roma: Salerno Editrice.

Vagnetti, L. (1968). La "Descriptio Urbis Romae": uno scritto poco noto di Leon Battista Alberti. In *Quaderno n. 1 dell'Istituto di Elementi di Architettura e Rilievo dei Monumenti*, n. 1, pp. 25-88.

Vagnetti, L. (1974). Lo studio di Roma negli scritti Albertiani. AAVV. *Convegno internazionale indetto nel V centenario di Leon Battista Alberti*, pp. 73-110. Roma: Accademia nazionale dei Lincei.

Winterberg, C. (1886). L.B. Alberti's technische schriften. In *Repertorium für Kunstwissenschaft*, VI. 1886, pp. 326-356.

Modi e media della rappresentazione e della cultura visuale

Comunicazione e valorizzazione dei prodotti e dei beni materiali e immateriali

Disegno, grafica, comunicazione e nuovi media come strategie per la didattica e la comunicazione

Segni, immagini, mappe e visioni di città, territori e paesaggi

Il disegno e l'invisibile

Laura Marcolini

Negli anni più recenti la parola disegno ha espanso il proprio bacino di significato, abbracciando gli influssi del termine inglese *design* e coinvolgendo così tutto l'ambito semantico legato all'ideazione progettuale e alla definizione di configurazioni spaziali, sonore e persino comportamentali. Questo slittamento dialoga spontaneamente con l'attitudine che accompagna Studio Azzurro fin dalla sua fondazione, sebbene possa proprio per questo risultare potenzialmente insidioso.

Quarant'anni fa tre amici, che già da qualche tempo incrociavano le loro esperienze, decidono di realizzare insieme un film, esplorando il linguaggio video. Le loro

esperienze precedenti sono significativamente legate al disegno: Paolo Rosa pubblica alcune *graphic novel* su *Linus*, Leonardo Sangiorgi si dedica alle animazioni "a passo uno", entrambi si sono formati al Liceo artistico e poi all'Accademia di Brera, sono eccellenti disegnatori, con una deriva visionaria e una grande capacità di simulare lo spazio con pochi tratti. Fabio Cirifino si forma invece come fotografo presso lo Studio Ballo, entrando in contatto con architetti e designer e assorbendo una straordinaria maestria nell'uso della luce. Sono tre persone che immaginano, che disegnano virtualmente nella loro testa ogni progetto a cui pensano.

Articolo a invito per inquadramento del tema del focus, non sottoposto a revisione anonima, pubblicato con responsabilità della direzione.

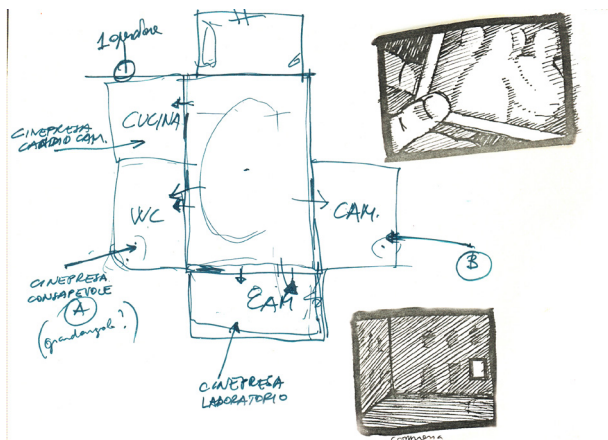


Fig. 1. Studio Azzurro, disegno progettuale per il film *Facce di festa*, 16mm, 60', colore, 1980.

Il film viene preceduto da uno storyboard, da bozzetti e testi, e da uno schizzo (fig. 1) della posizione di alcune camere fisse (*Facce di festa*, film, 16mm, colore, 1980). Il luogo in cui si filma è abbastanza particolare: una casa privata in cui è stata organizzata una festa. Si facevano feste tutti i giorni, è vero, ma osservata quarant'anni dopo, la location appare decisamente programmatica. Siamo nel 1979, un momento di passaggio epocale che viene registrato in modo implacabile e divertito nei set di ripresa. Già da questo lavoro si consolidano alcuni temi e alcune attitudini che accompagneranno lo Studio per i successivi quarant'anni. Da una parte una forte progettualità che precede ogni lavoro, generata da una feconda miscela di studio e libera intuizione, dall'altra una infaticabile capacità di adattamento alle condizioni incontrate. Il retaggio delle precedenti esperienze di contestazione e metalinguaggio portate avanti con un gruppo diverso, il Laboratorio di Comunicazione Militante, e con il primo esperimento di occupazione di uno spazio abbandonato, la Fabbrica di Comunicazione nell'ex chiesa di San Carpoforo, fa da supporto a entrambi questi aspetti e lascia la sua impronta inconfondibile nel finale del film *Facce di festa*, in cui si inanellano ironicamente considerazioni esplicitamente legate al ruolo dell'artista/regista/autore e all'idea di opera collettiva. Con gli anni Ottanta, Studio Azzurro prende un'altra strada, opera una svolta estetica molto decisa, disegna un altro progetto per la sua ricerca, e si proietta con decisione verso

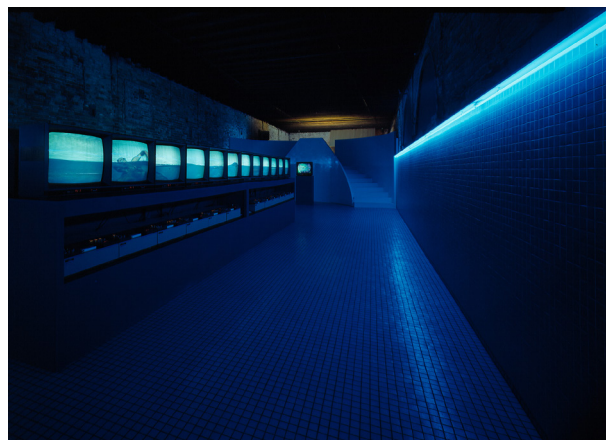


Fig. 2. Studio Azzurro, *Il nuotatore* (va troppo spesso ad Heidelberg), videoambiente, Palazzo Fortuny, Venezia, 1984.

una nuova considerazione dello spazio e del suo dialogo con lo spettatore.

Lo spazio, gli oggetti, la luce e le immagini in movimento, seppur bidimensionali, sono componenti di un ambiente in cui lo spettatore può muoversi, avvicinarsi a quello che preferisce, entrare e uscire dalla luce, mettersi in relazione con una condizione che somiglia a una messa in scena teatrale in cui l'attore e persino lo sceneggiatore è lui stesso. Non si tratta più di porsi di fronte a una visione predefinita, gestita a priori da un regista, a cui lo spettatore partecipa da fermo, con il proprio coinvolgimento emotivo, ma senza poter minimamente porsi in volontaria relazione con l'immaginario proposto. Si tratta invece di muoversi dentro a un mondo che funziona similmente al mondo esterno e che racconta storie impreviste, sollecitando altrettanto impreviste risposte del nostro sistema percettivo complesso.

I primi furono inganni

I primi videoambienti realizzati all'inizio degli anni Ottanta (*Luci d'inganni*, *Tempi d'inganni*) sono luoghi da esplorare in cui quasi tutto è familiare e riconoscibile, e qualcosa è spiazzante perché infrange le regole dei rapporti tra il mondo della cosiddetta realtà e il mondo delle immagini elettroniche. Spesso sono lo spazio e il tempo a innescare un cor-

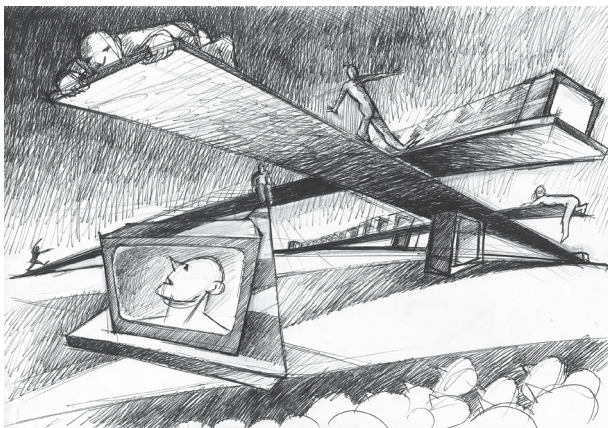


Fig. 3. Studio Azzurro, disegno progettuale per lo spettacolo teatrale *La Camera Astratta*, Documenta VIII, Kassel, 1987.

tocircuito con le immagini che si pongono dentro all'ambiente come soggetti di un'azione calata in uno spazio e in un tempo che il visitatore sta vivendo dentro al mondo, anziché fuori dal mondo come accade nel cinema. Con *Il nuotatore (va troppo spesso ad Heidelberg)* del 1984 lo scarto poetico si fa più evidente, l'ambiente è verosimile quanto impossibile (fig. 2), il suo tempo è infinito eppure definito dalla riconoscibilità della fatica umana e dall'imprevisto. La luce acquatica fa sospendere il fiato ma si respira, se ti muovi nella piscina ricostruita vedi il nuotatore anche dall'altro lato...

È curioso ripensare oggi a questi primi lavori alla luce delle ricerche neuroscientifiche, in particolare alle più recenti considerazioni di Vittorio Gallese sulla "simulazione incarnata" in relazione allo spazio architettonico [Gallese 2017]. Diamo ormai per assodati concetti che allora non erano consolidati e che lo Studio ha provato a esplorare stravolgendo le modalità di progettazione di un'opera realizzata con il linguaggio video. Non si tratta di oggetti, si tratta di sistemi esperienziali complessi calati in una condizione molto verosimile, che richiede necessariamente la partecipazione attiva del visitatore.

Inizialmente questo avviene solo per portare a termine l'esplorazione dello spazio e dei suoi soggetti narranti, ma con la metà degli anni Novanta diventa qualcosa di molto più dirompente, con la possibilità di un'azione modifica-

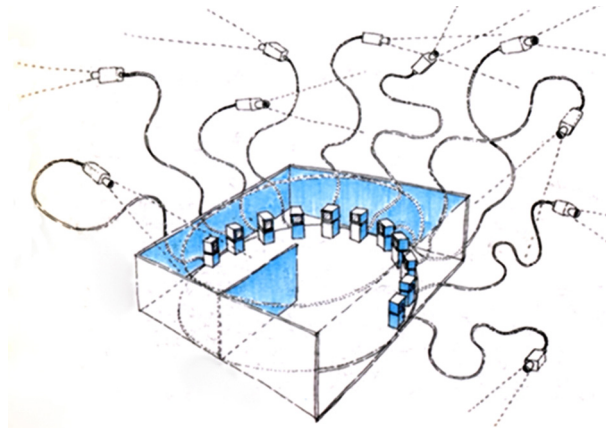


Fig. 4. Studio Azzurro, *Vedute (quel tale non sta mai fermo)*, videoambiente, Palazzo Fortuny, Venezia, 1985.

toria, significativa e significante da parte del visitatore. Il disegno degli ambienti, progettualmente parlando, si sposta dalla possibilità di rendere gli oggetti elementi narranti, all'attenzione per il gesto umano e per la sua potenziale relazione con l'immagine elettronica.

Prima delle possibilità aperte dall'interattività tecnologica, nella seconda metà degli anni Ottanta, la ricerca su questa dimensione diventa possibile grazie alla collaborazione assidua con gruppi di teatro di ricerca, in particolare con la Gaia Scienza di Giorgio Barberio Corsetti. *Prologo a un diario segreto contraffatto* e *La Camera astratta* portano in scena colonne di monitor che presentano immagini pre-registrate e immagini in diretta dei corpi degli attori in scala uno a uno, cosa altrimenti impossibile con il vincolo dimensionale di un unico monitor.

Il medium del televisore – che scarica onde elettromagnetiche e immagini in movimento nei tinelli e nei salotti delle famiglie – viene forzato, entra in un disegno più complesso, diventa elemento singolo di una forma più libera, tessera di un mosaico in cui le immagini si riprendono un po' dello spazio riservato alle opere visive nella storia dell'arte. In questi due spettacoli teatrali le figure umane, presentate nelle colonne di tre monitor sovrapposti, interagiscono con gli attori in carne ed ossa partecipando attivamente alla drammaturgia. È proprio il disegno della macchina scenica (fig. 3) a rendere evidente il dispositivo:

i binari e i carrelli predisposti, trasposizione del carrello cinematografico, permettono agli attori di spostare i monitor incolonnati, ovvero di spostare le immagini in essi contenute. Un bilanciere, come una grande altalena vede spostare i monitor secondo il peso esercitato in quel momento sull'altro lato dall'attore.

Anche il testo mette in scena una frammentazione simile a quella del corpo reso elettronicamente, è spezzato, alterna conversazioni interiori con un dialogo reale, in una selvaggia chiarezza al limite della deflagrazione del discorso. I monitor rotolano a terra facendo impazzire il tubo catodico, alterando il comportamento degli elettroni e con essi l'immagine che viene generata. Nel retroscena è approntato un complesso set di ripresa che manda in diretta nei monitor azioni che si spostano dalla scena per il pubblico alla scena nascosta e viceversa. È l'invenzione della "doppia scena" che cerca di spostare il limite di ciò che è visibile per il pubblico.

Su quest'onda, tra le collaborazioni con Barberio Corsetti e con Palazzo Fortuny (Venezia), *Vedute, quel tale non sta mai fermo* (1985) permette di indagare in modo visionario il tema dell'utilizzo delle camere di sorveglianza e raccontare una storia immaginaria (fig. 4) che infrange la gerarchia tra diretta e registrazione, reale e finzione, portando all'interno del Palazzo lo spazio esterno, le calli di Venezia, e lo spazio dell'immaginario. Il disegno progettuale più efficace mostra questa operazione come un organismo misto di architettura e innervazioni tecnologiche con occhi elettronici indagatori come terminazioni nascoste ma posate sul mondo.

Il ritorno all'invisibile per ritrovare le cose

Le immagini premono da ogni lato sulla membrana del reale, sono ovunque, ma sono imprigionate nella scatola del monitor; nella cornice di una fotografia, nei riquadri dei manifesti. Sono sempre più realistiche, sempre più seducenti nel lucido magma edonistico della fine degli anni Ottanta. Così sono anche gli oggetti di design.

È proprio in questo momento che Studio Azzurro inizia a cogliere una sorta di lamento delle immagini e nel 1990 realizza uno spettacolo con Moni Ovadia basato sul profetico testo di Ghiannis Ritsos del 1961-1962, *Delfi*. Si parla di turisti che, nel sito archeologico di Delfi, sede dell'Oracolo di Apollo, anziché guardare prendono immagini fotografando con la pellicola. Basta puntare e fare click, senza tanta

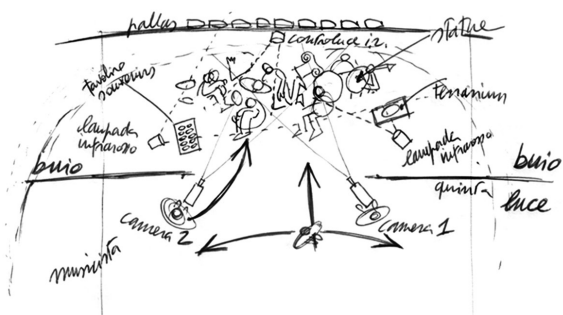
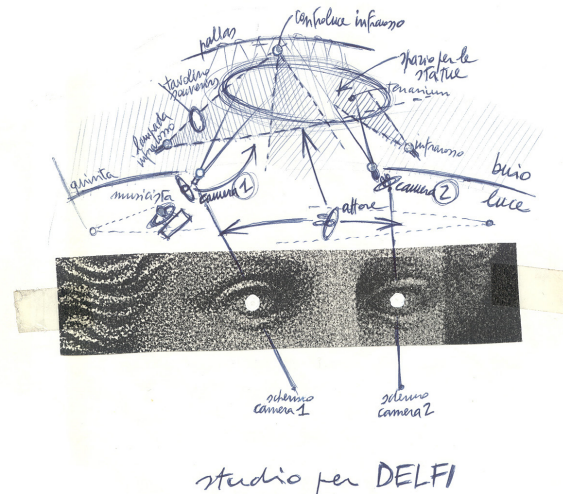


Fig. 5. Studio Azzurro, disegni progettuali per lo spettacolo teatrale *Delfi* (studio per suono, voce, video e buio), Festival Teatro 2, Parma, 1990. Gli occhi delle statue diventano monitor e lo studio del palco e delle posizioni delle camere IR nascoste.

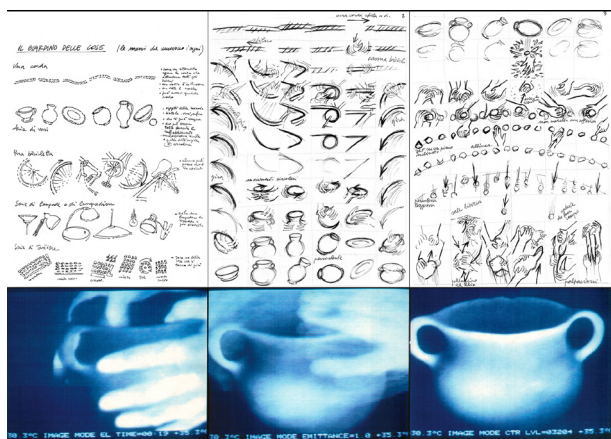


Fig. 6. Studio Azzurro, storyboard de *Il Giardino delle cose*, videoambiente per immagini a infrarossi, Triennale, XVIII Esposizione Internazionale, Milano, 1992.

attenzione, senza la fatica del disegno che cerca e indaga la forma. Si parla di un passaggio generazionale tra due guide turistiche e di un tempo senza tempo, da dove soltanto le statue sono costrette a continuare a osservare nonostante la loro millenaria stanchezza. Rispetto al testo, al tempo della messa in scena i turisti prendono anche immagini in movimento, le accumulano in una distorsione crescente del concetto di memoria. Qualcosa con cui ci si troverà a fare i conti di lì a pochi anni con il trionfo del digitale. Nei disegni di progetto per *Delfi* (*studio per suono, voce, video e buio*) c'è un collage che lavora espressivamente sugli occhi cavi delle statue classiche (fig. 5).

Lo spettacolo è al buio. Dall'inizio alla fine. Due grandi monitor, enormi occhi rivolti verso gli spettatori e qualche taglio di luce tra cui Moni Ovadia si muove, visto e non visto. Due operatori invisibili riprendono in diretta, con camere all'infrarosso, le statue di gesso presenti in scena ma nascoste dal buio. Le riprese appaiono nei due monitor, candide, abbaglianti. Solo alla fine, quando si accendono le luci, gli spettatori scoprono di aver avuto sotto gli occhi quegli oggetti altrettanto candidi, ridondanti di storia, senza poterli vedere. Vedevano solo le loro immagini elettroniche. Esattamente quello che accadeva loro sempre più e tutti giorni.



Fig. 7. Studio Azzurro, *Il viaggio*, videoambiente per raggi X, Fondazione Mudima, Milano 1992.

La sperimentazione con lo sguardo non umano prosegue in altri due lavori che segnano il passaggio definitivo a un nuovo capitolo della ricerca. In entrambe le opere l'immagine perde la sua fedeltà fotorealistica e si avvicina alla semplificazione della traccia, in un caso, e alla essenzialità del disegno nell'altro. Questi risultati si ottengono attraverso camere che vedono frequenze non visibili all'occhio umano, come nel caso di *Delfi*.

In uno di questi due lavori, *Il Giardino delle Cose* (1992) (fig. 6), lo storyboard è significativo al punto da farsi dispositivo per la rappresentazione visiva della narrazione spazio temporale che sarebbe avvenuta nei diciotto monitor sincronizzati. Un dispositivo di progetto fondamentale per programmare le riprese e realizzare il montaggio video. Le riprese, fatte con camere termiche, rilevano il calore delle mani mentre toccano una serie di oggetti semplici di uso quotidiano. Il gesto che ripercorre la forma dell'oggetto ne ridefinisce la forma attraverso il calore. La ridisegna, la ritrova, come apparisse allo sguardo per la prima volta dal buio. In reazione al consumismo incalzante e alla sovraesposizione delle immagini, la cura per gli oggetti più semplici e utili, restituisce loro la forma e la vita. Non a caso, nella sua edizione più integrata con l'ambiente, a Castellina in Chianti, *Il giardino delle cose* dialogava con una grande massa di cocci di terracotta abbandonati.

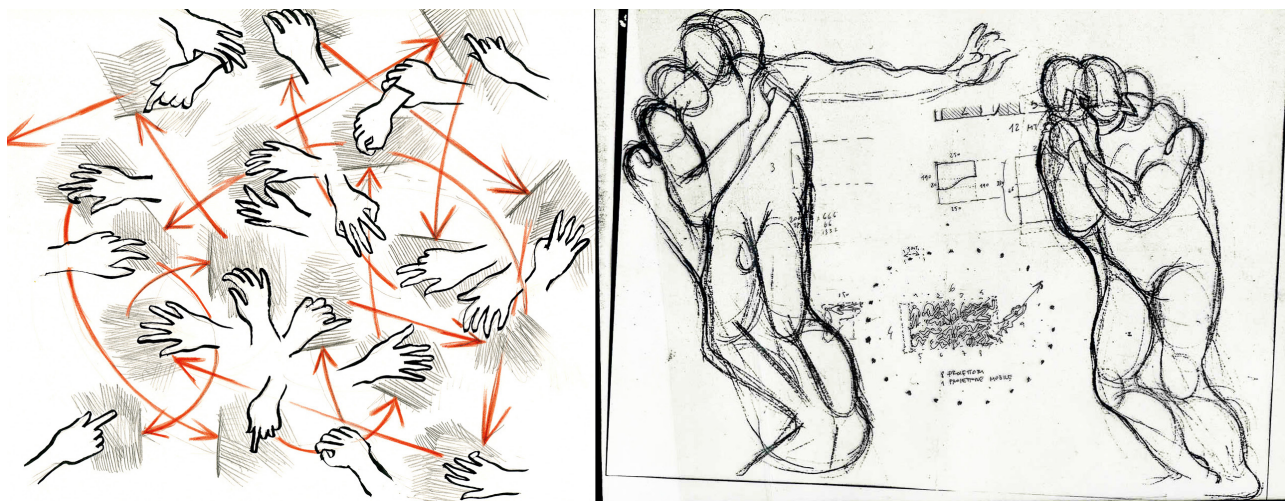


Fig. 8. Studio Azzurro, disegni progettuali per Tavoli (perché queste mani mi toccano?) e Coro, rispettivamente realizzati a Milano in Triennale e a Torino alla Mole Antonelliana nel 1995.

L'altro lavoro, *Il viaggio* (1992) (fig. 7), è l'ultimo video-ambiente realizzato dallo Studio, una sorta di affettuoso congedo dall'epoca delle immagini nei monitor. Sono otto monitor sincronizzati in cui scorrono immagini di valigie riprese ai raggi X e successivamente colorate. E una proiezione. Gli oggetti sono perfettamente riconoscibili ma sembrano uscire da un cargo di memoria condivisa. Sono quasi disegni depositatisi in quelle scatole nere che ci hanno accompagnato nel viaggio fatto insieme nei primi dieci anni di esplorazione con il video.

Le immagini si posano leggere

Con gli anni Novanta si percepisce la necessità di un nuovo percorso da definire. L'idea di un ambiente disegnato per le persone in dialogo con le immagini in movimento si evolve proprio perché quelle immagini possono finalmente liberarsi dai monitor, dalla loro dimensione oggettuale e il loro essere in movimento può coinvolgere lo spazio e ciò che è in esso presente. Sono arrivate le proiezioni e le immagini in movimento si possono depositare su qualunque superficie e a qualunque altezza: persino su

un vetro, su un paracadute, sulla sabbia, sul sale, a terra, su un soffitto, fluttuando.

A questo cambio di paradigma nel 1995 se ne aggiunge uno ancor più dirompente. La possibilità che le immagini rispondano ai gesti e alla presenza delle persone. È un nuovo mondo da inventare. Un mondo che cambierà radicalmente il rapporto non solo con le immagini ma anche con la tecnologia.

Seguono tre anni di esplorazione intensa. Il montaggio video si può adagiare ovunque nello spazio e va ripensato totalmente per rendere efficace il coinvolgimento dello spettatore senza perdere le potenzialità narrative, perché l'obiettivo rimane pur sempre raccontare storie, come in letteratura, come nel cinema. Con la possibilità di amplificare ulteriormente il coinvolgimento fisico dello spettatore, di immaginare sinestesie e cortocircuiti sensoriali che permettano alle persone di abbandonare la propria incredulità e inseguire la narrazione, mettendoci la loro parte di desiderio e creatività [1]. Si ripresenta così la necessità della frammentazione unitamente all'organicità del progetto. Si apre il tema fondamentale – e distintivo per Studio Azzurro – dell'interazione collettiva, perché si sta già radicando un nuovo rapporto con la tecnologia, ed è un rapporto uno a uno, prestabilito nei suoi canoni da chi la produce.

Le prime installazioni interattive sono un manifesto in difesa della coralità dell'interazione e della possibilità che un ambiente, se è sensibile alla presenza e al gesto del visitatore, possa diventare un ambiente di relazione tra persone e non solo tra singolo e macchina [2].

In ultima analisi è un modo per contrapporsi al "design del comportamento", per dirottarlo utilizzando gli stessi strumenti che portano in sé quel rischio, manipolandoli per permettere all'uomo di non perdere la propria sensibilità naturale, di non perdere il rapporto con le cose, con le forme e le materie, con la corrispondenza tra immagine, corpo e significato.

Paradossalmente è far diventare sensibili le cose e gli spazi per non esporre l'uomo tecnologico al rischio di dimenticare di essere umano e dunque sensibile.

Tavoli, perché queste mani mi toccano (1995), *Coro* (1995), *Totale della battaglia* (1996), *Il soffio sull'angelo (primo naufragio del pensiero)* (1997) sono i primi ambienti sensibili [3], appunto, realizzati con proiezioni che rispondono al gesto di chi li pratica: il tocco della mano su un normalissimo tavolo di legno, il calpestare l'immagine di un corpo adagiato a terra nel sonno su un tappeto (fig. 8), un soffio su una piuma, un richiamo lanciato per comunicare con altri in un antico baluardo. Le interfacce naturali [4] sono la risposta al nuovo paradigma del corpo in dialogo con le macchine e alla colonizzazione della percezione. La mano incontrerà sempre una materia naturale, non un'appendice elettronica o un pulsante, i piedi calpesteranno tappeti o sabbia, gli occhi rimarranno liberi di scegliere cosa guardare, il corpo potrà muoversi come vuole dentro un ambiente avvolgente, disegnato dalla luce.

La luce è un altro elemento della progettazione di un ambiente che a torto passa spesso inosservato. Fin dalla prima installazione (*Luci d'inganni*, 1982) che metteva in scena oggetti di design animati da *haiku* video incastonati nei monitor; la luce, elemento ereditato dal set fotografico, ha un ruolo imprescindibile nel disegnare un ambiente dove le persone si sentano in una sorta di sogno. In questo lavoro la luce colpiva degli specchi e disegnava spazi geometrici che ritracciavano le direttrici di una sala immersa in una morbida semioscurità.

Con le proiezioni, la cui intensità luminosa è meno potente dei monitor, gli ambienti si sono fatti ancora più avvolgenti, l'occhio si abitua volentieri alla penombra e si trova guidato dalla presenza dei punti luce che sottolineano una presenza fisica o un percorso. Così anche la temperatura della luce, calda, in contrasto con la luce più azzurra delle proiezioni instaura un dialogo di grande intensità con chi si muove nello spazio.

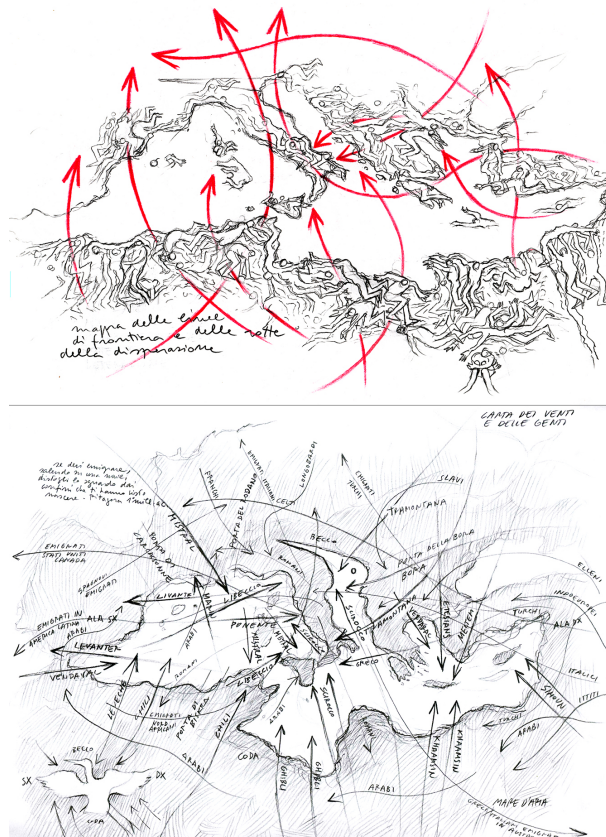


Fig. 9. Studio Azzurro, *Meditazioni Mediterraneo*, In viaggio attraverso cinque paesaggi instabili, ambiente sensibile, Castel Sant'Elmo, Napoli, 2002.

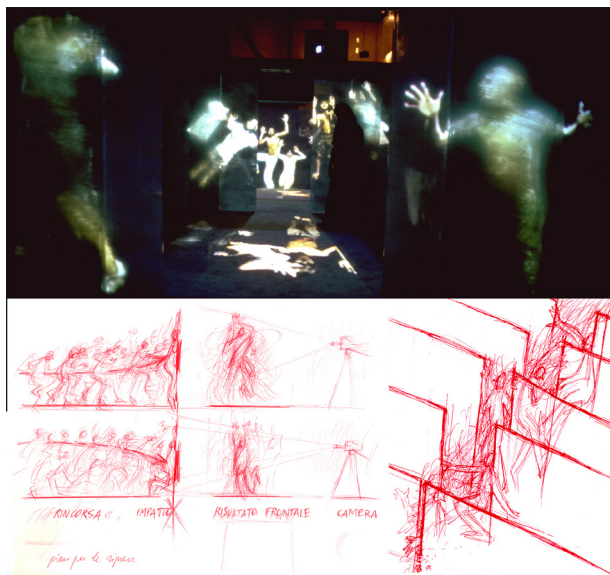


Fig. 10. Studio Azzurro, Dove va tutta 'sta gente?, ambiente sensibile, Vision Ruhr, Dortmund, 2000.

Il Mediterraneo e la memoria

Gli anni Duemila segnano un nuovo passaggio nella ricerca di Studio Azzurro e un ritorno al cinema. Con alcune committenze inattese arriva la possibilità di confrontarsi con il mondo esterno, di incontrare e raccogliere non solo immagini per le nostre storie ma di raccogliere storie per nuove immagini e per un'evoluzione dell'idea dell'opera. Proprio nel 2000 arriva una proposta importante e prende avvio un lavoro autonomo parallelo, entrambi sul mare Mediterraneo, con due tagli così apparentemente contrastanti da essere complementari.

Da una parte, *Meditazioni Mediterraneo* (2002), il lavoro realizzato dopo aver compiuto il periplo quasi completo del nostro mare per raccogliere scenari e tradizioni artigianali, toccando Italia, Francia, Grecia, Libia, Marocco. Cinque installazioni dedicate ad altrettanti paesaggi instabili minacciati da forti inquietudini che vedranno il loro esito di lì a qualche anno; cinque sontuosi paesaggi pregni di storia naturale e umana, cinque sistemi interattivi differenti, disegnati per quello specifico contenuto. Un percorso che lasciava

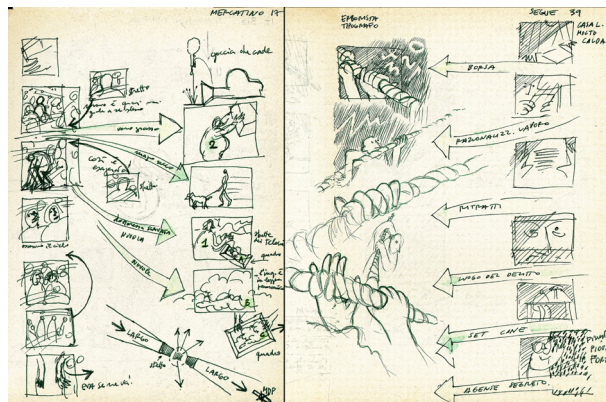


Fig. 11. Studio Azzurro, *Il Mnemonista*, film, 35mm, colore, 2000.

emergere con evidenza tutto quello che accomuna, che affratella i Paesi che affacciano sul Mediterraneo.

Dall'altra parte, *Dove va tutta 'sta gente* (2000), un'unica grande installazione che espone nel cuore dell'Europa, a Dortmund, il fenomeno emergente delle prime migrazioni dall'Albania. Un lavoro metaforico, tutt'altro che documentaristico, realizzato in sala di posa, messo in scena senza sfondo, come un fenomeno universale che appartiene a tutto il genere umano e che racconta, in altro modo, quello che si iniziava a vedere nei telegiornali. Porte scorrevoli trasparenti, interattive, contro cui si lanciano corpi inermi seminudi che cercano di attraversare un confine invisibile. Quando le porte si aprono per il passaggio di un visitatore, i corpi finiscono a terra, impossibilitati a varcare quella soglia.

Nel 2000 si realizza anche un film, *Il Mnemonista*, che prende spunto dal libro di Aleksandr Lurija sul caso clinico del Signor S. (Seresevskij) per raccontare il tema della memoria che inizia a suscitare riflessioni con l'accumulo disumano di dati dell'era digitale.

In tutti questi lavori la componente indagata e definita con il disegno è stata molto importante ed è visivamente molto significativa perché rivela la funzione del disegnare rispetto al processo progettuale. Nel caso di *Meditazioni Mediterraneo* dà forma alla dimensione concettuale: due mappe visionarie (fig. 9) trasformano il Mediterraneo in un grande uccello portato dai venti, in una costa incerta definita solo da ammassi di corpi umani che si aggrappano disperatamente; i cartigli con il sintagma poetico per ogni paese, le rappresentazioni legate alla



Fig. 12. Studio Azzurro, Sensitive City, Padiglione Italia, Expo Shanghai, 2010.

materia eletta per ogni luogo scelto, come il sale per la Grecia, il fuoco per i Campi Flegrei, il vento per la Libia, la tessitura per il Marocco, i profumi per la Provenza (fig. 9).

In *Dove va tutta 'sta gente*, invece, il disegno – dal tratto molto tormentato – visualizza distintamente le scene che si immaginano per l'installazione (fig. 10). Non è un caso che i disegni siano realizzati con inchiostro rosso, serrati in spazi quasi claustrofobici, con turbini di segni a comporne i volumi. Lì si guarda e si vede già l'installazione, da punti di vista impossibili per l'occhio umano e importantissimi per il progetto.

Nel caso del film *Il Mnemonista*, Paolo Rosa teneva un quaderno di lavoro in cui è possibile vedere lo sviluppo del pensiero che lo ha generato. La stesura di uno *story-board* (fig. 11) realizzato con una tecnica molto personale che si espande nelle pagine prendendo forme libere, in cui è possibile trovare i riferimenti iconografici e persino accenni stilistici che richiamano volutamente i grandi russi contemporanei a Lurija.

Fuori di sé

L'esperienza dell'incontro innescata da lavori legati al territorio si consolida negli anni Duemila e trova una dimensione ideale in una serie di opere che abbiamo chiamato *Portatori di storie*. Sono ambienti sensibili complessi, in cui



Fig. 13. Studio Azzurro, Renzo Piano. Progetti d'acqua, ambiente video e sonoro, Magazzino del sale, Fondazione Emilio e Annabianca Vedova, Venezia, 2018.

appaiono persone proiettate a dimensione leggermente più grande del reale, camminano o si affacciano allo spazio in attesa di attenzione. Se non ne trovano se ne vanno. Se invece i visitatori toccano le figure trattenendole con il loro gesto, esse se ne accorgono, si soffermano, si voltano e iniziano a raccontare. Il gesto è molto semplice, come fermare una persona per salutarla poggiandole la mano sul braccio o sulla spalla. Raccontano luoghi a loro cari, ricostruiscono itinerari, rimappano un territorio secondo la propria esperienza personale, secondo la memoria dei racconti orali. *Sensitive City* è stato il progetto più imponente realizzato con questo formato, una grande installazione per l'Expo di Shanghai dedicata alle città vivibili italiane. Realtà piccole che custodiscono una storia condivisa e forti tradizioni nonostante il turismo e l'avanzamento tecnologico. In questo lavoro si chiedeva alle persone incontrate di raccontare un percorso e ridisegnarlo a mano. Tutte queste tracce riappaiono nella stratificazione delle proiezioni, insieme agli scenari, a ridefinire un immaginario condivisibile con chiunque acceda all'installazione (fig. 12).

Lo sviluppo a cui stiamo lavorando per questo formato vedrebbe la possibilità che i visitatori possano lasciare nuove testimonianze, nuove tracce che rimarranno insieme a quelle da noi raccolte. Un'anticipazione di questa possibilità l'abbiamo realizzata in *Patine e accumuli* (2015) un am-

biente totalmente senza immagini finché qualcuno non lo visita lasciando la propria traccia. È uno dei prossimi obiettivi che comportano un ulteriore arretramento del ruolo registico che si limiterebbe definitivamente a creare le condizioni perché accada qualcosa di generato liberamente dalle persone intorno a un tema, a un oggetto, a una questione presentata. In fondo quello che cerchiamo di ritrovare e ricreare in un ambiente è quella dimensione rituale condivisa attraverso l'espressione artistica che l'uomo cerca e persegue da quando ha concepito il pensiero simbolico. Un pensiero che si è sviluppato anzitutto con il disegno. Ecco perché è stato facile lavorare con l'analogia in un progetto recente che aveva come oggetto proprio il disegno. Nel 2018 ci è stato chiesto di raccontare sedici progetti di

Renzo Piano e di calarli nello spazio meraviglioso del Magazzino del Sale di Fondazione Vedova, a Venezia. Ne è nata una messa in scena (fig. 13) per questo luogo suggestivo che somiglia al ponte di una nave, a una teatro, al ventre di una balena. Una sequenza di otto schermi con diversi gradi di trasparenza, che accoglievano immagini prevalentemente al tratto, digitalizzazioni di disegni originali parzialmente animati e modelli 3D che nuotavano in un ambiente sonoro mobile. Un caso in cui l'interazione è suscitata dall'ambiente stesso senza alcun bisogno di forme di interattività tecnologica. Una dimostrazione di quanto uno spazio potente possa suggerire soluzioni che ci liberano dalle sovrastrutture tecnologiche immergendoci in un ambiente talmente saturo di racconto da chiedere solo di essere esplorato.

Note

[1] Samuel Coleridge esprime magistralmente questo concetto in relazione alla letteratura nel 1817, chiamandolo «*the willing suspension of disbelief*», una volontaria sospensione dell'incredulità [Coleridge 1817].

[2] Affermava Paolo Rosa nei suoi appunti, poi confluiti ne *L'arte fuori di sé, un manifesto per l'età post tecnologica*: «Siamo arrivati a dire che l'opera che si va costruendo non è più quella cosa che si presenta, ma è quella che si costituisce nel momento in cui crea una profonda e fattiva relazione con un interlocutore. Lì si costruisce l'opera. Non è quella che propongo. È quella che viene fuori da questo momento di interazione» [Balzola, Rosa 2011].

[3] "Ambiente sensibile" è la definizione utilizzata da Studio Azzurro per indicare ambienti in cui sia presente l'interattività tecnologica, ma in cui la sua presenza sia non immediatamente percepibile razionalmente. A reagire sono le immagini, le superfici e gli oggetti, non i sensori.

[4] "Interfacce naturali" è l'espressione utilizzata da Studio Azzurro per indicare forme di interazione tecnologica che non passano da interfacce grafiche, ma da uno sviluppo della sensoristica che permette di nascondere completamente la presenza di dispositivi che rendono "sensibili", ovvero interattive, le superfici quotidiane: legno, metallo, sabbia, tessuto...

Crediti

Fotografie Studio Azzurro; Disegni Paolo Rosa (Studio Azzurro)

Autore

Laura Marcolini, Studio Azzurro, lauradelvuoto@studioazzurro.com

Riferimenti bibliografici

Balzola, A., Rosa, P. (2011). *L'arte fuori di sé, un manifesto per l'età post tecnologica*. Milano: Feltrinelli.

Coleridge, S. (1817). *Biographia literaria*. London: Rest Fenner.

Gallese, V. (2017). *Human Perception & the Built Environment. The Role that Mirror*

Mechanisms and Embodied Simulation Play in the Perception of the Built Environment. Vittorio Gallese intervistato da Sarah Robinson in occasione della manifestazione Driehaus Foundation Built Environment Symposium, <<https://youtu.be/us8mMKUilcc>> (consultato il 10 maggio 2019). La trascrizione dell'intervista è disponibile su <https://www.academia.edu/37134702/Intervista_su_Architettura_e_Neuroscienze_con_Sarah_Robinson> (consultato il 10 maggio 2019).

Modelli per la divulgazione del patrimonio culturale: le cupole prospettiche 'di sotto in su' nell'opera di Andrea Pozzo

Leonardo Baglioni, Marta Salvatore

Abstract

Questa ricerca opera nell'ambito della comunicazione e della valorizzazione del patrimonio culturale attraverso la costruzione di modelli fisici capaci di riprodurre procedimenti teorici astratti e renderli accessibili attraverso esperienze visive di interazione diretta. L'ambito di sperimentazione riguarda la prospettiva, in particolare le prospettive di finte cupole emisferiche 'di sotto in su' dipinte da Andrea Pozzo tra Seicento e Settecento. Lo studio presentato approfondisce il rapporto fra vera forma e prospettiva delle cupole, con particolare riferimento al caso di S. Ignazio, attraverso la elaborazione di una teoria che riconduce le diverse immagini prospettiche della cupola ad un unico modello ideale di progetto. L'ipotesi è stata verificata analiticamente attraverso la misura dell'invarianza del birapporto fra gli elementi architettonici dell'ordine che struttura il tamburo della cupola. Questa sperimentazione è stata riprodotta in una installazione che mette in relazione il modello fisico della vera forma della cupola con le sue immagini prospettiche e con l'osservatore. L'installazione, che mostra e dimostra la prospettiva attraverso la prospettiva stessa ha due finalità distinte: la validazione sperimentale delle ipotesi formulate e la loro condivisione esplicita.

Parole chiave: Andrea Pozzo, prospettiva, architetture illusorie, finte cupole, prototipazione.

Introduzione

La comunicazione del patrimonio è una questione centrale oggi in materia di valorizzazione dei beni culturali. Il concetto di valore perde la sua accezione economica per assumere quella di conoscenza e diffusione del sapere che, insieme, concorrono alla valorizzazione del bene. Il flusso della conoscenza veicola attraverso due livelli diversi di condivisione, l'uno relativo alla diffusione dei contenuti nell'ambito di una comunità scientifica al fine di incrementare la conoscenza, l'altro relativo invece alla condivisione dei contenuti con la collettività, per finalità esplicative.

Con il termine bene culturale si intende in generale l'insieme delle testimonianze materiali e immateriali che hanno acquisito nel tempo un certo valore storico. Secondo questa ampia accezione possono essere inclusi nei beni culturali anche

trattati e testi storici, testimoni della conoscenza attraverso la comunicazione scritta di principi e teorie astratte. L'approccio a un testo antico è riservato in generale ai membri di determinate comunità scientifiche, dotati degli strumenti utili per comprenderne a fondo il significato. Questa ricerca intende esplicitare alcune di queste teorie, relative in particolare ai principi proiettivi alla base della rappresentazione prospettica e renderle accessibili attraverso gli strumenti della rappresentazione digitale. L'ambito della rappresentazione appare privilegiato in tal senso, per via della caratteristica, che gli è propria, di veicolare contenuti teorici in forma visiva attraverso la costruzione di modelli, grafici, digitali o fisici. L'interesse per la prospettiva trova ragione nell'attualità del metodo che, oggi come in passato, permea in maniera tra-



Fig. 1. I tre modelli della cupola del Collegio Romano; da sinistra la tela dipinta, il bozzetto ed il trattato (elaborazione grafica degli autori).

sversale le forme di rappresentazione verosimile della realtà, nella sua forma analogica, grafica o fisica, e nelle sue contemporanee forme digitali che spaziano dalla costruzione di una immagine virtuale o di una sequenza renderizzata, alla fotografia, alla fotografia immersiva fino alle più recenti applicazioni di realtà virtuale e aumentata. Ma non solo. Le teorie proiettive alla base della prospettiva generalizzano l'insieme dei metodi della rappresentazione. Come insegnano infatti gli studi condotti da Fiedler [Fiedler 1874] intorno alla metà dell'Ottocento, alla prospettiva, considerata nella sua forma più generale, e cioè solida, possono essere ascritti tutti gli altri metodi della rappresentazione, e pensiamo che ancora oggi questa generalizzazione trovi fondato riscontro. L'esplicitazione dei principi proiettivi alla base del funzionamento della macchina prospettica riguarda, in questa sperimentazione, le finte cupole emisferiche in prospettiva 'di sotto in su' dipinte da Andrea Pozzo a cavallo tra Seicento e Settecento, con particolare riferimento a quella del Collegio Romano.

La ricerca si è articolata intorno a due fasi principali: una prima fase di analisi dei modelli grafici delle cupole in relazione alla vera forma del modello di progetto, che ha condotto all'elaborazione di una teoria prospettica alla base della loro realizzazione; una seconda fase di divulgazione dei risultati. Nel corso della prima fase l'uso di modelli virtuali ha consentito la verifica sperimentale e la validazione delle ipotesi formulate; nella seconda fase invece gli stessi modelli sono

stati oggetto di un'installazione con cui veicolare i risultati raggiunti attraverso un'interazione diretta con la macchina prospettica.

Un modello di progetto per le finte cupole emisferiche

L'idea di modello da sempre permea l'attività del progettista per il quale costituisce lo strumento di controllo, analisi e comunicazione di una forma ideale. Il modello è dunque la rappresentazione di un'idea della quale descrive una parte o un aspetto specifico. Soltanto nel loro insieme e nella loro integrazione i diversi modelli contribuiscono alla definizione di un modello ideale, capace di veicolare l'idea complessiva della forma [Migliari 2004].

Il tema delle finte cupole di Andrea Pozzo, che si è sviluppato verso la fine della sua attività artistica e ne ha sancito la fortuna internazionale, mette in luce il carattere trasversale delle diverse forme di rappresentazione grafica e pittorica utilizzate dall'artista nelle fasi del processo progettuale. Dalle relazioni che è possibile instaurare tra i diversi modelli, si può da un lato esplicitare il *modus operandi* di Pozzo e dall'altro lato dimostrare, per mezzo di verifiche analitiche, la convergenza delle rappresentazioni verso l'idea di un'unica forma architettonica. Nel caso della finta cupola della chiesa di Sant'Ignazio in Roma, inaugurata nel 1685, vero e proprio prototipo della vasta produzione delle cupole dal sotto in su che seguirà negli anni a

venire, sono pervenuti fino a noi tre modelli, ciascuno dei quali finalizzato ad un uso specifico: un bozzetto, conservato presso la galleria del Museo Corsini a palazzo Barberini in Roma, le incisioni del modello grafico della cupola che arricchiscono le pagine dei due tomi del trattato di prospettiva, ed infine la tela dipinta, ancora oggi visibile nella chiesa di Sant'Ignazio [1]. Il bozzetto è il primo dei modelli grafici realizzati da Pozzo. Si tratta di una tela quadrata che misura circa 100 cm di lato dipinta ad olio che prefigura, presumibilmente per la committenza, l'immagine prospettica di quella che sarà la finta cupola. Fedele riproduzione in scala, che riduce di circa sedici volte la dimensione reale, preserva, rispetto alla tela nella chiesa, la medesima prospettiva e un trattamento chiaroscurale affine, caratterizzato da tonalità molto scure, come se si fosse voluto simulare, se non addirittura amplificare, l'effetto scarsamente illuminante delle candeles sull'intradosso illusorio. L'analisi comparativa eseguita su rilievi fotogrammetrici in alta risoluzione della tela e del bozzetto ricondotti, per esigenze di confronto appunto, alla stessa dimensione, palesa la coerenza prospettica fra questi due modelli [2] (fig. 1). Le principali differenze riguardano invece alcuni elementi morfologici relativi all'apparato ornamentale e ai lacunari sulla cupola. Alla realizzazione del bozzetto seguì quella della tela. La finta cupola di Sant'Ignazio ebbe un successo di straordinaria portata, che fece di questo modello un riferimento per diverse riproduzioni a seguire. Fra queste, la chiesa del Gesù a Frascati, quella per la chiesa della Badia in Arezzo e quella della chiesa del Gesù a Vienna, unica ad essere dipinta su di una superficie a doppia curvatura, realizzate tutte nei primi anni del Settecento (fig. 2). L'importanza del progetto della cupola per Sant'Ignazio indusse Pozzo ad inserirne la costruzione in entrambi i tomi del suo trattato di prospettiva, per confrontare l'efficacia dei due procedimenti prospettici che vi sono rispettivamente descritti [Pozzo 1693; Pozzo 1700]. In entrambi i tomi la costruzione della prospettiva passa per la rappresentazione in pianta e alzato [3] (fig. 3). Questo *modus operandi*, comune a tutti i casi studio descritti nel trattato e perciò trasversale, evidenzia il carattere spiccatamente progettuale dell'operato di Pozzo, in cui la rappresentazione prospettica della forma deriva da un progetto architettonico ben preciso che, come osserva lo stesso Pozzo, inevitabilmente la precede [Mancini, Fasolo 2018].

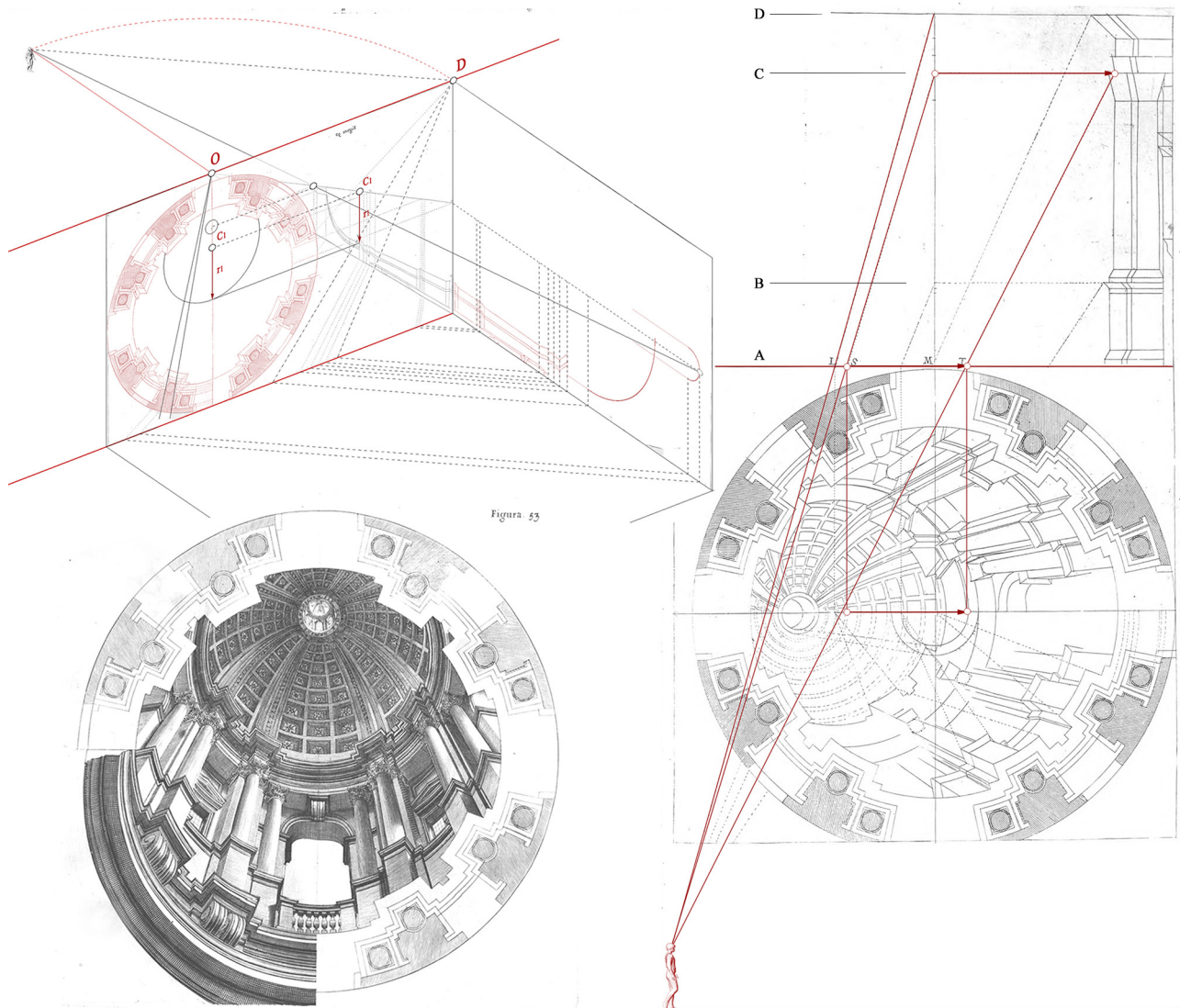
«Come per inventar somiglianti disegni non si richiede nel Pittore minor peritia d'Architettura, che in un Architetto per alzar fabbriche di rilievo» [Pozzo 1693, Figura Sessantesimottava].

Il modello del trattato è l'ultimo in termini di tempo ad essere realizzato. Sebbene riproduca in maniera esplicita



Fig. 2. Le finte cupole della badia delle SS. Flora e Lucilla ad Arezzo (sopra) e della chiesa del Gesù di Vienna (fotografie degli autori).

Fig. 3. La costruzione della prospettiva della cupola con le regole del trattato (elaborazione grafica degli autori).



la cupola del Collegio Romano con lo scopo dichiarato di preservarne futura memoria, presenta alcune differenze rispetto alla tela e al bozzetto Corsini.

«La cupola che qui vedete, avrà senza dubbio vita più lunga di quella, che io sopra un telaro piano grandissimo, dipinsi l'anno 1685 nella chiesa di S. Ignazio del Collegio Romano. Pertanto se quella disgratiatamente si guastasse, per mezzo di questa si potrà rifare meglio di prima» [Pozzo 1693, Figura Novantesimaprima].

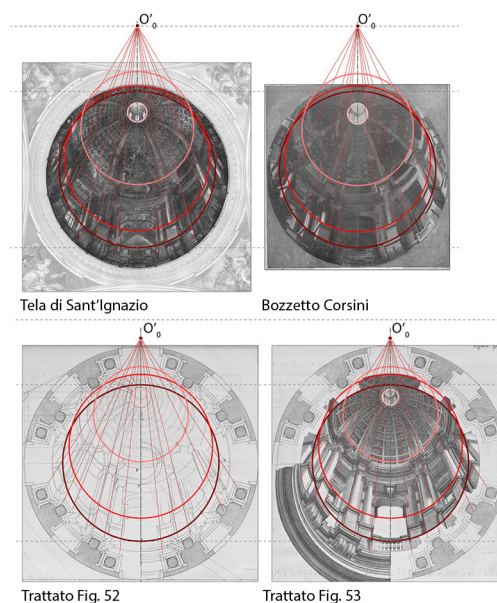
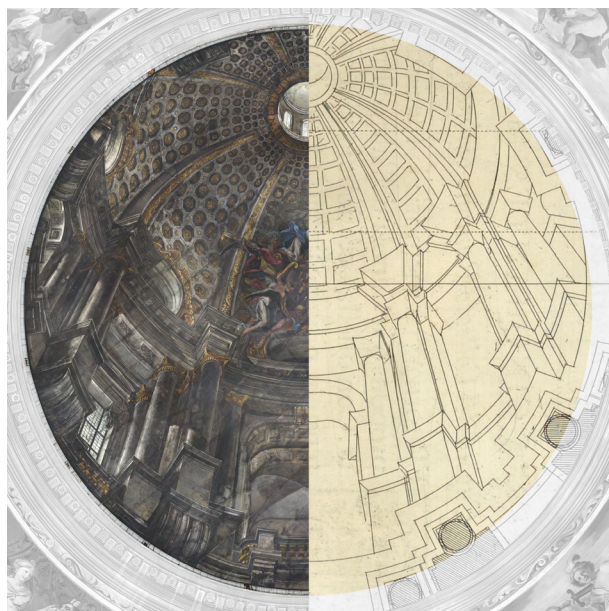
Queste differenze riguardano in particolare la posizione del punto principale e la profondità del tamburo. In tutti i testimoni il punto principale è allineato secondo la direzione che avrebbe avuto l'asse della cupola se fosse stato rappresentato nella prospettiva, ma nelle incisioni del trattato risulta più vicino al centro della circonferenza d'imposta; la profondità del tamburo invece è maggiore nelle incisioni del trattato rispetto alla tela e al bozzetto Corsini (fig. 4).

A fronte di una rigorosa coerenza morfologica riscontrata nell'articolazione delle parti dell'ordine architettonico che struttura la cupola in tutti e tre i modelli grafici, ci si è interrogati sulla possibile vera forma dello spazio illusorio rap-

presentato, alla ricerca della coerenza formale fra il modello teorico di progetto e i modelli grafici in questione [4]. Se la prospettiva dilata e contrae uno stesso spazio rappresentato, ci chiediamo quali siano le relazioni che sussistono fra i diversi modelli prospettici delle cupole, e se sia possibile ipotizzare l'esistenza di un unico modello architettonico a cui tutte queste immagini prospettiche alludono. A tale scopo è stata ricostruita la vera forma della cupola, scegliendo il bozzetto Corsini fra tutti i testimoni pervenuti, perché autografo e perché, come già detto, prototipo dei modelli a seguire. Altre ragioni che motivano la scelta del bozzetto in luogo della tela, sono dovute alle diverse manipolazioni subite dall'opera nel corso del tempo per via dei numerosi interventi di restauro [Pascoli 1736, pp. 245-276; Baldinucci 1975, pp. 315-326; Carta 1996].

Restituire una prospettiva significa ripercorrere a ritroso il processo che ha generato l'immagine prospettica e definire spazialmente le forme in essa rappresentate. Si tratta di un problema indeterminato che può trovare soluzioni diverse in ragione di ipotesi formulate sulla base di interpretazioni di natura architettonica.

Fig. 4. L'analisi prospettica dei tre modelli della cupola. A sinistra il confronto tra la tela e il trattato (elaborazione grafica degli autori).



Nel caso generale delle prospettive architettoniche non è sempre possibile restituire una forma verosimile allo spazio rappresentato perché spesso l'opera pittorica è concepita in chiave prospettica e non architettonica. Così la restituzione prospettica degli spazi dipinti altera spesso le proporzioni degli oggetti rappresentati con esiti incoerenti con la realtà fisica che ci si aspetta [Baglioni, Fasolo, Migliari 2016]. Il caso di Pozzo però esula a nostro avviso da queste considerazioni. La natura spiccatamente progettuale che permea prepotentemente le pagine del trattato legittima l'avventurarsi nell'ambito delle ipotesi ricostruttive della vera forma, alla ricerca dell'idea originale di progetto.

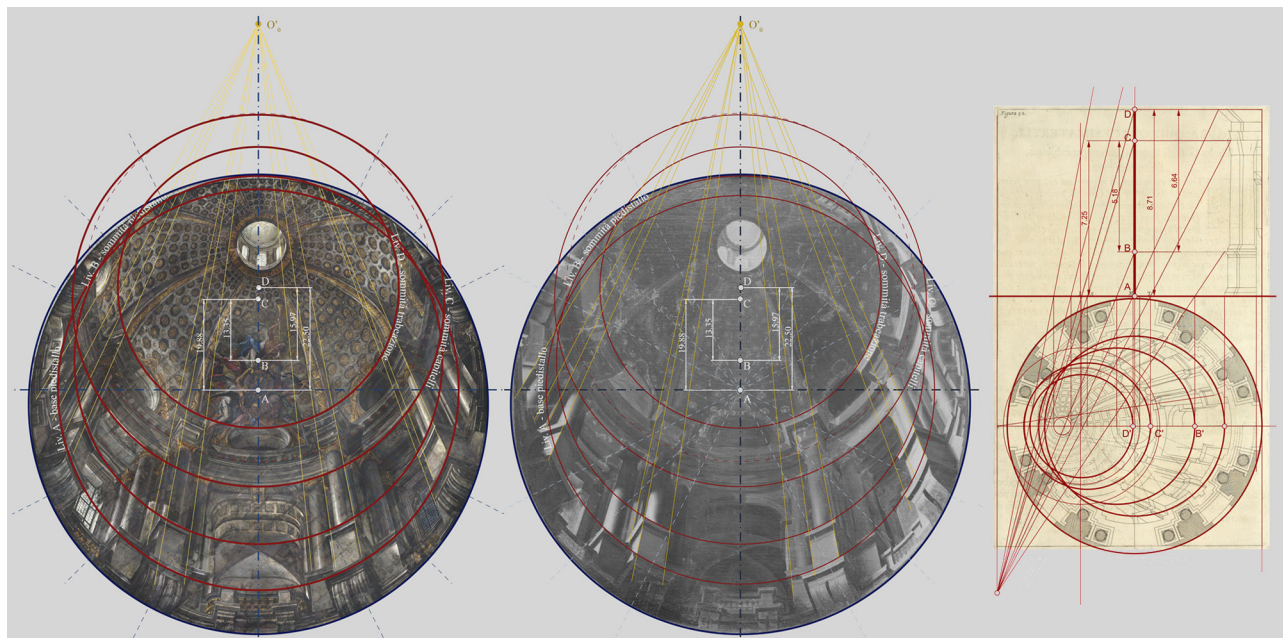
In una prospettiva dal sotto in su il piano di quadro è orizzontale e la restituzione diviene un problema complesso poiché vengono a mancare gli elementi che normalmente sono utilizzati come riferimento per la ricostruzione dei punti della distanza, come ad esempio le basi quadrate delle colonne. Nei casi in questione il problema è amplificato dalla impossibilità di lettura della circonferenza d'imposta della volta, occlusa, in tutti i modelli prospettici, dalla cornice sporgente dei mensoloni aggettanti.

Per ricostruire dunque la vera forma della cupola si è ipotizzato che questa dovesse essere conforme ai disegni dell'alzato pubblicati nelle incisioni del trattato. Su questi è stato verificato il proporzionamento degli elementi dell'ordine del tamburo della cupola, relativi al basamento, alla colonna e alla trabeazione, con l'intento di verificarne l'invarianza nei diversi modelli prospettici.

La verifica può essere eseguita perché in una prospettiva a quadro orizzontale è possibile ricostruire, sulla prospettiva dell'asse di rivoluzione, i centri dei cerchi che si mantengono in vera forma, disposti alle diverse quote corrispondenti agli elementi dell'ordine architettonico.

Esiste un particolare tipo di rapporto tra le lunghezze di tre segmenti allineati che rimane costante in seguito ad una o più operazioni di proiezione: il birapporto. La prospettiva di tre segmenti allineati e contigui, AB, BC e CD ne altera le lunghezze oggettive e i rapporti derivati dal confronto di un segmento con l'altro. Il birapporto, che si misura attraverso il rapporto fra i rapporti semplici $(AC/BC)/(AD/BD)$, è un'invariante proiettiva e per tale ragione rimane costante indipendentemente dal tipo e dal numero di trasformazioni

Fig. 5. Il calcolo del birapporto nelle prospettive della tela, del bozzetto e del trattato (elaborazione grafica degli autori).



proiettive che vengono applicate. I valori invarianti del birapporto, che misura circa 1.064 nel caso del bozzetto Corsini, 1.066 nel caso del trattato ed infine 1.072 nel caso della tela [5] hanno dimostrato il medesimo proporzionamento degli elementi dell'ordine (fig. 5). Risulta dunque legittima l'ipotesi che vede le prospettive architettoniche della cupola come immagini di uno stesso modello architettonico osservate da centri di proiezione diversi. La differenza dunque è nello scorcio prospettico, e cioè nella posizione del punto di vista, determinato dal punto principale e dalla distanza principale. L'analisi dell'invarianza del birapporto è stata anche applicata al caso della finta cupola della tela di Arezzo restituendo risultati che avvalorano l'ipotesi. Basato su un'invarianza pro-

iettiva, il metodo proposto ha validità generale e può essere applicato anche a casi di finte cupole su impianto poligonale o dipinte su superfici a doppia curvatura, come la cupola del Gesù di Vienna [6].

La verifica analitica dell'invarianza del birapporto ha dimostrato dunque l'esistenza di un modello ideale di riferimento, proporzionato secondo l'ordine architettonico, coerente con le rappresentazioni in vera forma della cupola del trattato, al quale i tre modelli possono essere ricondotti.

Con l'intento di verificare da un punto di vista proiettivo tale teoria è stata eseguita una restituzione virtuale dei rapporti prospettici che sussistono fra il modello ideale della cupola, le sue rappresentazioni prospettiche e la posizione dell'os-

Fig. 6. La restituzione del modello ideale della cupola (elaborazione grafica degli autori).

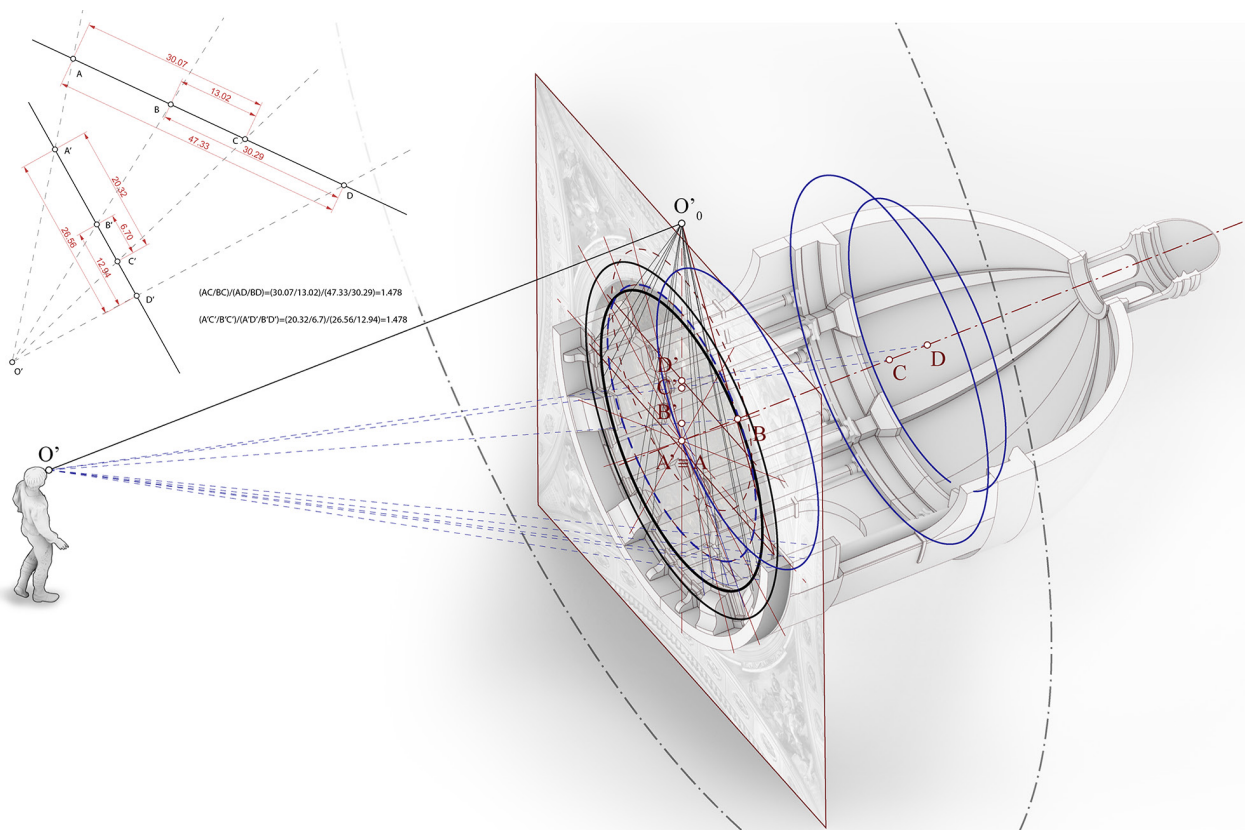
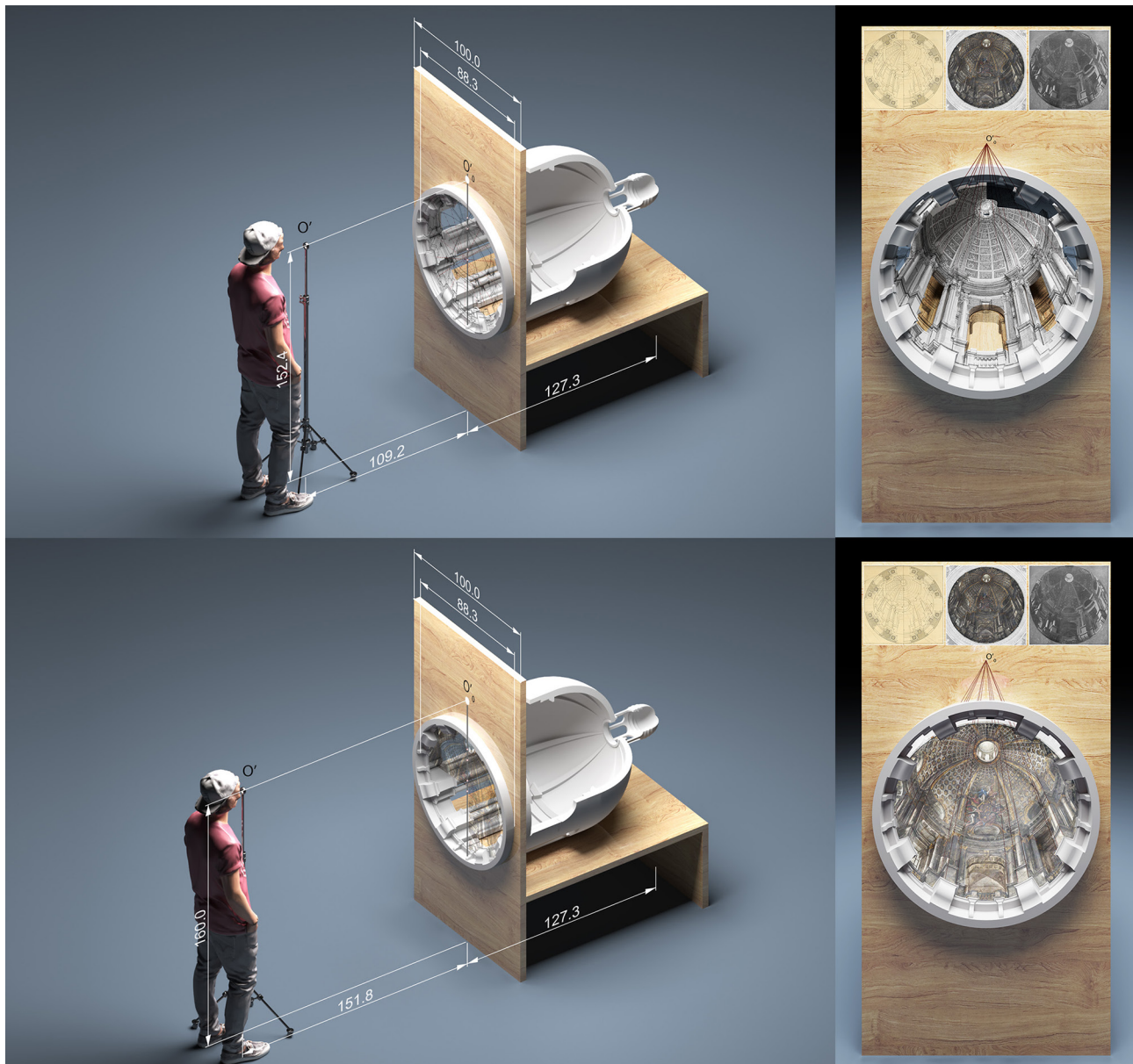


Fig. 7. Il progetto di allestimento della macchina prospettica (elaborazione grafica degli autori).



servatore. L'efficacia di questa simulazione ha portato alla realizzazione di una installazione attraverso la quale validare sperimentalmente questa teoria (fig. 6).

L'esplorazione della macchina prospettica

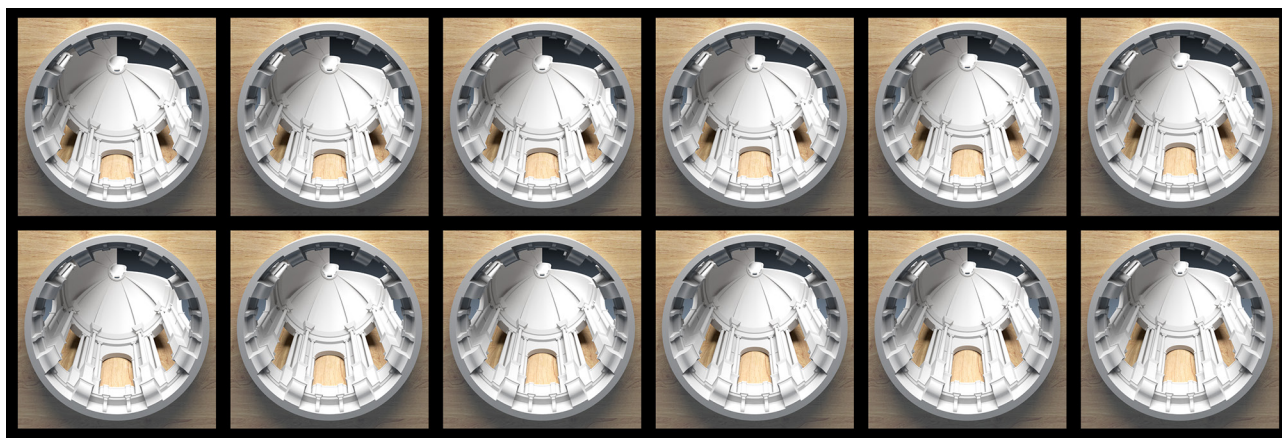
Il modello della vera forma della finta cupola è stato oggetto di una installazione prospettica concepita con due finalità legate fra loro ma distinte. La prima rivolta a validare e verificare sperimentalmente la teoria elaborata, finalizzata alla condivisione dei risultati nell'ambito della comunità scientifica; la seconda finalizzata invece alla comunicazione di tale teoria ad un pubblico più ampio e inesperto, attraverso un'installazione capace di descrivere la prospettiva attraverso un modello fisico con cui interagire per partecipare appieno del funzionamento della macchina prospettica.

L'installazione riproduce la relazione proiettiva in essere fra il modello teorico di progetto della cupola ideale e i modelli grafici che ne sono le diverse prospettive. Progettata in grandi dimensioni ma realizzata al momento in forma prototipale con tecniche *low cost* di *rapid prototyping*, questa riproduce il modello ideale di progetto della cupola disposto orizzontalmente in modo da poter essere osservato senza dover necessariamente alzare lo sguardo. A livello del piano d'imposta della cupola sono disposte le prospettive dei modelli grafici delle cupole dipinte, impresse su dischi trasparenti intercambiabili. Ad ognuna di queste immagini corrisponde un

determinato punto di vista. L'osservazione dei diversi modelli grafici dal relativo centro di proiezione dimostra il perdurare dell'illusione verificando di volta in volta la coerenza del modello grafico con l'immagine prospettica che si produce naturalmente osservando, dallo stesso centro di proiezione, il modello fisico di progetto della cupola (fig. 7).

Intesa nel suo significato più generale, che esplora il funzionamento della macchina prospettica, l'installazione esprime il rapporto fra lo spazio affine, e cioè lo spazio reale rappresentato dal modello fisico, e il caso particolare della prospettiva lineare che gli corrisponde. Per comprendere le relazioni proiettive che sussistono fra lo spazio reale e una sua prospettiva è utile osservare la macchina prospettica da due punti di vista diversi. Quello dell'osservatore, che è interno alla prospettiva e che apprezza appieno l'inganno prospettico, e quello di uno spettatore esterno che comprende invece le ragioni dell'inganno. Questa duplice modalità di osservazione consente di sperimentare i parametri che definiscono lo scorcio in prospettiva e che dipendono, come illustrato, dalla distanza principale e dalla posizione del centro di proiezione. Una osservazione esterna palesa infatti queste variazioni, apprezzabili dagli spostamenti fisici dell'osservatore, mentre una osservazione interna consente di esplorare gli effetti prospettici di contrazione e dilatazione caratteristici dello spazio proiettivo. Allontanandosi dal quadro infatti lo spazio prospettico riduce la sua profondità, l'angolo di campo diminuisce, come usando un teleobiettivo, facendo apparire la prospettiva più schiacciata. Immaginan-

Fig. 8. Gli effetti prospettici di contrazione e dilatazione dello spazio proiettivo (elaborazione grafica degli autori).



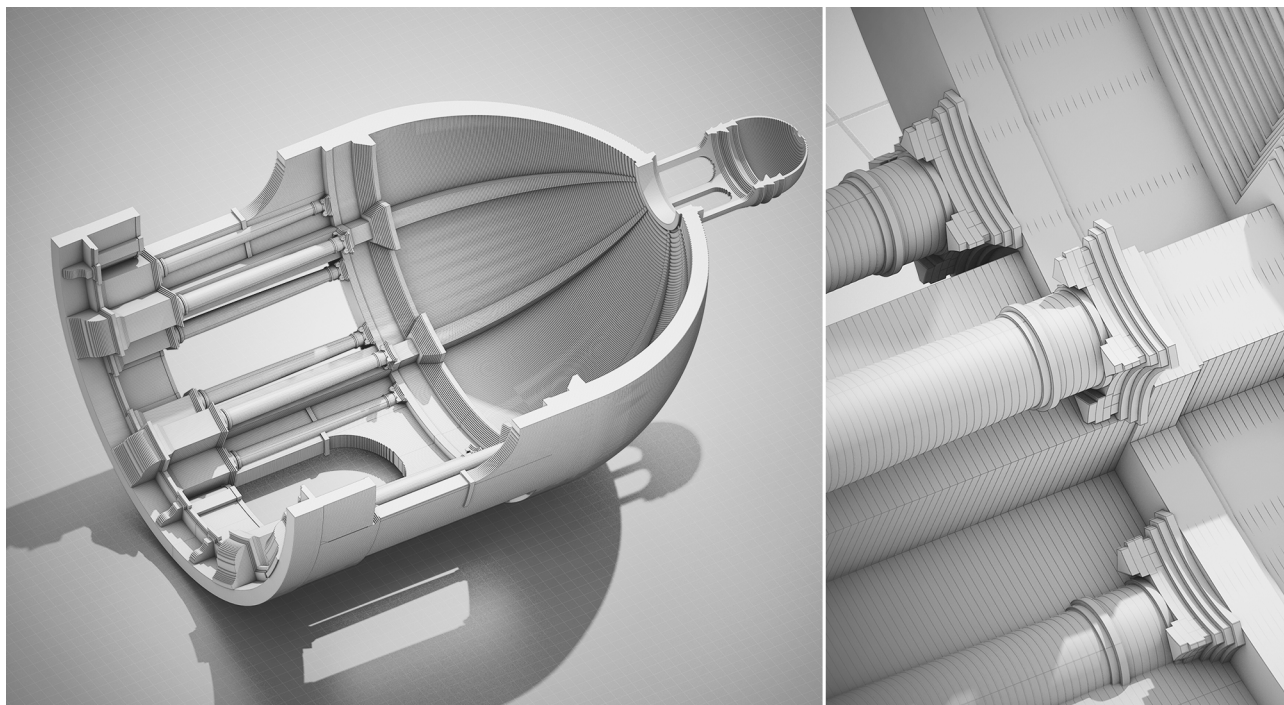


Fig. 9. Progetto di prototipazione del modello della cupola a grande scala con tecniche di laser cutting (elaborazione grafica degli autori).

do di potersi allontanare sino a raggiungere una distanza infinita dal quadro si arriva ad una condizione limite in cui la proiezione dello spazio diventa parallela. Impossibile da riprodurre nella realtà fisica, questa simulazione trova agile riscontro nelle riproduzioni virtuali dinamiche della macchina prospettica (fig. 8).

In prospettiva, tanto maggiore è la dimensione dell'installazione, tanto più efficace risulta l'interazione. Per questo motivo il progetto ne prevede la realizzazione in dimensioni tali da accogliere l'osservatore amplificando così il potere illusorio della prospettiva. Allo scopo è al momento in fase di progettazione la prototipazione del modello in legno con tecniche di realizzazione *laser cutting* che consentono, per assemblaggi di *layer* successivi, la costruzione di modelli di grandi dimensioni [7] (fig. 9). Per misurare gli effetti della tela dipinta in maniera ottimale, il modello dovrebbe essere ospitato nei locali della chiesa di S. Ignazio, per poter meglio

apprezzare, dal confronto con il modello reale, gli effetti prodotti dalla variazione dello scorcio.

Il prototipo, realizzato in dimensioni ridotte, è stato sperimentato in contesti accademici, a supporto della verifica della teoria proposta ed è stato recentemente esposto alla *Maker Faire* 2018 tenutasi a Roma (fig. 10), dove ha suscitato particolare interesse, stimolando una sorprendente curiosità e la partecipazione attiva di un pubblico eterogeneo e particolarmente giovane.

Conclusioni

La ricerca ha voluto proporre un metodo di analisi e studio delle cupole 'di sotto in su' che si fonda sull'invarianza proiettiva del birapporto per dimostrare la sussistenza di un unico modello di progetto di cui le diverse prospettive architettoniche sono immagini. La generalità del metodo ne consente



Fig. 10. Immagine dalla recente Maker Faire 2018 di Roma (fotografie degli autori).

l'applicazione ad altri tipi di cupole, al momento in corso di studio, come quelle su impianto poligonale o dipinte su superfici a doppia curvatura.

La sussistenza di un modello ideale alla base delle cupole dal sotto in su, rafforza il duplice carattere progettuale dell'opera teorica e pratica di Pozzo, che immagina e descrive i modelli architettonici dello spazio a tre dimensioni attraverso disegni di progetto in pianta e alzato, ma che allo stesso tempo progetta in chiave scenografica, per mezzo di rappresentazioni in prospettiva, le architetture illusorie. Caratteristica dell'attività progettuale di Pozzo, l'idea di modello permea la ricerca in tutte le sue fasi, dall'analisi all'elaborazione critica, fino alla comunicazione dei contenuti. Questa idea anima infatti la definizione delle geometrie della cupola, alla ricerca del suo modello ideale a partire dalla lettura critica dei relativi modelli grafici; caratterizza la fase di restituzione riproducendo logiche proiettive statiche e dinamiche alla base del funzionamento della

macchina prospettica; esplicita infine, nella loro forma fisica, attraverso l'installazione proposta, le relazioni che sussistono fra il modello ideale della cupola, il suo modello grafico e l'osservatore.

Oggi la rappresentazione digitale consente di operare con modelli eterogenei, di relazionarli tra loro, e di riprodurli con continuità nella loro forma fisica. Queste diverse declinazioni dell'idea di modello dimostrano come questo sia stato e continui ad essere uno strumento privilegiato di trasmissione della conoscenza, capace di rivolgersi ad un pubblico anche eterogeneo traducendo in un linguaggio semplice ed esplicito teorie proiettive difficilmente accessibili.

Questo lo scopo principale dell'installazione proposta, che vuole dimostrare la prospettiva attraverso il linguaggio della prospettiva stessa, proponendone una fruizione da spettatore esterno, che guarda da fuori i procedimenti descritti oppure da osservatore interno, che invece è parte integrante del processo proiettivo.

Note

[1] Esiste testimonianza di un secondo bozzetto, di cui parla Lina Montalto nei suoi studi sull'argomento, conservato per lungo tempo presso la sagrestia della chiesa di Sant'Ignazio, che al momento non risulta reperibile [Montalto 1962].

[2] La tela dipinta e il bozzetto Corsini sono stati acquisiti con riprese panoramiche fotogrammetriche in alta risoluzione, raddrizzate per mezzo di punti di controllo acquisiti con strumenti topografici.

[3] La prima regola descritta da Pozzo insegna a costruire la prospettiva attraverso la degradazione della pianta e dell'alzato. Queste due immagini degradate e associate nello spazio su piani fra loro perpendicolari,

consentono la costruzione della prospettiva per intersezione delle linee di richiamo passanti per punti corrispondenti. La seconda regola invece prevede di proiettare pianta e alzato sul quadro, rappresentato anch'esso in pianta e alzato. Per approfondimenti sui metodi di costruzione della prospettiva descritti da Pozzo si veda lo studio degli autori dal titolo *Andrea Pozzo e la finta cupola di S. Ignazio in Roma* [Baglioni, Salvatore 2019].

[4] Nei tre modelli della cupola del Collegio Romano ricorre la stessa articolazione che vede il tamburo diviso in otto parti, scandite da colonne binate inframezzate da una colonna aggettante su mensoloni a sbalzo, che inquadrano un arco centrale e delle finestre laterali, diverse di volta in volta nei singoli casi.

[5] L'incertezza delle misurazioni è attribuibile alle differenti dimensioni fisiche dei tre modelli analizzati.

[6] Nel caso della finta cupola della chiesa del Gesù a Vienna, il birapporto potrà essere calcolato direttamente sulla prospettiva del dipinto, realizzata dal centro di proiezione, utilizzando i centri

delle ellissi per l'individuazione dei segmenti allineati sull'asse di rivoluzione.

[7] Questa tecnica è stata utilizzata da Mario Botta nel 1999, per l'allestimento che riproduce in scala la chiesa di San Carlo alle Quattro Fontane di Francesco Borromini sulle rive del lago di Lugano, in Svizzera.

Autori

Leonardo Baglioni, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma, leonardo.baglioni@uniroma1.it
Marta Salvatore, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma, marta.salvatore@uniroma1.it

Riferimenti bibliografici

Baglioni, L., Fasolo, M., Migliari, R. (2016). Sulla interpretazione delle prospettive architettoniche. In S. Bertocci, M. Bini (a cura di). *Le ragioni del disegno. Pensiero, forma e modello nella gestione della complessità/ The reasons of Drawing. Thought, Shape and Model in the Complexity Management*. Atti del 38° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/XIII Congresso UID. Firenze, 15-17 settembre 2016, pp. 1027-1032. Roma: Gangemi editore.

Baglioni, L., Salvatore, M. (2019). Andrea Pozzo e la finta cupola di S. Ignazio in Roma. In A. De Rosa (a cura di). *Roma Anamorfica*, pp. 220-235. Ariccia: Aracne.

Baldinucci, F.S. (1975). *Vite di artisti dei secoli XVII-XVIII. Trascrizione, note, bibliografia e indici a cura di Anna Matteoli*. Roma: De Luca editore.

Carta, M. (1996). Le finte cupole. In V. De Feo, V. Martinelli (a cura di). *Andrea Pozzo*, pp. 54-65. Milano: Electa.

Fiedler, G. (1874). *Trattato di Geometria descrittiva*. Firenze: Successori Le Monnier.

Mancini, M., Fasolo, M. (2018). Andrea Pozzo "architetto" e il suo progetto

"architettonico" per la volta della chiesa di S. Ignazio. In R. Salerno (a cura di). *Rappresentazione Materiale/Immateriale/Drawing as (in)tangible*. Atti del 40° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/XV Congresso UID. Milano 13-15 settembre 2018, pp. 553-562. Roma: Gangemi editore.

Migliari, R. (a cura di). (2004). *Disegno come modello*. Roma: Kappa.

Montalto, L. (1962). La storia della finta cupola di S. Ignazio. In *Capitolium*, n. 6, anno XXXVII, pp. 393-405.

Pascoli, L. (1736). *Vite de' pittori, scultori ed architetti moderni*. Vol. II. Roma: per Antonio de' Roffi nella Strada del Seminario Romano.

Pozzo, A. (1693). *Perspectiva pictorum et architectorum/Prospettiva de' pittori e architetti*. Parte prima. Roma: Stamperia di Gio. Giacomo Komarek Boëmo all'Angelo Custode.

Pozzo, A. (1700). *Perspectiva pictorum et architectorum/Prospettiva de' pittori e architetti*. Parte seconda. Roma: Stamperia di Gio. Giacomo Komarek Boëmo alla Fontana di Trevi.

Análisis diacrónico de algunos espacios urbanos de Valencia mediante el uso de la refotografía

Martín Benlloch-Moya, Pedro M. Cabezos-Bernal, Juan J. Cisneros-Vivó

Resumen

El principal objetivo de este trabajo de investigación es la aplicación y el estudio de la técnica fotográfica de la refotografía, consistente en volver a tomar una fotografía desde el mismo punto de vista que otra que fuera tomada en el pasado, con el fin de analizar la evolución en el tiempo de la escena fotografiada. Para ello se ha llevado a cabo una recopilación de fotografías antiguas de diversos escenarios urbanos de la ciudad de Valencia y a partir de ellas se ha realizado un concienzudo análisis gráfico aplicando las leyes de la perspectiva para poder restituir con precisión el punto de vista de cada una de las fotografías con el fin de realizar las refotografías actuales con la mayor precisión posible. Esto nos ha permitido realizar un estudio comparativo entre las fotografías tomadas en la actualidad y las fotografías históricas recopiladas en los archivos históricos para analizar la transformación que han sufrido estos diferentes escenarios urbanos a lo largo de la historia. Con el resultado gráfico de este estudio se pretende despertar el interés del espectador, que puede analizar por sí mismo y de manera evidente esta evolución, lo que ayuda también a recuperar la memoria histórica de lugares que ya han desaparecido o han sufrido una profunda transformación.

Palabras clave: Refotografía; perspectiva; restitución fotográfica; análisis diacrónico.

Introducción

Se entiende por refotografía el acto de volver a realizar una fotografía desde el mismo punto de vista que otra tomada con anterioridad, con la finalidad de captar los cambios producidos por el paso del tiempo, por lo que constituye una magnífica herramienta para analizar la evolución de un lugar específico, un edificio o una ciudad. El reto que se plantea tiene una doble vertiente; por un lado, se debe conseguir que la fotografía actual concuerde exactamente con la estudiada y, por otro, se debe interpretar correctamente el proceso evolutivo teniendo en cuenta el contexto. Para lo primero, existen diferentes técnicas y estudios, sobre los que se va a profundizar a lo largo de este mismo trabajo. Para lo segundo, es necesario conocer de primera mano la realidad que se está fotografiando, así

como tener la sensibilidad necesaria para comparar adecuadamente ambas instantáneas.

La estrategia adoptada tiene sus fundamentos en los trabajos del fotógrafo norteamericano Mark Klett, tras la publicación de *Second view*, un vasto proyecto que consistía en refotografiar los paisajes del oeste norteamericano a partir de instantáneas de mediados del siglo XIX [Klett 1984]. Esta obra ha contribuido en gran medida a definir el concepto de la refotografía tal y cómo se entiende hoy en día y su visión personal ha servido de guía en el desarrollo de este trabajo, en donde la refotografía se contempla como una experiencia sensorial que va más allá de la simple comparación de imágenes, en la que el observador ha de tomar una posición activa y donde experimentar y

conocer el lugar retratado son fundamentales para que la experiencia sea completa [1].

Las Imágenes históricas

La primera etapa del proceso se basa en la búsqueda y selección de las fotografías antiguas que servirán de punto de partida para el estudio comparativo. Las imágenes históricas que se han utilizado en este trabajo para analizar la evolución de los espacios urbanos de Valencia provienen de tres fuentes distintas: las fotografías de Jean Laurent realizadas en 1870 y publicadas por Huguet-Chanzà [Huguet-Chanzà 2003], las de Lèon et Lèvy de 1888 publicadas también por Huguet-Chanzà [Huguet-Chanzà 1996] y las pertenecientes a la colección Díaz Prósper publicadas por Cancer-Matinero [Cancer-Matinero 2011]. También se ha realizado un estudio sobre una litografía a vista de pájaro de la ciudad llevada a cabo por el litógrafo y arquitecto francés Alfred Guesdon en 1853 que, pese a no ser una fotografía, es un trazado en perspectiva realizado con una encomiable rigurosidad.

La restitución del punto de vista

En el proceso de la refotografía adquiere gran importancia la restitución fotográfica de los elementos presentes en las proyecciones que constituyen la fotografía. A partir de cierta foto, que se podrá considerar como una perspectiva cónica siempre que se apliquen unas pequeñas rectificaciones, y conociendo algunos datos geométricos del elemento representado, tales como condiciones de ortogonalidad y ciertas dimensiones del mismo, es posible obtener las condiciones originales en que fue tomada dicha foto. Se podrá conocer de este modo la posición de la cámara, distancia al sujeto fotografiado, altura y dirección del eje principal.

Como ya se ha comentado, para que una fotografía pueda ser equiparada a una perspectiva cónica es necesario introducir una serie de rectificaciones en la misma con la finalidad de eliminar ciertas distorsiones geométricas que provocan los actuales equipos fotográficos. Las principales aberraciones ópticas presentes en la fotografía moderna son las distorsiones radiales, las distorsiones tangenciales y las aberraciones cromáticas. Sin embargo, las únicas que tienen una repercusión considerable en el proceso de la

Fig. 1. Restitución del punto de vista en una fotografía de plano del cuadro vertical.



restitución son las radiales [Cabezos-Bernal, Cisneros-Vivó 2013]. Será necesario realizar una corrección de las mismas para que la restitución geométrica sea rigurosa y para ello se puede hacer uso de diversos softwares informáticos. Sin embargo, en las imágenes históricas, la distorsión suele ser muy baja, debido a que las cámaras fotográficas de este periodo utilizaban la zona central de la lente para formar la imagen, lo que producía una distorsión radial mínima y el resultado de las restituciones es bastante preciso a pesar de no llevar a cabo estas correcciones.

De este modo podemos conocer con exactitud el punto desde donde fue tomada la fotografía original, situarlo sobre un plano y proceder a realizar una foto actual con las mismas características. En el desarrollo del trabajo se ha realizado la restitución de diversas fotografías, todas ellas de características distintas y sobre las que por tanto se han tenido que aplicar procedimientos diferentes [2]. Puede verse el proceso gráfico empleado para la restitución del punto de vista mediante el análisis de los puntos de fugas de aristas ortogonales de la escena en el caso de una fotografía de plano del cuadro vertical (fig. 1) y en una de plano del cuadro oblicuo (fig. 2).

La evolución urbana y el análisis diacrónico

El trabajo muestra algunos ejemplos pertenecientes al centro histórico de Valencia, en los que a través de la comparación entre las imágenes históricas y las refotografías actuales se analizará la evolución que han sufrido estos espacios. El primer escenario a analizar es el Tribunal Superior de Justicia de Comunidad Valenciana. El edificio fue construido a mediados del siglo XVIII, situándose junto a la antigua Puerta del Mar, en el límite interior del desaparecido recinto amurallado. El edificio de planta rectangular contiene dos patios internos separados por una gran escalera central de tipo imperial que da acceso al primer piso. Su exterior, de austero estilo neoclásico, destacan la balaustrada superior que rodea todo el perímetro, los balcones de la planta principal con frontones alternados rectos y curvos y las grandes pilastras de piedra que completan la fachada junto un muro de ladrillo, que en las primeras crujías desde las esquinas es también de piedra. Se ha utilizado como punto de partida una fotografía anónima de 1888 [Cancer-Matinero 2011]. Aplicando los procedimientos geométricos ha sido posible encontrar de un modo bastante preciso el punto de vista. En este caso la

Fig. 2. Restitución del punto de vista en una fotografía de plano del cuadro oblicuo.



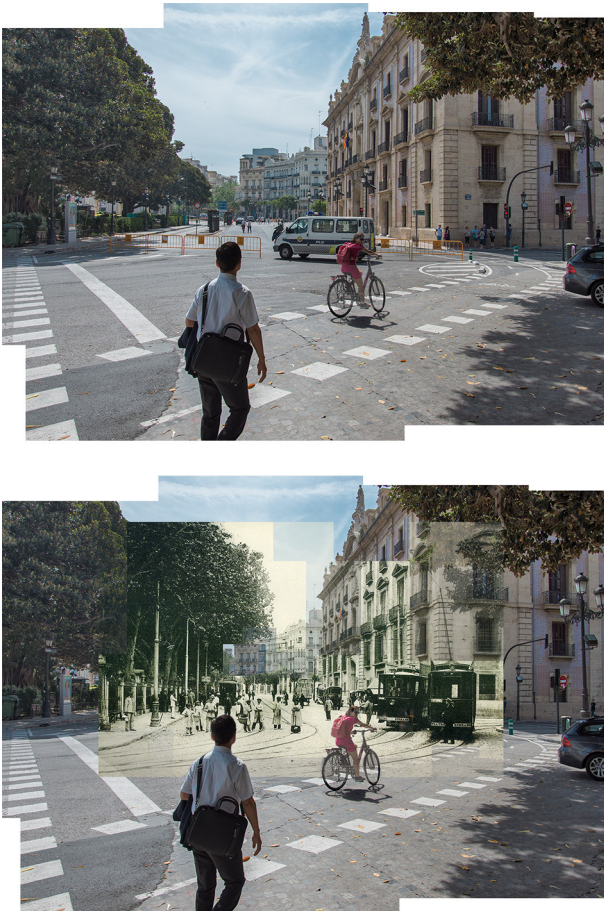
Fig. 3. Tribunal Superior de Justicia de la Comunidad Valenciana 1888-2018.



imagen del edificio en la refotografía actual es casi idéntica a la de la original. En el fotomontaje realizado (fig. 3) comprobamos que el edificio ha permanecido prácticamente invariable a lo largo de más de 120 años. Se ha jugado con un efecto de transparencia por bandas para ver que todos los elementos de la fachada exterior coinciden perfectamente salvo algunos detalles menores.

La invariabilidad del propio edificio contrasta con el cambio sufrido por el entorno circundante. En la parte izquierda de la fotografía histórica se puede observar un pequeño camino flanqueado por árboles que se corresponde sin duda a los orígenes de la Calle Colón. La posición estratégica del lugar, en la entrada este de la ciudad y en directa relación con el puerto, lo va a convertir en un punto nodal de las comunicaciones que irá evolucionando hasta convertirse a día de hoy en la rotonda de la puerta del mar; la cual marca el inicio de la primera gran circunvalación del centro histórico de Valencia, calles Colón, Játiva y Guillén de Castro. La evolución de este escenario ha sido analizada a su vez a través de otra fotografía, tomada desde una perspectiva distinta y en un momento intermedio a los dos anteriores. Se corresponde con una imagen extraída de Aleixandre [Aleixandre, Serra, Catalá 1998], de autor y fecha desconocidos, pudiéndose estimar por el escenario y la vestimenta que fuera tomada en la década de 1920. El edificio se mantiene sin cambios, siendo de nuevo el entorno urbano el que presenta notables diferencias. La evolución de este es ya notable respecto al año 1888: la calle ha sido ya asfaltada, quedando incluso definida la delimitación entre calzada y acera. Destaca la presencia de personas y distintos medios de transporte que, si bien en la anterior imagen quedaban en un segundo plano, en esta son los absolutos protagonistas de la misma. Entre ellas cobran fuerza las diversas líneas de tranvía alrededor del edificio, que muestran el consolidado entramado urbano de Valencia con edificios de fondo, al otro lado de la Calle Colón, que perduran hoy en día. En el montaje realizado a partir de dicha imagen (fig. 4) se ha hecho uso de las transparencias para destacar los aspectos que se consideran más importantes. Por un lado, se puede apreciar que tanto el Tribunal de Justicia como los ya comentados edificios del fondo han permanecido invariables, no ocurriendo lo mismo con el límite del parque de "La Glorieta", que ha retrocedido varios metros, cediendo este espacio a la calzada, denotando que la llegada del automóvil a las ciudades provoca que estas se tengan que adaptar a sus necesidades, las calles dejan de ser un espacio al servicio de los peatones, para

Fig. 4. Tribunal Superior de Justicia de la CV ca.1920-2018.



empezar a formar parte de un sistema que da prioridad a los coches, cediéndoles una importante parte del valioso suelo urbano, tanto para su circulación como para su estacionamiento, cambiando de forma drástica la fisonomía de la ciudad moderna.

Otro de los lugares motivo de estudio es la Plaza de la Almoina, situada en el corazón del centro histórico, junto a la Catedral, la basílica de la Virgen de los Desamparados y el Palacio Arzobispal. En ella podemos descubrir los cimientos secretos de Valencia: su superficie esconde el mayor yacimiento arqueológico de la ciudad, con más de 2000 años de antigüedad, lo que la convierte en la plaza más longeva y en una inestimable fuente de información sobre nuestros orígenes.

El montaje fotográfico realizado (fig. 5) pretende reflejar la evolución que ha sufrido este lugar mediante la superposición de la fotografía del editor J. Laurent, realizada en 1870 con la refotografía actual, que se ha intentado tomar a la misma hora solar de la toma original para que las sombras arrojadas de ambas fotografías coincidan. Se aprecia la desaparición de los edificios del fondo en aras de una gran plaza. Se entiende que tras la expansión de Valencia más allá de sus antiguas murallas, el centro histórico busca una pequeña regeneración del mismo, debido a que las más que probables precarias condiciones de salubridad e higiene y la alta densidad alcanzada dificultaban el desarrollo de una vida en condiciones. La apertura de grandes espacios públicos, al igual que sucede con la Plaza de la Reina, en relación con monumentos, como la Catedral en este caso, supone una fuente de oxígeno en el entorno, permitiendo al centro volcarse sobre estos y fomentar la vida social en los exteriores. Otro aspecto que se advierte claramente gracias a la misma es la elevación del nivel del suelo. Si se observa el muro de la catedral por la parte inferior se advierte que en la actualidad las losas de piedra se encuentran unos 35-45 cm por encima de su posición original de hace más de 100 años. En 1985, las obras del metro descubrieron bajo la plaza los restos del foro romano que engendró esta ciudad. Los posteriores trabajos de excavación y acondicionamiento del museo que se emplazó en este mismo lugar son posiblemente los responsables de esta elevación del pavimento.

Otro de los lugares que no podía faltar en este recorrido por la historia de la ciudad de Valencia lo constituye las Torres de Serranos y su entorno. Este edificio se ha consolidado como uno de los monumentos más representativos de Valencia y desde luego no faltan motivos para ello. Su

Fig. 5. Plaza de la Almoína, 1870-2018.





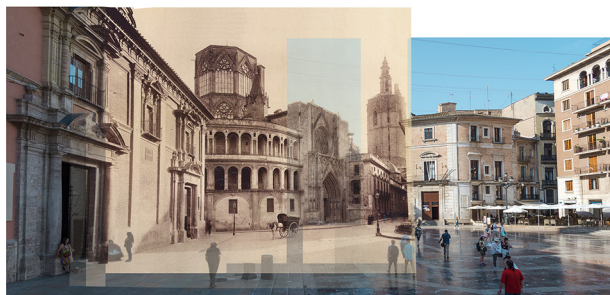
Fig. 6. Torres de Serranos, 1888-2018.

origen se remonta a 1392, cuando comenzó su construcción a cargo del arquitecto valenciano Pere Balaguer, que se inspiró en otras construcciones de este género, como la puerta Real del monasterio de Poblet o el Portal dels Boters (Lleida). Sin embargo, las Torres de Serranos acaban superando a todas ellas, alzándose como uno de los mejores exponentes de arquitectura militar/defensiva del gótico en toda la península [Aleixandre, Serra, Catalá 1998].

En la imagen original, perteneciente a la colección Díaz Prósper, se observa una perspectiva de las torres desde el puente de Serranos, donde lo que más llama la atención es la gran cantidad de personas, actividades y desplazamientos que se concentraban en este lugar. No en vano, gracias a su privilegiado emplazamiento, constituía la entrada principal a la ciudad y aquella de la que hacían uso monarcas, reyes y otras personalidades cuando llegaban a Valencia. En este caso, la imagen actual no difiere demasiado de la imagen tomada en 1888 (fig. 6). En las torres solo se observan algunas modificaciones, como la eliminación de ciertas aberturas, que presentaban los muros en aquel momento cuando el monumento era una de las cárceles de la ciudad y también la restauración de las almenas. En lo que se refiere al entorno urbano, se ha mantenido la figura de las Torres como protagonista del paisaje urbano, permitiendo su contemplación perimetral y desde cierta distancia. Así mismo, la recuperación del puente de Serranos, hace ya unos años, como elemento peatonal, parece todo un acierto para esta zona, suponiendo además la recuperación de la memoria histórica del lugar.

La plaza de la Virgen ha sido durante siglos el centro de la vida urbana en Valencia y además conserva algunos de los principales monumentos de la ciudad. Su nombre original, Plaça de la Seu, se lo debe a la catedral, que limita la plaza con la Puerta de los Apóstoles. Junto a esta, la Lonja de los Canónigos con sus arcadas renacentistas, el potente prisma del cimborrio, el imponente Miguelete y la Basílica de Nuestra Señora de los Desamparados, que acabaría dando el nombre actual a la plaza, completan la perspectiva de la imagen histórica, realizada por Lèon et Lèvy en 1888. En ella también se puede observar parcialmente, en el margen derecho, la original Casa de los Vestuarios, convertida hoy en biblioteca municipal y sede del Tribunal de las Aguas de Valencia, así como la antigua fuente que ocupaba el espacio central de la plaza. En los más de 100 años transcurridos entre la fotografía original y el estado actual la plaza ha sufrido innumerables modificaciones, sin embargo, la perspectiva analizada se ha mantenido sin apenas cambios. Esa

Fig. 7. Plaza de la Virgen, 1870-2018.



es la idea que se ha querido transmitir mediante el fotomontaje (fig. 7) que muestra como única diferencia notable el ensanchamiento de la calle del Miguelete, tras el derribo de las edificaciones conocidas como las casas de los Canónigos que aparecían adosadas a la Catedral.

Para finalizar el estudio realizamos un estudio de la perspectiva sobre una litografía del artista y arquitecto francés Alfred Guesdon, virtuoso dibujante y litógrafo especializado en las representaciones a vista de pájaro de las ciudades. Guesdon realizó las vistas de numerosas ciudades europeas que fueron publicadas en forma de litografía en varias colecciones, siendo la correspondiente a las ciudades españolas titulada *L'Espagne à vol d'oiseau*, que contiene dos vistas de la ciudad de Valencia.

Hemos tomado una de estas vistas, la correspondiente a la vista sobre el puente de San José que muestra la antigua ciudad amurallada con sus portales justo antes de su demolición, iniciada en 1865 por orden del gobernador civil Cirilo Amorós. Sólo se salvaron de la demolición dos de los portales de la antigua muralla; el Portal de Quart y el Portal de Serranos, que ejercían la función de cárceles de la ciudad en aquel momento.

Ha sido necesario un concienzudo estudio de la perspectiva, siguiendo una metodología propia basada en el estudio de planos proyectantes verticales [3] para la restitución del punto de vista, que ha sido restituido con bastante precisión. Dado que la legislación actual prohíbe el uso del dron sobre espacios urbanos, hemos obtenido la refotografía mediante la aplicación de Google Earth, introduciendo las coordenadas geográficas del punto de vista restituido. En el fotomontaje (fig. 8) se muestra la comparación entre la litografía original y la refotografía obtenida que nos permite observar la configuración de la ciudad amurallada perdida, frente a la ampliación urbana que ha sufrido la ciudad a través de los diferentes planes de ensanche.

Conclusiones

La ya comentada relación entre imagen y arquitectura es uno de los pilares que sostiene este trabajo, siendo la fotografía el nexo entre ambas. La comparación de fotografías tomadas en momentos pasados con otras hechas en la actualidad nos ha permitido evaluar la evolución de elementos arquitectónicos y urbanos, las transformaciones que han sufrido estos e incluso la importancia que se les ha conferido dependiendo del momento histórico. Sin embar-

Fig. 8. Vista aérea de Valencia. Litografía de A. Guesdon de 1853 y vista aérea actual obtenida mediante Google Earth.



go, cabe mencionar que el material fotográfico original rige todo este proceso, por lo que la calidad de este, su finalidad y las condiciones en que fue producido condicionarán de forma notable las conclusiones que se puedan extraer de él. El resultado formal de las imágenes producidas en el análisis de los espacios estudiados de Valencia nos hace posicionarnos como defensores de la utilidad de la refotografía en diversos campos relacionados con la arquitectura. El minucioso trabajo necesario para su producción constituye en sí mismo un análisis de los elementos arquitectónicos tratados, en el que hasta los más pequeños detalles se han de tener en cuenta para obtener resultados satisfactorios. A su vez, todo este trabajo parte de una base arquitectónica, por lo que se establece un vínculo entre las dos materias en el que ambas aportan y se enriquecen al mismo tiempo.

Notas

[1] Para más información acerca de la técnica de la refotografía véase Cabezos-Bernal, Formaglini, Giansanti 2015.

[2] Para un mayor conocimiento de las técnicas empleadas véase Cabezos-Bernal, Cis-

La potencia visual de las imágenes obtenidas nos hace pensar que a través de ellas es posible despertar el interés de espectadores ajenos al mundo de la arquitectura y el urbanismo, ampliando el abanico de público al que puede ir dirigido este trabajo, adquiriendo así un carácter divulgativo. La arquitectura es un vestigio del paso del tiempo, hecho evidente, pero al que a veces los arquitectos no le damos demasiada importancia. A lo largo del trabajo queda patente cómo algunos edificios perduran a lo largo de los siglos, mientras que otros desaparecen sin dejar huella de lo que una vez fueron. Constituyen todos ellos en conjunto una muy importante fuente de información histórica y de ella se pueden extraer conclusiones de todo tipo: no únicamente sobre acontecimientos pasados, sino también de cómo la historia influye en nuestro presente y lo que algún día será nuestro futuro.

neros-Vivó 2012, Cabezos-Bernal, Cisneros-Vivó 2013 and Villanueva-Bartrina 2001.

[3] Para obtener más información acerca de la metodología Cabezos-Bernal, Cisneros-Vivó 2018.

Autores

Martín Benlloch-Moya, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universitat Politècnica de València, marbenmo@arqu.upv.es

Pedro M. Cabezos-Bernal, Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica, Universitat Politècnica de València, pcabezos@ega.upv.es

Juan J. Cisneros-Vivó, Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica, Universitat Politècnica de València, jcisnero@ega.upv.es

Lista de referencias

Aleixandre, J., Serra, A., Catalá, M.A. (1998). *Memoria Gráfica de Valencia*. Valencia: Prensa Valenciana.

Cabezoz-Bernal, P.M., Cisneros-Vivó, J. (2012). La proyección cónica aplicada a la restitución 3D de elementos arquitectónicos a partir de fotografías. In *Actas del XI Congreso Internacional de Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación APEGA*, pp. 897-908. Valencia: Universitat Politècnica de València.

Cabezoz-Bernal, P.M., Cisneros-Vivó, J. (2018). Valorization and dissemination of lost urban heritage. Valencia, the walled city. In *DisegnareCon*, vol. 11, n. 21, pp. 12.1-12.11.

Cabezoz-Bernal, P.M., Cisneros-Vivó, J. (2013). La restituzione fotogrammetrica 2D/3D di elementi architettonici e l'integrazione dei modelli virtuali sulle fotografie dell'intorno reale, mediante programme CAD, software liberi e fotocamere convenzionali. In *DisegnareCon*, vol. 6, n. 12, pp. VI/1-11.

Cabezoz-Bernal, P.M., Formaglini, P., Giansanti F. (2015). From the suggestion of viewing to the understanding of photography: a case study on

rephotography. In *20th Conference on Cultural Heritage and New Technologies (CHNT 20)*. Vienna: Stadtarchäologie.

Cancer-Matinerio, J.R. (2011). *Col·lecció Díaz Prósper, patrimoni i memòria: fotografies 1839-1900*. Valencia: Universitat Politècnica de València.

Huguet-Chanzá, J. (1996). *Valencia en 1888*. Valencia: Ajuntament de València.

Huguet-Chanzá, J. (2003). *Las fotografías valencianas de J. Laurent*. Valencia: Ajuntament de València.

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

Villanueva-Bartrina, L. (2001). *Perspectiva lineal: su construcción y su relación con la fotografía*. Barcelona: Universitat Politècnica de València.

Scrittura e multimedialità. Ridisegnare l'esperienza futurista

Vincenzo Cirillo

Abstract

Il contributo si inserisce all'interno dello studio del disegno della scrittura (ossia del segno grafico della scrittura) e del concetto di movimento. Esso si colloca nel contesto dei riferimenti storici circa il disegno della scrittura (come segno arcaico, pittogramma, ideogramma) e delle tecnologie di rappresentazione (dalla calligrafia alla tipografia). Il rapporto fra disegno grafico (scrittura) e movimento (animazione) è stato affrontato in ambito digitale attraverso la progettazione di prodotti videografici analizzati sulla base: delle teorie visive della composizione tipografica; dei linguaggi figurativi generativi di segni grafici, dei contesti relazionali (cromatici, dimensionali, formali) e dell'integrazione fra immagine e foto-cinematografia (laddove presenti); della durata dello spot audiovisivo; della componente sonora come chiave di lettura emotiva funzionale alla narrazione visiva; delle strategie della comunicazione. La tipografia cinetica, che integra movimento e scrittura, è pertanto l'oggetto di studio del presente contributo. In tal senso, nell'ambito del graphic design e nello specifico del disciplinare del disegno, si valuteranno due aspetti: l'innovazione tecnologica, che ha reso possibile la rappresentazione videografica del movimento nel compiersi dello scorrere del tempo fisico; i linguaggi audiovisivi e i criteri compositivi per la gestione figurativa della scrittura e per la comunicazione multimediale. I progetti realizzati si configurano come spot videografici di durata breve e si sviluppano nell'ambito della narrazione audiovisiva relativamente al rapporto creativo fra scrittura e: recitazione; sound; title design; heritage.

Parole chiave: tipografia cinetica, videografica, comunicazione multimediale.

Introduzione

Per la sua natura di “segno grafico” apposto su una superficie attraverso l'ausilio di dispositivi, siano essi nel tempo analogici o digitali (dai segni cuneiformi impressi su una tavoletta di argilla a una punta scrivente su pergamena e/o carta intrisa di inchiostro, fino alle contemporanee strumentazioni informatiche che tracciano segni su schermo), la scrittura rappresenta una fra le più potenti forme comunicative dell'uomo.

Per oltre tre millenni, il primordiale ed umano fine comunicativo non ha subito sostanziali cambiamenti. Al contempo, invece, si è assistito alla costante sperimentazione ed evoluzione della “messa in forma” della scrittura, intesa come strumento di rappresentazione grafica per la durevole trasmissione dell'informazione. Prima che la scrittura venisse

introdotta, l'elaborazione e l'organizzazione di un discorso orale richiedeva una memoria e un pensiero attivi. In tal senso, si può assumere che sin dall'origine la comunicazione si esprimesse soprattutto attraverso suoni. Cantare, recitare, narrare erano gli unici modi per comunicare basati sul grado di attenzione da parte del ricevente. Di conseguenza, «il più forte richiamo visivo dell'attenzione» [Arnheim 1962, p. 303] era manifestato dalla primitiva accezione di “movimento” ossia dalla qualità formale dei gesti del corpo che, unita a quella della voce umana, serviva in tempo reale da sistema di distribuzione dei pensieri e delle idee [Falcidieno 2006].

«Viviamo in un'epoca visiva. Dal mattino alla sera subiamo un bombardamento di immagini [...]. Siamo alle soglie di

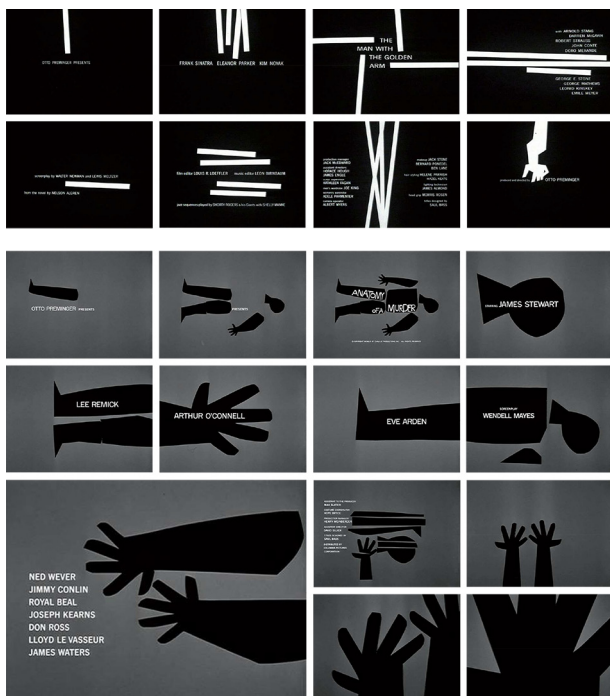


Fig. 1. Segni grafici e tipografia cinetica nell'opera cinematografica di Saul Bass. A - *The Man with the Golden Arm* (1950). B - *Anatomy of a Murder* (1959).

una nuova epoca storica in cui alla parola scritta succederà l'immagine» affermava Gombrich facendo riferimento alle sole “immagini” osservate nell'arco di una giornata [Gombrich 1982, p. 155]. Ma, oggi, questa possibilità è aumentata. Grazie alla grande esplosione della potenza di calcolo oggi disponibile (e sempre più in continua evoluzione), una nuova possibilità è offerta dall'avvio di forme di comunicazione in cui gli originali dispositivi di registrazione (occhi, orecchie, tatto, olfatto) siano tutti percettivamente coinvolti. Una di queste nuove forme di comunicazione è espressa dall'utilizzo della *kinetic typography* ossia la rappresentazione di informazioni tramite parole in movimento nel corso del tempo. Una forma capace di evocare idee e/o emozioni attraverso la visualizzazione dinamica della scrittura [Lee, Forlizzi e Hudson 2002].

Grazie alla sua capacità di trasmettere emozione, la *kinetic typography* rafforza le proprietà comunicative della

scrittura, divenendo essa stessa promotrice di alcuni poteri espressivi. Pionieri dell'utilizzo di questa nuova forma espressiva fu Saul Bass (1920-1996) applicando la tecnica dell'animazione *frame by frame* (fig. 1), un processo capace di creare una sequenza di immagini che gli spettatori percepivano come un unico movimento continuo. La maggior parte delle animazioni *frame by frame* fu creata dai realizzatori di film *horror* nella prima metà del XX secolo per i titoli di testa. Questi titoli si configuravano come una vera e propria premessa alla storia del film, anticipando una reazione emozionale nel pubblico al cinema prima ancora dello svolgersi della trama [Gasek 2011].

Il regista Norman McLaren (1914-1987) usò nei suoi film di animazione segni grafici di matrice non esclusivamente tipografica (fig. 2). Il suo lavoro consisteva prevalentemente nella perfetta coincidenza fra elemento “suono” e movimento di “segni grafici” (astratti e non): una sorta di “chiave dell'istante” ovvero una sinergia fra forma musicale e forma visiva, che costituisce tutt'oggi uno dei metodi operativi della *kinetic typography* [Vallière 1982].

Lo sviluppo attuale, invece, mira sempre di più all'invenzione di nuove forme di animazione dei caratteri tipografici, e del testo in generale, poiché la costante evoluzione degli strumenti tecnologici influenza il design dei caratteri tipografici, conferendo al testo dinamico e animato (*Motion graphics*) sempre di più il compito di sedurre e stupire [Zerlenga 2007].

Il Futurismo. Velocità, movimento, tempo

La presa di coscienza, che ha restituito alla corrente artistica del Futurismo il diritto a prender parte al patrimonio culturale nonostante il suo carattere “nazionalpopolare”, è un traguardo che la critica del secolo scorso ha faticosamente raggiunto con relativo ritardo poiché quest'ultima non è rimasta immune da condizionamenti interpretativi di tipo ideologico-politico. In tal senso, le celebrazioni ufficiali e le esposizioni pubbliche e private svoltesi in Italia e nel resto del mondo a partire dal centenario della nascita del Futurismo (fra le più recenti, Napoli 2018-19) [1] [Carpi, Villanti 2018] confermano che tale movimento d'Avanguardia sia oramai riconosciuto come una delle più proficue esperienze artistiche e culturali sorte in seno alla civiltà occidentale nell'era moderna.

Il Futurismo è stato un movimento di battaglia culturale, che ha esibito un cumulo di idee che, seppur orientate ver-

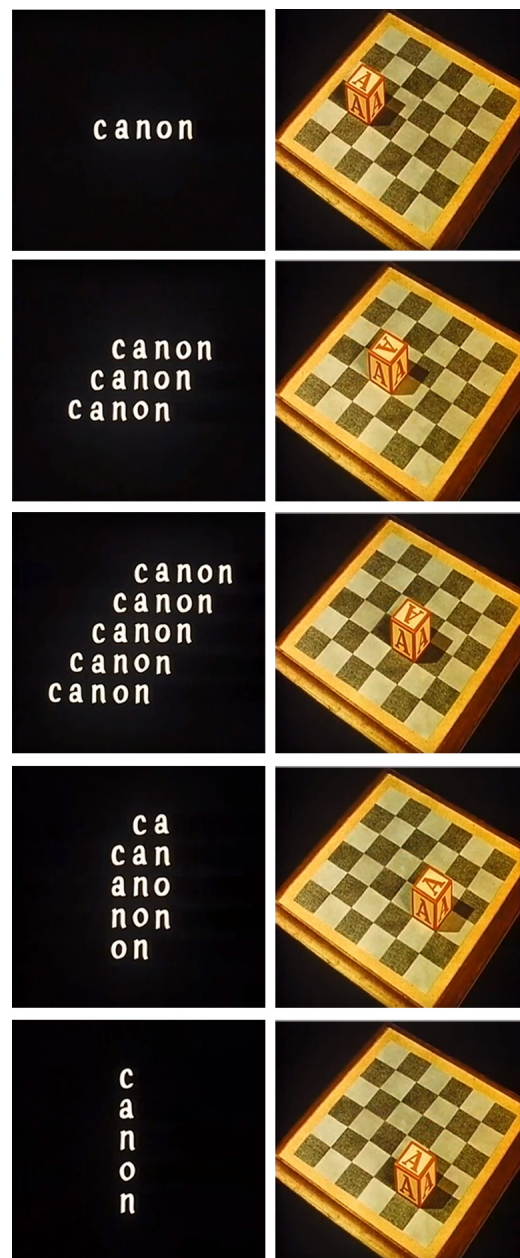
Fig. 2. Segni grafici e tipografia cinetica nel film di animazione *Canon* (1964) di Norman McLaren.

so ideali bellici (indicatori di un'epoca storica a cavallo fra le due guerre mondiali), hanno rappresentato molteplici esigenze reali dell'epoca. Quella più considerevole fu la necessità di un rinnovamento identitario dell'uomo, che voleva rompere con gli schemi angusti e "immobili" dell'Ottocento. Questa posizione ideologica tendeva a: «cogliere la verità di una vita trasformata dall'era della tecnica [...] e a considerare l'uomo e la tecnica sullo stesso piano» [De Micheli 1981, p. 246].

Questo atteggiamento di pensiero ha stimolato le tematiche culturali e creative dell'Avanguardia futurista in merito a riflessioni nuove come l'analisi della realtà, indagandola attraverso visioni offerte dal fenomeno della "velocità" e del "movimento" intesi come simultaneità e compenetrazione di forme ed emozioni. Inoltre, nella sua accezione più estesa, essendo la "tecnica" componente funzionale della forma, essa partecipa attivamente alla determinazione delle modalità di esistenza (reale e materiale) del modello stesso. In tal senso, assunta la tecnica come complesso di norme, che disciplina l'esercizio pratico e funzionale dell'arte, per i futuristi la tecnica partecipa alla definizione di un'idea di "velocità" intesa sempre più come "movimento temporale". Con i presupposti ideologici e le sperimentazioni artistiche operate in questi anni dai protagonisti dell'Avanguardia futurista, si può affermare che questa corrente artistica, più di ogni altra, ha rappresentato e dato valore al "tempo" attraverso diverse forme espressive (scrittura, musica, pittura, scultura, danza, ecc.) in modo totalmente nuovo: un tempo non più "lento", fatto di osservazione, riflessione e meditazione, ma "veloce" e fortemente integrato all'ambiente in cui il movimento nel tempo di un corpo si compie.

La concezione del "tempo" futurista legittima, dunque, l'esistenza ed è, al contempo, la prova dell'esistenza della materia. Senza il tempo l'uomo non esiste, non muove le cose, non vive. Questa posizione trova massima espressione nelle rappresentazioni artistiche di Umberto Boccioni. Nelle sue opere, sia pittoriche che scultoree, la rappresentazione della materia che si muove spostata nello spazio dal moto di un corpo, consente a colui che osserva l'opera d'arte di avvertire "dal di dentro" la simultanea relazione con l'ambiente [De Micheli 1981, p. 256].

Il tempo, pertanto, è la chiave dell'istante. In tal senso, l'arte privilegiata dal Futurismo fu la scultura poiché essa vive nel tempo, è fruibile nel tempo, si compone nel tempo. Ma,



nella produzione grafica del Futurismo fatta di immagini su un supporto bidimensionale, il tempo è rappresentato attraverso segni grafici che alludono al movimento, mancando evidentemente quello "spazio" fisico-temporale in cui il movimento reale si compie. Tuttavia, l'allusione grafica al movimento di certo non era cosa nuova, anche se nuova fu la sperimentazione di inusitati indicatori di profondità attraverso l'adozione di linee geometriche di forza con cui si alludeva alla velocità (ad esempio, al movimento di un treno in corsa o di un motociclista che sfreccia su strada). Pertanto, il pensiero artistico futurista: «fonda sul completo rinnovamento della sensibilità umana avvenuto per effetto delle grandi scoperte scientifiche. Coloro che usano oggi il telegrafo, il telefono, [...] il cinematografo, il grande quotidiano (sintesi di una giornata del mondo) non pensano che queste diverse forme di comunicazione, di trasporto e d'informazione esercitano sulla loro psiche una decisiva influenza» in quanto oggi c'è un: «acceleramento della vita, che ha, quasi sempre, un ritmo rapido» [Marinetti 1913, p. 1].

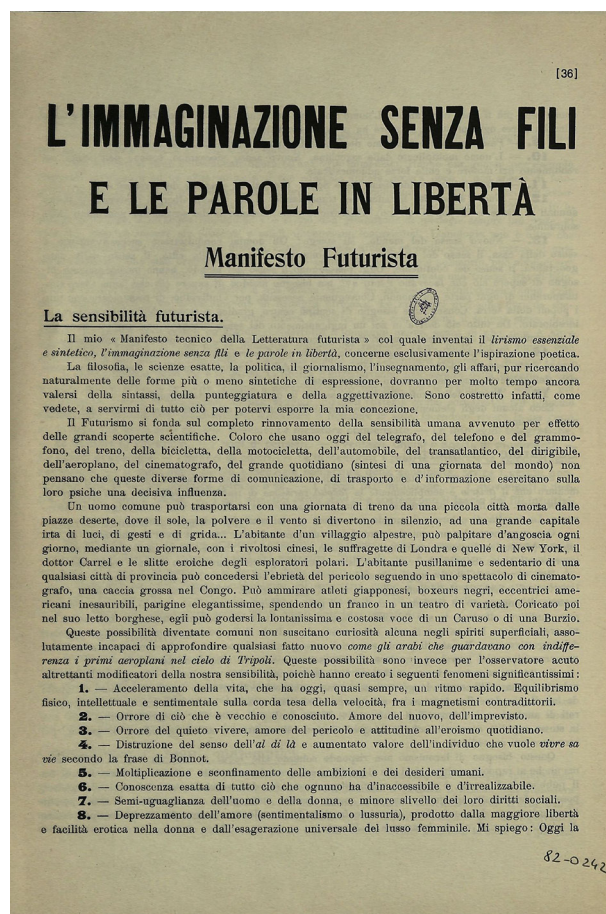
Rispetto a tutte le avanguardie artistiche, sin dal suo apparire il Futurismo si propone dunque con una visione estetica che abbraccia tutti i campi dell'arte, rivoluzionando particolarmente quello della produzione tipografica. L'impianto tradizionale della "pagina" viene sconvolto dall'impiego simultaneo di caratteri (di dimensioni diverse) secondo molteplici forme geometriche tali da collegare l'espressione logica e il significato delle parole a una singolare comunicazione visiva. Questo tipo di "pagina" viene definita "parolibera", una composizione grafica tale da suscitare nel lettore la percezione visiva allusiva di un movimento corrispondente agli eventi che il testo narra. Questo metodo compositivo è adoperato sia per il progetto grafico della copertina che come "stile" di pagina in numerosi libri.

In *L'immaginazione senza fili e le parole in libertà*, manifesto ideologico concepito da Filippo Tommaso Marinetti nel 1913 (fig. 3), i Futuristi avviano una profonda innovazione nella struttura compositiva e grafica del libro, che viene così illustrata: «Invece di umanizzare animali, vegetali, minerali (sistema ormai sorpassato) noi potremo animalizzare, vegetalizzare, mineralizzare, elettrizzare o liquefare lo stile, facendolo vivere in un certo modo della stessa vita della materia. Avremo: Le metafore condensate. - Le immagini telegrafiche. - Le somme di vibrazioni. - I nodi di pensieri. - I ventagli chiusi o aperti di movimenti. - Gli scorci di analogie. - I bilanci di colore. - Le dimensioni, i pesi, le misure e la velocità delle sensazioni. - Il tuffo della parola essenziale nell'acqua della sensibilità, senza i cerchi concentrici che

la parola produce intorno a sé. - I riposi dell'intuizione. - I movimenti a due, tre, quattro, cinque tempi. - I pali analitici esplicativi che sostengono il fascio dei fili intuitivi» [Marinetti 1913, p. 3].

Per i futuristi i caratteri tipografici sono dunque l'occasione per esprimere i loro ideali di dinamismo, dichiarando come sino ad allora la letteratura avesse esaltato: «l'immobilità pensosa, l'estasi e il sonno. Noi vogliamo esaltare il movimento aggressivo [...]». Noi affermiamo che la magnifi-

Fig. 3. Manifesto futurista di Filippo Tommaso Marinetti, *L'immaginazione senza fili e parole in libertà* (1913).



cenza del mondo si è arricchita di una bellezza nuova: la bellezza della velocità [...]. Il tempo e lo spazio morirono ieri. Noi viviamo già nell'assoluto» [Marinetti 1909, p. 3] (fig. 4). Conseguenza di questo assunto fu che i futuristi utilizzarono nella stessa pagina: «tre o quattro colori diversi d'inchiostro, e anche 20 caratteri tipografici diversi» [Marinetti 1913, p. 4], ad esempio: «corsivo per una serie di sensazioni simili o veloci, grassetto tondo per le onomatopее violente, ecc» [Marinetti 1913, p. 4].

Fig. 4. Filippo Tommaso Marinetti, *Fondazione e Manifesto del Futurismo*, pubblicato da Le Figaro di Parigi il 20 febbraio del 1909.



Parolibere: analisi dei segni grafici ed esperienze di animazione digitale

La prima esperienza metodologico-progettuale condotta come caso studio nell'arte tipografica del Futurismo mira all'analisi grafica e alla successiva animazione con la tecnica della *kinetic typography* della copertina del libro *ZANG TUMB TUMB* (1914) e del manifesto futurista di Filippo Tommaso Marinetti, *L'immaginazione senza fili e parole in libertà* (11 maggio 1913) (figg. 5, 6).

Dall'analisi grafica dei documenti emerge che entrambi i progetti suddetti esibiscono l'utilizzo di parole appartenenti a differenti tipi di *font* che, con dimensioni diverse, si configurano secondo direzioni variamente inclinate e non parallele fra loro. L'utilizzo del grassetto è previsto per le parole a cui si vuole associare un maggiore richiamo visivo, specie nel caso di quelle dal suono onomatopeico. Queste ultime, inoltre, spesso appaiono anche deformate per conferire una maggiore efficacia espressiva al significato dei termini. Oltre all'uso di lettere e parole, c'è anche quello dei simboli aritmetici. Infine, le direzioni hanno per la maggior parte un andamento rettilineo in quanto per sua natura geometrica quello curvilineo appare visivamente più morbido e sinuoso, prestandosi poco al linguaggio aggressivo del Futurismo. Su queste due "tavole" si è compiuta una successiva esperienza progettuale. Dopo aver ridisegnato in grafica vettoriale le "tavole", si è proceduto all'animazione dei segni associando agli stessi diversi effetti dinamici [Bellantoni, Woolman 2001]. Inoltre, all'animazione grafica delle parole onomatopeiche sono stati associati dei suoni corrispondenti mentre l'intera dinamica è stata accompagnata dalla base musicale *Macchina Tipografica* del compositore futurista Luigi Russolo (1885-1947). Firmatario del manifesto *L'arte dei rumori* (11 marzo 1913) (fig. 7), Russolo teorizzava l'impiego del rumore per arrivare a comporre dei brani costituiti da rumori puri invece che suoni armonici. Questi suoni disarmonici venivano prodotti attraverso una serie di strumenti progettati da Russolo e denominati "intonarumori" (fig. 8) con i quali avviò composizioni musicali innovative, subito appellate come "musica futurista".

Con riferimento a questa poetica e riprendendo l'esperienza metodologico-progettuale condotta con la tecnica della *kinetic typography* sulla composizione grafica della copertina del libro *ZANG TUMB TUMB* e del manifesto futurista di Filippo Tommaso Marinetti, *L'immaginazione senza fili e le parole in libertà*, per trasformare i manifesti futuristi "statici" in "cinetici" si è fatto qui uso sia di una *palette*

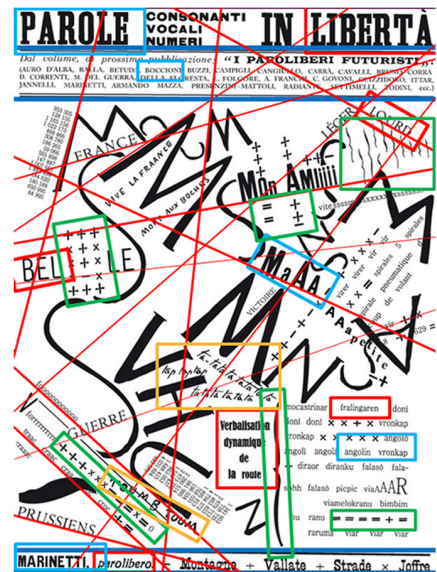


Fig. 5.A. Analisi grafica della copertina del libro **ZANG TUMB TUMB** (1914). B. Analisi grafica del manifesto futurista di Filippo Tommaso Marinetti, **L'immaginazione senza fili e parole in libertà** (1913).

di suoni evocativa di rumori a cui alludono le parole e i segni grafici statici adoperati nei manifesti futuristi, come rumori di catene, locomotive, fruscii, lancette di orologi, ecc., che effetti digitali animati, come comparsa, rotazione, caduta, ecc. Inoltre, l'utilizzo della voce di Marinetti che, con tono greve e serio, grida "parole in libertà" e il ricorso a media innovativi hanno ancora più ampliato il contesto tipografico futurista, passando dall'uso di segni grafici statici, che alludono visivamente al movimento, all'uso di contesti digitali che consentono la percezione visiva di segni grafici che si trasformano o si muovono nel tempo reale (fig. 9).



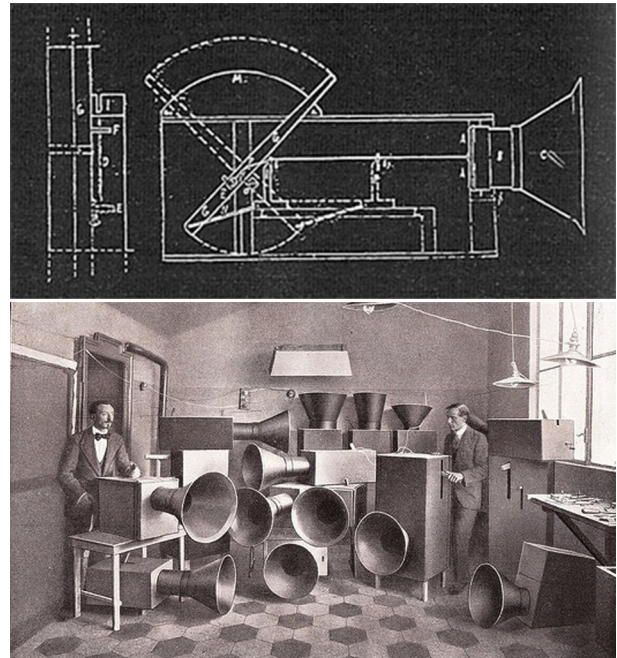
Il manifesto futurista.

Dal segno visivo all'integrazione con il segno sonoro

In termini di rapporto fra scrittura e multimedialità, la seconda esperienza di ridisegno è stata condotta sul manifesto culturale del Futurismo, pubblicato in forma scritta sulla rivista francese *Le Figaro* nel 1909 e intitolato *Manifeste du Futurisme*. In questo caso, la sperimentazione ha fatto uso della tipografia cinetica applicata alla scrittura attraverso la tecnica della videografica e l'implementazione uditiva [Castellano, Falcidieno 2012].

Fig. 6. Luigi Russolo, *L'Arte dei rumori*, manifesto futurista pubblicato l'11 marzo 1913.

Fig. 7. Luigi Russolo e *l'Intonarumori*.



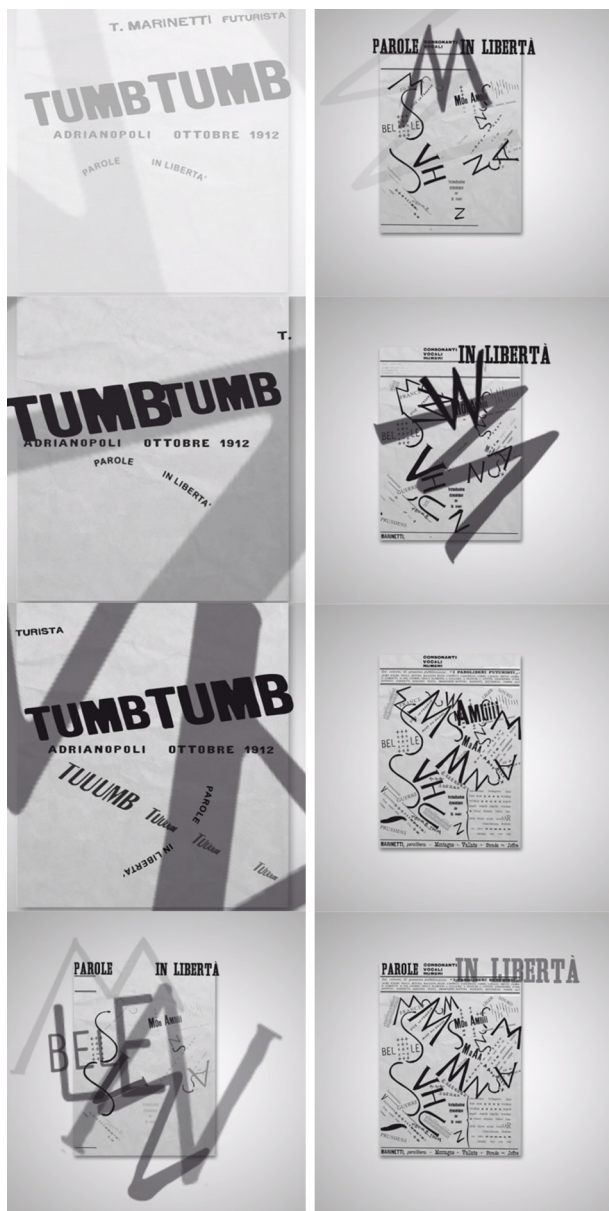


Fig. 8. Animazione dei manifesti futuristi con la tecnica della tipografia cinetica.

Fino agli anni '90 del secolo scorso, nel cinema la musica faceva da fondo ai titoli di testa e di coda come una colonna sonora non sincronizzata con gli elementi grafici (scrittura o figure), già elaborati in tipografia cinetica. Solo da pochi decenni, infatti, è nata la necessità di creare una sincronizzazione fra traccia audio e contenuto visivo delle animazioni e, a tal proposito, i *videoclip* artistici dei primi anni duemila sono stati i primi esempi di progettazione in cui il montaggio delle scene avviene in accordo con gli effetti della tipografia cinetica (fig. 10).

In questa direzione si presenta qui una sperimentazione (uno *spot* d'arte) che coniuga il segno scritto con il suono. Trattasi di un brano in scrittura visiva del testo del *Manifesto futurista* integrato con il recitato dell'attore Carmelo Bene (1937-2002).

L'unione fra queste due forme di narrazione (visiva e uditiva) è stata realizzata attraverso il ricorso alla tipografia cinetica. Il progetto audio-videografico si basa sulla consapevolezza culturale delle dichiarazioni di Marinetti nell'affermare che la: «punteggiatura è annullata» [Marinetti 1912, p. 1] così come nel ritenere necessario produrre uno «stile vivo»: «senza le soste assurde delle virgole e dei punti» [Marinetti 1912, p. 1] e rendere: «il peso e l'odore degli oggetti» [Marinetti 1912, p. 3].

Nel condividere l'opinione secondo cui uno *spot* audio-visivo realizzato in tipografia cinetica risulti efficace a livello comunicativo se una delle caratteristiche principali è la semplicità del *visual*, in fase di metaprogetto sono state formulate attente riflessioni sulla scelta di una *palette* di colori (in relazione al contenuto della narrazione) e di un unico *font* (da utilizzarsi per tutta la durata dello *spot*) (fig. 11).

Il brano selezionato è stato diviso in più scene, corrispondenti a una serie di tre colori (tranne l'ultima composta da due). I colori di ogni *palette* sono stati scelti partendo dal primo (primario o secondario) secondo variazioni cromatiche di contrasto e/o saturazione. In generale, il primo colore è stato attribuito allo sfondo della scena; i restanti due, adoperati per le scritte; il terzo di questi, come sfondo della scena successiva. L'uso simbolico dei colori dedicati al testo scritto è funzione dell'enfasi della parola, la cui maggiore o minore variazione tonale corrisponde a un effetto più o meno enfaticamente. Ulteriori effetti grafici derivano sia dalla lettura del brano che dalla poetica del Futurismo: senso di staticità, velocità e dinamismo delle parole; uso di segni matematici; presenza di onomatopee; teorie della nuova armonia tipografica (fig. 12). Ritornando all'utilizzo del *font*, invece, la scelta ricade su un *font* impattante, che rispec-

Fig. 9. Videoclip musicali realizzati con la tecnica della tipografia cinetica: Prince, Kiss (1988); Madonna, Music (2000); Nayo, Closer (2009); Måns Zelmerlöv, Heroes (2015).





Fig. 10. Palette di colori utilizzata per la progettazione dello spot d'arte del manifesto futurista.

chiasse i canoni aggressivi del Futurismo, il *font Impact* per l'appunto (progettato nel 1965) con un corpo spesso. Successivamente, dal recitato del manifesto del Futurismo di Carmelo Bene sono state selezionate alcune modalità di variazione della voce usate durante il monologo in relazione al senso della comunicazione: balbettio, sussurro, sbiascio, amplificazione, gorgheggio, stridore. Ad esse sono stati associati anche diversi effetti grafici per attirare l'attenzione del fruitore attraverso l'uso simultaneo di linguaggi, tecniche e modalità diversi: senso di staticità, velocità e dinamismo delle parole; uso di segni matematici; presenza di onomatopee; composizioni tipografiche di alcuni brani di testo secondo impianti assonometrici o prospettici; segni grafici allusivi della profondità. Analogamente, è stata accuratamente valutata la regia visiva per i cambi dei periodi (nel recitato) o delle parole/frasi a cui si è dato enfasi nel rispetto della comunicazione (fig. 13).

Conclusioni

Le fonti richiamate e le esperienze condotte testimoniano una valenza forte del disegno: la sua capacità di comunicare attraverso forme (statiche o dinamiche; analogiche o digitali; ecc.) ma, al contempo, anche la sua potenzialità a essere interpretato da chi lo guarda [Falcidieno 2008]. In

tal senso, il disegno allude all'interpretazione "altra" perché il disegno è innanzitutto espressione culturale e, tanto più può alludere, quanto più colta è la cultura di chi lo osserva. Le fonti richiamate appartengono a un contesto storico-culturale ben preciso. Un contesto che giustifica il loro proporsi come manifesti artistici, strumenti creativi di posizioni ideologiche di pensiero. In tutto ciò il disegno ha assunto un ruolo nodale: un ruolo di tramite mai neutrale, un tramite che allude e che, al contempo, denota.

In tal senso, il "movimento" fisico che un corpo compie nello spazio integrandosi al tempo, può essere disegnato staticamente (e, allora, il disegno "allude" negli occhi di chi guarda al movimento) oppure può essere disegnato dinamicamente grazie alle tecniche dell'animazione. In tal caso, il disegno animato non allude più alla percezione visiva del movimento, è esso stesso movimento fisico, movimento reale. I prodotti videografici proposti attraverso le due sperimentazioni si traducono in disegni animati fondati sul rapporto creativo fra campo, scrittura, recitazione, suono, memoria, ecc., e, in tal senso, "aumentano" la comunicazione, che diventa multimediale ampliando ancor di più il già consueto potere allusivo del disegno.

Su questi assunti, il tema sperimentale della comunicazione audiovisiva attraverso il ricorso alla tecnica della tipografia cinetica è stato sviluppato in forma laboratoriale attraverso la formazione didattica di livello universitario e sulla pie-

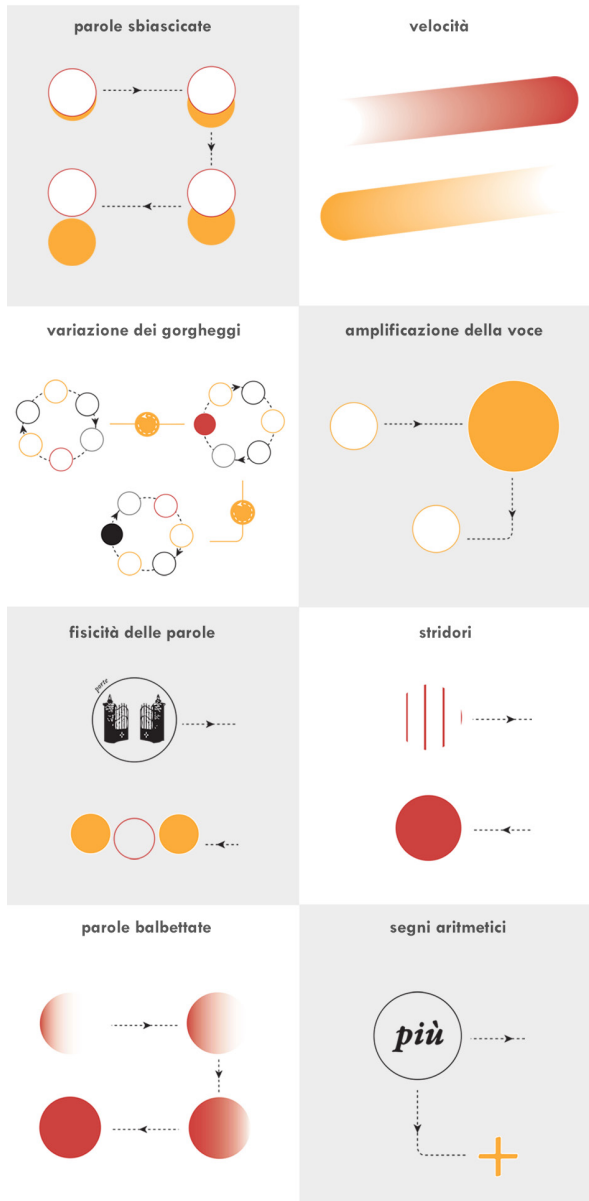


Fig. 11. Spot d'arte sul manifesto futurista: effetto recitazione, effetto grafico.



Fig. 12. Spot d'arte del manifesto cinetico futurista: frames di tipografia cinetica.

na consapevolezza dei fondamenti teorico-scientifici della rappresentazione. I progetti realizzati si configurano come spot videografici di durata breve e si inseriscono nell'ambito della narrazione audiovisiva relativamente al rapporto creativo fra scrittura visiva, recitazione, *sound*, *title design*, *heritage* [2].

Tuttavia, essi sono esito di portati storico-culturali (le avanguardie artistiche, qui il Futurismo), fondamenti scientifico-disciplinari e contestualizzazioni tecnologiche. La riflessione sull'apporto tecnologico alle modalità e scelte del progetto merita una riflessione a parte in quanto la tecnologia si

identifica da sempre come un'occasione, un potenziale in continua trasformazione e sempre più innovativo rispetto al precedente. In tal senso, le esperienze progettuali qui proposte sulla base dell'attuale portato tecnologico potrebbero già alludere alla realtà virtuale immersiva, suggerendo allestimenti di veri e propri viaggi multisensoriali (anche per i sensi dell'olfatto e del tatto [3]) all'interno dei manifesti proposti sia in forma di disegno che di testo scritto e, domani, a forme di comunicazione ed esperienze oggi inimmaginabili pur essendo il nostro corpo e la nostra mente il primo dispositivo multimediale.

Note

[1] La mostra dal titolo *Il Futurismo – Anni '10 – Anni '20*. Boccioni, Balla, Carrà, Depero, Sant'Elia, Severini, Sironi, Prampolini è stata allestita a Napoli dal 19 ottobre al 17 febbraio 2019 nel Museo Civico di Castel Nuovo.

[2] La sperimentazione sui manifesti futuristi è stata condotta in *team* all'interno del laboratorio di Disegno Grafico (coordinato scientifica-

mente da Ornella Zerlenga, Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale dell'Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli") con Antonella Marzano (figg. 5, 8) e Riccardo Onorato (figg. 10-12) e successivamente rielaborata e contestualizzata.

[3] Un esempio di ricerca in questo campo è stato condotto da Laura Marcolini con *Studio Azzurro*.

Autore

Vincenzo Cirillo, Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale, Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", vincenzo.cirillo@unicampania.it

Riferimenti bibliografici

Arnheim, R. (1962). *Arte e percezione visiva*. Milano: Feltrinelli.

Bellantoni, J., Woolman, M. (2001). *Type in motion*. London: Thames & Hudson.

Carpi, G., Villanti, F. (a cura di). (2018). *Il Futurismo. Anni '10 - Anni '20*. Milano: Skira.

Castellano, A., Falcidieno, M.L. (2012). *Sound emotion. Cinema & Advertising*. Milano: Franco Angeli Ed.

De Micheli, M. (1981). *Le Avanguardie artistiche del Novecento*. Milano: Feltrinelli.

Falcidieno, M.L. (2006). *Parola disegno segno. Comunicare per immagini. Segno, significato, metodo*. Firenze: Alinea.

Falcidieno, M.L. (2008). *Il ruolo del disegno nella comunicazione*. Firenze: Alinea.

Lee, J. C., Forlizzi, J. e Hudson, S.E. (2002). The kinetic typography engine: an extensible system for animating expressive text. In: Beaudouin-Lafon,

Michel (eds.) *Proceedings of the 15th annual ACM symposium on User interface software and technology*. October 27-30, 2002, Paris, France. pp. 81-90.

Gasek, T. (2011). *Frame-By-Frame Stop Motion: The Guide to Non-Puppet Photographic Animation Techniques*. Abingdon: Taylor and Francis.

Gombrich, E.H. (1994). *The Image and the Eye*. London: Phaidon Press.

Marinetti, F.T. (20 febbraio 1909). Fondazione e manifesto del Futurismo. *Le Figaro*, p. 1.

Marinetti, F.T. (1912). *Manifesto tecnico della letteratura futurista*. Milano: Direzione del Movimento Futurista.

Marinetti, F.T. (1913). *L'immaginazione senza fili e le parole in libertà*. Milano: Direzione del Movimento Futurista.

Vallièrè, T.R. (1982). *Norman McLaren: Manipulator of Movement*. Newmark: University of Delaware Press.

Zerlenga, O. (2007). *Dalla grafica all'infografica*. Foggia: G. Grenzi.

Case, oggetti e architetti. Il disegno dell'architettura nella letteratura per l'infanzia

Alessandro Luigini

Abstract

La ricerca, qui presentata in forma sintetica, indaga i contributi del disegno dell'architettura nei libri e nella letteratura per l'infanzia. Il ruolo del disegno nell'educazione estetica, nell'educazione alla comprensione dello spazio e nella introduzione dei giovani lettori al mondo dell'architettura del XX secolo è di primaria importanza e nella ricerca si vuole sottolineare come i casi studio siano tutt'altro che mere semplificazioni destinate a lettori cognitivamente meno formati degli adulti, ma descrivono una precisa strategia educativa non derogabile ad altri strumenti.

L'indagine storico-critica ha come ambito di osservazione la stretta contemporaneità e si prefigge di organizzare tassonomicamente le opere raccolte e osservate, proponendone una analisi testuale (in senso grafico) delle categorie identificate tramite la descrizione e la esegesi di alcuni casi emblematici.

Parole chiave: illustrazione, architettura, educazione, visual storytelling, albi illustrati.

Introduzione

La consapevolezza della necessità di una specifica formazione alla comprensione dello spazio e delle figure che lo compongono, fin dai primi anni di vita, è data per acquisita fin dalla prima metà del Novecento in ambito pedagogico, psicologico e artistico [Dewey 1934; Piaget 1947; Klee 1925]. Tecniche, metodi e metodologie specifiche sono state sviluppate e applicate in ambito educativo, ad ogni età della vita, a partire dalla formazione primaria (3-6/7-11 anni) in cui il processo di educazione a cui facciamo riferimento tende alla costruzione della cognizione del proprio spazio prossimale e della natura geometrica e cromatica degli oggetti che in esso si manifestano. In aggiunta a questo obiettivo ormai ampiamente acquisito, negli ultimi anni si è rapidamente sviluppata una specifica attenzione

all'educazione al patrimonio, sia tangibile che intangibile dai molteplici risvolti: da quella estetica alla educazione al valore della storia della nostra civiltà, dalla educazione alle arti in quanto espressione della creatività, alla qualità degli spazi architettonici per incentivarne una necessità condivisa e non solo elitaria [1].

Uno degli strumenti preferenziali, a nostro giudizio, che può essere utilizzato, è la rappresentazione in ogni sua forma, dal segno grafico alla fotografia passando per le elaborazioni multimateriche e quelle digitali. La letteratura in materia è sconfinata e risulta difficile finanche selezionare un numero limitato di ricerche che si siano soffermate sulle modalità in cui la rappresentazione possa essere messa in relazione all'educazione allo spazio, alla città e all'architettura.

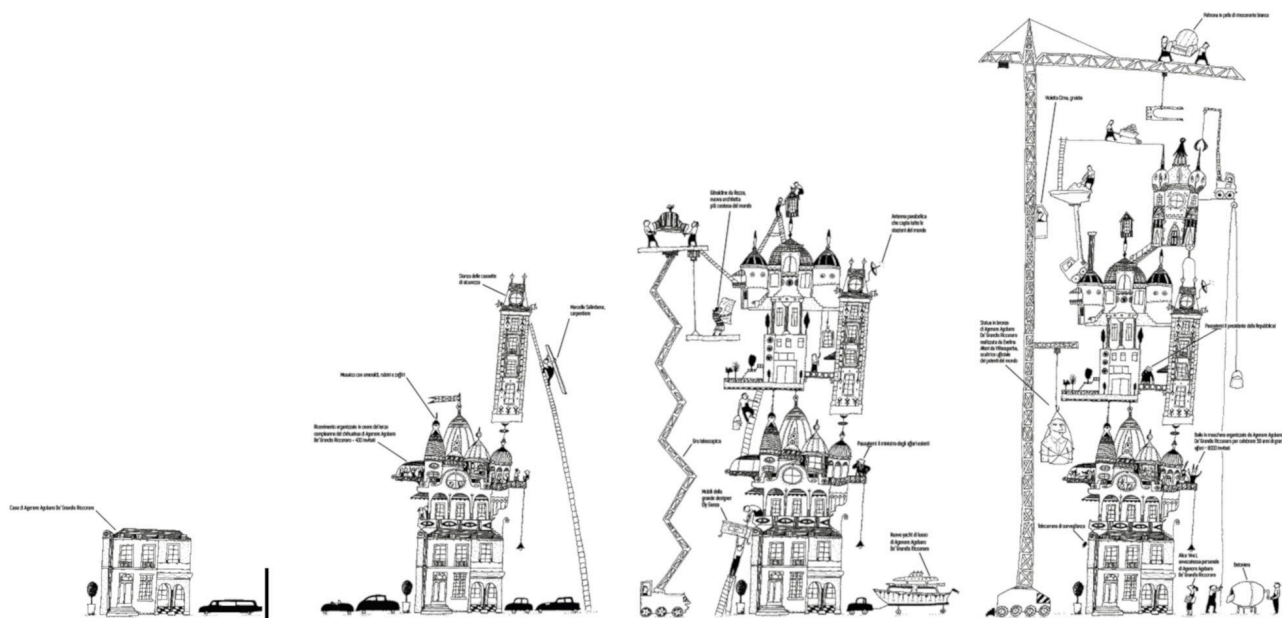


Fig. 1. Quattro fasi della soprelevazione della casa di Agenone Agobaro De' Grandis Riccoraro, uno dei due protagonisti miliardari di Grattacieli di Germano Zullo.

tura come forma di espressione artistica. Per questo citeremo solo alcuni testi alle cui bibliografie rimandiamo per una trattazione più estesa: nell'ambito delle scienze grafiche si segnala *Intelligenza grafica* [Cicalò 2016], in ambito pedagogico *Arti visive nella didattica* [Panciroli 2012] e in ambito psicologico *Il significato del disegno infantile* [Oliviero Ferraris 2012].

La ricerca che qui si presenta sinteticamente (i libri catalogati sono oltre 150) è una indagine di tipo storico-comparativo, in cui viene identificato un *medium* specifico – gli albi illustrati per l'infanzia – come supporto del processo di educazione al patrimonio e il cui sistema di rappresentazione specifico è il disegno dell'architettura.

I libri presi in esame vengono analizzati principalmente dal punto di vista iconografico e iconologico, e in un secondo momento dal punto di vista pedagogico: il cui risultato, in sostanza, si realizza con la definizione di una organizzazione tassonomica e con l'esegesi di alcuni casi studio che si possono "leggere" (letteralmente o metaforicamente) secondo una stratificazione semantica di grande profondità [Luigini 2018b].

Segni e disegni

I casi studio raccolti sono diversificati per origine, tecnica e *target*, ma hanno in comune il protagonismo dell'architettura (o del design) sia nella sua forma autoriale che anonima, sempre con una caratterizzazione utile al processo di *transfer* cognitivo che nel giovane lettore consente la formazione di quella competenza spaziale e figurativa che richiamavamo precedentemente.

Inoltre, nell'interesse di sottolineare come questi albi illustrati [2] detengano attualmente il potenziale educativo all'architettura già anticipato, abbiamo utilizzato come ulteriore criterio per la selezione dei volumi la loro attuale presenza nei cataloghi dei rispettivi editori [3].

Nell'organizzazione tassonomica abbiamo identificato alcune categorie che descriveremo nel dettaglio di seguito.

Le categorie identificate sono:

- storie ambientate in architetture d'invenzione;
- storie contenenti architetture autoriali;
- libri di viaggio;
- libri *non-fiction*;

- libri editi da architetti;
- monografie di architettura.

È chiaro come queste categorie possano talvolta risultare interconnesse e alcuni libri potrebbero essere annoverati sia in una che in un'altra. Ad esempio, alcune monografie di architettura, così come i libri di viaggio, di per sé non hanno come fine la narrazione di una storia, e sarebbe quindi possibile annoverarle nella categoria *non-fiction*. Come alcuni libri che raccontano storie contenenti architetture autoriali sono di fatto delle monografie di architettura o design [4]. Oppure la categoria dei libri editi da architetti che precedentemente avevamo considerato come una sottocategoria dei libri *non-fiction* [Luigini 2018b] perché nella quasi totalità dei casi ne condividono l'approccio di base non narrativo, ma che con l'aumentare della raccolta di testi ascrivibili a questa categoria si è potuto verificare come alcune peculiarità – che presenteremo di seguito – la rendessero una categoria di fatto autonoma.

La descrizione dei libri che accompagneranno le varie categorie tassonomiche, in questa sede, è operata con criteri di innovazione rispetto alla tradizione letteraria, qualità grafica e rappresentativa.

Architetture d'invenzione

Nella storia narrata nel libro di Germano Zullo *Grattacieli* [Zullo 2018] (fig. 1), due eccentrici miliardari competono nella realizzazione della dimora più sfarzosa e bizzarra, partendo da due palazzi su cui, pagina dopo pagina, tramite l'opera di architetti dai nomi improbabili (Arthur J. Sciacallo o Géraldine du Rezza), si configurano addizione di nuove stanze e nuove funzioni: dalla più ragionevole "cucina ultramoderna" e "mosaico di smeraldi, rubini e zaffiri" fino al "cinema" alla "cabina armadio da 6.000 posti" e alla "piscina con generatore di onde". Una rivalità dissennata, dove l'epilogo sembra essere già scritto nelle traballanti strutture disegnate con uno stile asciutto – quasi a memoria degli esecutivi da cantiere – ricchi di dettagli che divengono espedienti per la narrazione. Anche la pagina del libro assume un proprio ruolo e, rafforzata dall'adozione di una proiezione mongiana, presenta i limiti del foglio in cui la linea di terra resta invariata per tutto il libro e il cui vuoto nella parte superiore delle prime pagine sembra contenere virtualmente lo spazio dell'immaginazione di quella continua invenzione figurativa che la storia si dimostrerà [5].

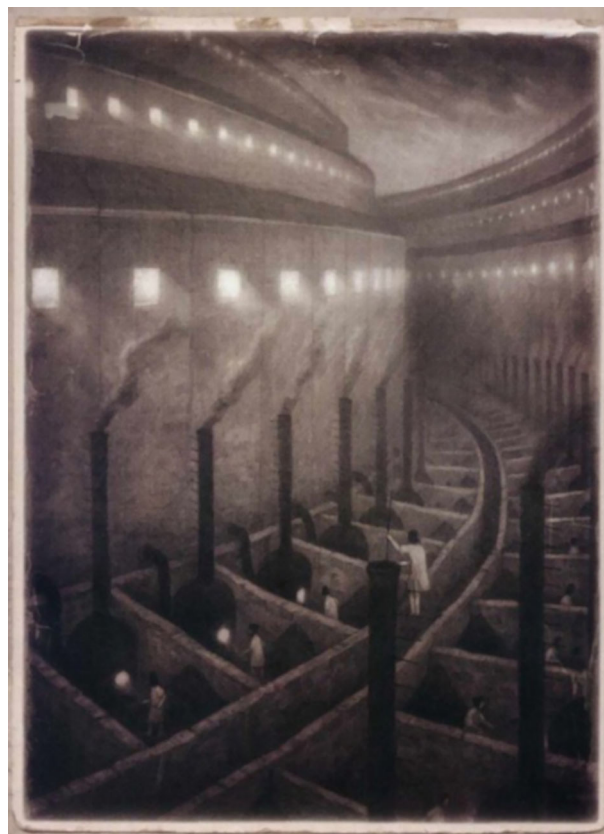


Fig. 2. Illustrazione tratta da *L'approdo di Schuan Tan* con la prospettiva dichiaratamente ispirata alla celeberrima incisione di Gustav Doré *Over London by rail* del 1872.

Distante dalla spensieratezza e dall'ironia del libro appena ricordato – ma distante anche per la scelta stilistica che forse dichiara una più ampia *odience* rispetto al precedenti – *L'approdo* di Schuan Tan [Tan 2016] (fig. 2) è un *silentbook* che ha ricevuto meritata notorietà a livello internazionale per l'eleganza delle ambientazioni, la raffinata tecnica grafica e soprattutto per la capacità narrativa di un tema così controverso come l'emigrazione. Il protagonista lascia il proprio luogo d'origine e i propri affetti per trovare fortuna altrove, ma questo "altrove" si rivela molto rapidamente un luogo da interpretare, dove ogni cosa è diversa dalla propria esperienza pregressa. La bellezza delle ambientazioni disegnate da Tan è tale che anche in momenti drammatici della narrazione l'occhio è attirato dalle prospettive a volo d'uccello, o da altre a occhio di formica, per scorrere di edificio in edificio una moltitudine di invenzioni architettoniche che in molti casi dichiarano il proprio debito nei confronti di riferimenti diretti, mai celati: è così per una chiesa che sembra ricordare il Duomo di Siena o per la grande sala dove arrivano gli emigranti disegnata sul modello della sala dove arrivavano realmente gli emigranti a Ellis Island, ma soprattutto la prospettiva delle adespote case a schiera ripresa, per stessa ammissione dell'autore, dalla celeberrima incisione

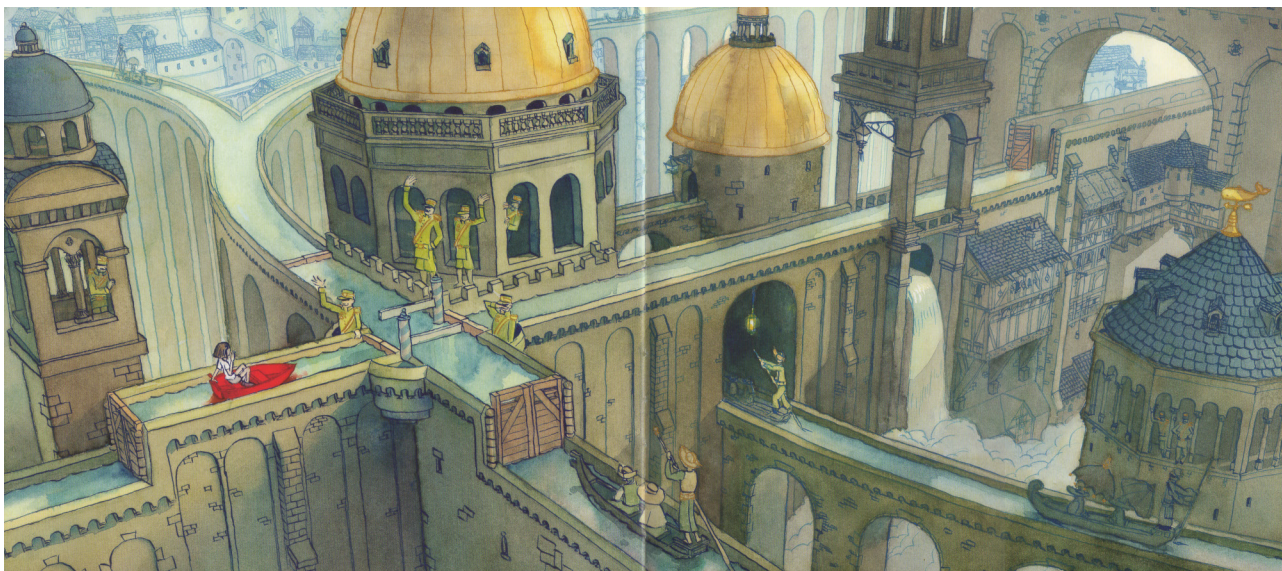
di Gustav Doré *Over London by rail* tratto da *London. A pilgrimage* del 1872.

Aaron Becker ha pubblicato una fortunata trilogia di *silentbook* composta da *Viaggio*, *Scoperta* e *Ritorno* (fig. 3). Sono tre storie di una bambina che come una moderna Alice, entra in un mondo fantastico attraverso una piccola porticina, ma la sorprendente invenzione, probabilmente autobiografica, sta tutta nel modo in cui questa porticina si materializza nel libro: la bambina, infatti, trova a terra nella sua stanza grigia un gessetto rosso ed è con questo gessetto che disegna sul muro la porta attraverso cui la storia prende vita. Il disegno, in questo caso, diventa il luogo dell'immaginazione, il luogo del progetto di architetture fantastiche, e tramite il disegno la protagonista diventa libera.

Architetture autoriali

Quando un lettore privo di competenza specifica approccia un albo appartenente a questa categoria, potrebbe non distinguerlo da quelli della categoria precedente, interpretando come "stravaganti" o mere "curiosità" le soluzioni formali e spaziali degli edifici e degli oggetti che incontra

Fig. 3. Tavola tratta da *Il viaggio* di Aaron Becker, che presenta una versione attualizzata di Alice nel Paese delle meraviglie.



nella narrazione. Probabilmente solo in alcuni casi, e specificatamente in quelli in cui si illustrano edifici storici, potrebbe essere possibile un riconoscimento valoriale che eleva i soggetti di queste illustrazioni a veri e propri monumenti. Significativo è il caso del crocevia di personaggi dal nome "Frank" in *Young Frank, architect* [Viva 2013] illustrato da Frank Viva, in cui si racconta la storia del giovane Frank, che si sente architetto e costruisce bizzarri grovigli di oggetti, e l'anziano Frank – il nonno –, anche lui architetto, che redarguisce il nipote per la mancanza di regole nella composizione dei propri artefatti. Per questa distanza di approcci e per un momento di demotivazione del piccolo Frank decidono di visitare il MoMA di New York, dove i due conoscono le opere, tra le altre, di altri due "Frank" – Frank Gehry e Frank Lloyd Wright – rendendosi conto che nonno Frank aveva perso l'entusiasmo per la scoperta, per l'emozione dell'architettura. Il libro, per le ambientazioni ricercate, è denso di citazioni colte di oggetti di design del Novecento, e questo lo rende ancora di più un valido strumento di educazione al patrimonio e all'architettura.

Un altro albo esemplare è l'interpretazione dell'illustratore statunitense Steve Guarnaccia del classico della letteratura per l'infanzia *I tre porcellini* [Guarnaccia 2009] in cui prima di tutto caratterizza i tre protagonisti – che notoriamente "costruiscono case" – come i tre più importanti architetti nordamericani del Novecento, ovvero Frank Lloyd Wright, Philip Johnson e Frank Owen Gehry, e successivamente costella l'ambiente narrativo di capolavori dell'architettura del secolo scorso passando dalle ville di Greene&Greene alla Glass House di Johnson, dalla torre Einstein di Mendelssohn alla Fallingwater di Wright (fig. 4), dalla Gehry House alla Piramide del Louvre. Ogni singolo ambiente in cui la storia si svolge e ogni oggetto presente nella storia – fatto salvo una curiosa betoniera-giocattolo *à pois* – è tratto dalla storia dell'architettura e del design del Novecento. Ma l'innovazione di Guarnaccia rispetto ad altri testi simili si manifesta nella guardia e nella controguardia del volume dove, lungi dall'essere un espediente decorativo, ripropone tutti i disegni delle opere contenute nel volume indicandone titolo, autore e anno. Guarnaccia costruisce una "mappa" con cui navigare i capolavori da lui disegnati ma non solo: consente all'adulto che legge la storia al bambino – la favola è adatta dai 2 ai 5 anni circa, quindi la lettura della componente testuale deve essere necessariamente mediata da un adulto – di poter trovare egli stesso la moltitudine di storie che si celano dietro ogni disegno [Luigini 2017]. Dall'architettura di Gehry e del Decostruttivismo a Johnson e tutti gli stili da

Fig. 4. La Fallingwater di Frank Lloyd Wright tratta da *I tre porcellini* di Steven Guarnaccia.

Fig. 5. Illustrazione raffigurante la Fontana di Trevi tratta da *This is Rome* di Miroslav Šašek.



lui padroneggiati, da Ian Ming Pei a Piacentini, dal Neoplasticismo a Mies van der Rohe, da Buckminster Fuller a Achille Castiglioni: tutto diventa accessibile grazie all'illustrazione di Guarnaccia.

Nel 2018 Mario Bellini, al quale l'Unione Italiana per il Disegno ha assegnato la targa d'oro UID nello stesso anno, ha curato *Il design spiegato ai bambini* [Bellini 2018], con le illustrazioni di Erika Pittis, in cui racconta, partendo dalla propria infanzia, i suoi progetti e i principi che li hanno ispirati. Un percorso nella storia del design italiano attraverso l'opera dell'autore che si prefigge l'obiettivo di trasferire non tanto il valore dei progetti dell'architetto, quanto il percorso autobiografico alimentato dalla passione, dalla curiosità, dalla necessità di esprimere una creatività emotiva.

Viaggio

Il viaggio è sempre stato un tema ricorrente nella letteratura per l'infanzia, e se in molti casi acquisisce il significato di un percorso alla ricerca di una crescita interiore, della

felicità o della scoperta del mondo (dalle epiche peripezie erculee a *Cappuccetto Rosso*, passando per *I Viaggi di Gulliver* di Johnatan Swift e molti altri anche più recenti, come del resto i già citati *L'approdo di Tan* e la trilogia di Becker), c'è da sottolineare come negli ultimi decenni si siano moltiplicati i libri di viaggio per bambini dedicati al turismo reale. E perché no, anche immaginato, ma pur sempre ambientato in luoghi reali.

Singole città o interi continenti, raccontati ai bambini dagli illustratori, si propongono come un caleidoscopio di punti di vista inediti, eterodossi, spesso semplificati ma mai ingenui, sulla architettura e i monumenti.

Miroslav Šašek, nato nel 1916, nel neo-stato della Cecoslovacchia, dopo aver studiato architettura e ritrovatosi esule dalla sua terra natia, illustra il celeberrimo *This is Paris* nel 1959, replicando successivamente il suo approccio e la proposta editoriale per decine di altre città, tra cui, nel 1960, Roma [Šašek 1960].

This is Rome (fig. 5) è formato da 27 tavole ad acquerello di formato 46x31,2cm, composte da circa 100 disegni e testi dello stesso autore, di cui almeno 30 sono disegni

Fig. 6. Alcune pagine tratte da *Opposites with Frank Lloyd Wright*.

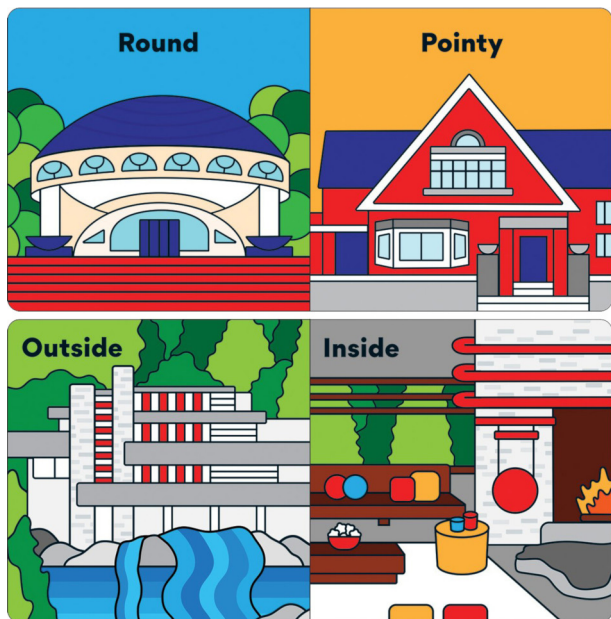


Fig. 7. Pagine dedicate a Berlino tratte da *Metropolis* di Benoit Tardif.



architettonici o di scorci urbani. In alcuni casi è utilizzata una tecnica mista che consiste nell'inserire le foto in bianco e nero di alcune opere scultoree nei suoi disegni [6]. L'approccio generale, raccontato dallo stesso Šašek, è quello di uno straordinario disegnatore-viaggiatore, che si aggira come un naufrago volontario nella stupefacente ricchezza delle città che visita: racconta egli stesso che amava perdersi per le strade e nelle piazze portando con sé un taccuino per disegnare, partendo dalla visita dei monumenti principali per poi proseguire fino a scoprire alcuni caratteri sostanziali, ma talvolta nascosti, delle diverse realtà urbane che attraversava. Dal vero impostava numerosi schizzi – un *urban sketcher ante litteram* – che successivamente rielaborava e impaginava componendone spesso più di uno in un'unica tavola. Il suo tratto veloce, chiaro e mai consueto, unito a una narrazione diretta e spesso ironica ha reso i suoi libri illustrati dei veri capolavori, ancora oggi, alla soglia dei sessant'anni dalla prima edizione, regolarmente disponibili nelle librerie di tutto il mondo. La predilezione, poi, per la prospettiva centrale, e una più rara applicazione della prospettiva accidentale, è indicazione di un approccio stilistico che concede una lettura chiara ed approfondita sia degli schemi proporzionali – ad esempio della Fontana di Trevi o della scalinata di Trinità dei Monti – che dei partiti decorativi, rappresentati talvolta con un dettaglio che non ci si aspetterebbe in un albo illustrato per l'infanzia.

Metropolis di Benoit Tardif [Tardif 2017] (fig. 7) è una guida visuale di trentadue grandi città del mondo, dedicato anche, ma non esclusivamente, ai bambini. Il libro ha una impostazione che ricorda, più che un album cartaceo di fotografie e ritagli, una raccolta di scatti ripresi con lo smartphone e visualizzate sotto forma di *thumbnails*, dove il testo è ridotto alle indicazioni del soggetto di ogni singolo disegno e dove il racconto visuale cattura interamente l'attenzione del lettore. I disegni sono molto schematici, colorati con tinte piatte e sature e una economia di dettagli dei singoli edifici che sembra favorire il maturare della esigenza di una esperienza diretta: sarà utile per comprenderne il valore, tener conto del fatto che questi libri sono stati progettati e realizzati in un'epoca di sovraesposizione visuale, e che le immagini ad alta definizione di ogni singola opera sono alla portata di chiunque e raggiungibili con pochi click. Il disegno, così, è libero di esprimere altri valori a discapito della verosimiglianza, promettendo – più che svelando – la bellezza della visita delle città che racconta.

Non-fiction

Negli anni dell'abuso del termine “*storytelling*”, si è probabilmente sentita la necessità di definire unitariamente quell'eterogeneo insieme di libri senza contenuto narrativo, che non racconta storie. Anche nella offerta editoriale per bambini la distinzione – a dire il vero non sempre così netta – tra i libri che seguono una trama e libri che presentano contenuti con intenti alternativi alla narrazione, si fa sempre più necessaria. Il carattere particolare di questa categoria richiede una maggiore specificazione nelle sottocategorie che introduciamo qui di seguito.

Libri di concetto

Alcuni libri introducono concetti e nozioni elementari ai bambini e in casi esemplari utilizzano opere di architettura o design per perseguire il proprio scopo, anche se apparentemente estraneo dal contesto creativo.

Due piccoli libri illustrati, ad esempio, utilizzano quelli che potremmo definire i “grafemi” (Luigini 2018a) del linguaggio architettonico di Frank Lloyd Wright per introdurre i bambini – probabilmente della fascia di età 2-4 anni – alle forme geometriche e agli “opposti”. *My first Shapes with Frank Lloyd Wright* [Ortiz 2017] e *Opposites with Frank Lloyd Wright* [Ortiz 2018] (fig. 6) sono due piccoli volumi che tramite architetture disegnate educano alla classificazione delle forme geometriche (quadrato, cerchio, triango-

Fig. 8. Illustrazione che raffigura lo zio Oscar seduto a una delle sue ventisei sedie d'autore tratta da *Uncle Oscar's chair. From A to Z.* di Magnus Englund e Daniel Frost.



Fig. 9. Tavola del libro *Le nostre città ieri e oggi*. L'immagine in alto riproduce il libro così come si vede ad occhio nudo, mentre le tre immagini in basso simulano la visione del libro attraverso le tre lenti colorate rossa, verde e blu.



lo etc.), il primo, e alla distinzione di concetti opposti tra loro (caldo/freddo, dentro/fuori, giorno/notte etc.) il secondo. In questo caso, tramite la sapiente elaborazione grafica dell'illustratore, le architetture di Frank Lloyd Wright diventano forme geometriche in bilico tra una sintassi figurativa e una grammatica astratta, senza tradire il segno originario e mantenendo perfettamente riconoscibili tutte le opere.

ABC

Aggiungendo sullo sfondo una componente narrativa [7], *Uncle Oscar's Chairs. From A to Z* di Magnus Englund e Daniel Frost [Englund, Frost 2018] (fig. 8) è la descrizione della visita di due bambini al proprio zio e dei racconti di quest'ultimo riguardanti le ventisei sedie che tiene attorno a un grande tavolo, ognuna con un nome che inizia per una lettera diversa dell'alfabeto. Alla vista delle incredibili sedie dello zio Oscar i piccoli Jack e Molly non riescono a frenare la propria curiosità, e inizia così un viaggio tra i capolavori del design del Novecento in uno scambio di domande e risposte tra i protagonisti che si intreccia tra storia, progetto e immaginazione. A dimostrazione dell'intento antologico, gli autori indicano in alto a destra di ogni singola tavola, in modo didascalico e catalogatorio, il nome della sedia, l'autore e l'anno di produzione.

Libri di referenza e atlanti

Tra i libri *non-fiction* un certo numero è dedicato alla presentazione di informazioni riguardanti i temi più disparati, dalla storia alle scienze, dalla natura alle biografie di personaggi storici, e sono organizzati solitamente secondo criteri cronologici o tematici. In questo panorama variegato si possono incontrare spesso libri che affrontano in qualche modo il tema dell'architettura e i temi ad essa limitrofi (la città, il design etc.).

Il libro *Case nel mondo*, edito da Electa Kids [Pesce, Tonello 2018] (fig. 10) con i testi di Maria Paola Pesce e le illustrazioni di Martina Tonello, ci accompagna in un viaggio immaginario tra luoghi diversi e distanti, dislocati su tutto il globo e caratterizzati da climi e culture differenti. La narrazione è solo un espediente per introdurre le illustrazioni a doppia pagina – 54,4x37 cm – in cui le case si vedono immerse nei loro ambienti (urbani o rurali) e di cui si possono osservare minuziosamente le destinazioni degli ambienti che le compongono ma anche gli arredi e gli oggetti che insieme a discreti personaggi, le abitano. Sono illustrazioni che parlano della quotidianità domestica e che introducono il lettore a una comprensione dei rapporti tra gli spazi e le loro funzioni.

Di grande interesse la serie editoriale 'Libri Lente' dell'editore italiano Sassi junior, è composta da quattro volumi di cui tre su argomenti scientifici (corpo umano, animali e natura) e uno su tema storico-architettonico. Quest'ultimo, intitolato *Le nostre città ieri e oggi* [Trevisan, Borgo 2017], mostra tredici metropoli, tra grandi città e capitali di tutto il mondo (Parigi, New York, Londra, Roma, Berlino, Dubai, Tokyo etc.), tramite disegni di scorci urbani i cui protagonisti sono celeberrimi monumenti architettonici, con l'aggiunta di una planimetria urbana sullo sfondo. Ma l'aspetto di primario interesse è il dispositivo di rappresentazione utilizzato: una "maschera" attraverso cui guardare il libro, presenta tre lenti colorate (rossa, blu e verde) ognuna delle quali inibi-

Fig. 10. Due case dal libro *Case nel mondo* di Maria Paola Pesce e Martina Tonello.



sce la sensazione-percezione dei tratti della figura disegnati nello stesso colore, svelando così, o meglio rendendo visibile, di volta in volta una parte differente dell'illustrazione (fig. 9). La lente rossa ci mostra lo scorcio di città e il monumento *com'era ieri*, la lente verde *com'è oggi*, e la lente blu ci mostra la planimetria con l'indicazione della posizione del monumento, ovvero il *dov'è*. Il lettore può così riconoscere i grandi monumenti ormai allo stato di rudere (Partenone e Colosseo) e vederli come erano al tempo della loro edificazione, oppure i grandi monumenti moderni e contemporanei (Tour Eiffel, Burj Khalifa, Empire State Building o l'incrocio di Shibuya a Tokyo) per vederli com'erano in costruzione, o com'erano le città prima della loro realizzazione. Il tutto contestualizzato con personaggi e mezzi di trasporto, terrestre o aereo, dell'epoca.

Architetti editori

Molti dei libri elencati nell'intera tassonomia sono scritti o illustrati da architetti, ma alcuni di questi – nello specifico quelli elencati nella presente categoria – sono differenti almeno per una peculiarità: le proposte editoriali qui presentate – parlare di “libri” ci pare possa risultare un limite semantico – hanno a che fare, come singoli titoli o come interi progetti editoriali, con il “fare progettuale” più che con la storia dell'architettura. Sono *experience-book*, per il progetto visuale o spaziale di configurazioni architettoniche o urbane. In alcuni casi invitano il lettore a interpretare le architetture e gli scorci urbani, in altri a descrivere graficamente la propria esperienza quotidiana.

La casa editrice indipendente Tower Block Books [<http://towerblockbooks.com>] è stata fondata da una designer e

un architetto e i libri che pubblicano hanno generalmente come tema il rapporto tra architettura e immaginario soprattutto, ma non solo, infantile. Nel loro *The Big Letter Hunt* [Amandine, Nieto Ferreira 2014; Amandine, Nieto Ferreira 2016] la scoperta della città diventa un gioco di rimandi tra fotografia e tipografia, con cui scoprire gli alfabeti nascosti negli scorci architettonici che si susseguono nell'esperienza urbana. Un gioco di forme e punti di vista in una prospettiva mutevole, che promuove un atteggiamento di osservazione capace di coniugare realtà e astrazione, visione volumetrica e proiezione bidimensionale.

Tutti i titoli della Tower Block Books riguardano l'architettura, anzi, come dichiarano esplicitamente nella loro pagina web aziendale, riguardano i “luoghi”: città, strade, ambienti domestici, ma pur sempre spazi rilevanti. Come nel caso di *My bedroom* [Nieto Ferreira, Bowers 2017] o di *What did Alex see?* [Nieto Ferreira, Vigrass 2017] ed è in preparazione una pubblicazione sugli edifici pubblici che si profila come interessante perché frutto di una *call for drawing* a cui hanno partecipato oltre 250 illustratori da oltre 45 Paesi.

L'architetto e illustratrice francese Fanny Millard ha pubblicato diversi volumi per l'infanzia, tutti in qualche modo incentrati sul tema della elaborazione di configurazioni spaziali. Alcuni, forse più vicini a monografie di architettura, ma con una componente esperienziale fondamentale, sono dei libri che presentano i monumenti parigini o francesi da ridisegnare collegando una serie di punti numerati. Ancora meno narrativo di altri, basati interamente sulla costruzione di esperienze di spazializzazione in cui corpo, spazio e libro diventano parti indispensabili di un insieme significativo, *Basic Space. Le premier livre maquette* [Millard 2016] (fig. 11) e *Organic Space. Le livre maquette pour découvrir le paysage* [Millard 2017] sono degli *experience-book*, utili a elaborare

Fig. 11. *Organic Space. Le livre maquette pour découvrir le paysage* di Fanny Millard. I libri esperienziali si possono configurare liberamente e aggregare con altri per costruire una miriade di paesaggi immaginari.



e esplorare configurazioni multiple a partire da un unico oggetto-libro o da più oggetti-libro combinati tra loro.

Alla stregua dei libri di Fanny Millard, anche altri autori hanno elaborato progetti editoriali che fanno dell'esperienza una modalità di formazione alla creatività e al *problem solving*. Sarà utile ricordare i kit dello Studio Roof come *Archiville* o la serie delle capitali del mondo (da Barcellona a Londra, da New York a Tokyo) che costituiscono una selezione di monumenti dell'architettura antica, moderna e contemporanea capace di identificare elementi simbolo delle singole città.

In fine citiamo il kit *Stampville* [Débat 2017] (fig. 12), un insieme di timbri contenenti gli elementi basilici di una grammatica architettonica adattabile sia a contesti tradizionali che, liberamente composti, a contesti più ricercati, innovativi e contemporanei.

Monografie

Questa categoria tassonomica è sicuramente una di quelle capaci di attrarre maggiormente la nostra attenzione per il diretto rapporto tra la illustrazione per l'infanzia e l'architettura autoriale, ma anche perché l'obiettivo pedagogico principale – pur non esclusivo – di questi volumi è avvicinare i piccoli lettori all'architettura moderna e contemporanea.

Negli ultimi anni i volumi di questo genere si sono moltiplicati, e sulla scorta delle modalità narrative simili ai libri di viaggio, è possibile raccontare direttamente, e senza filtri o mediatori ulteriori, l'opera di grandi architetti, da Antoni Gaudì a Zaha Hadid, passando per opere significative come la Fallingwater di Frank Lloyd Wright.

Come racconta Janette Winter, la gestazione del libro *The World Is Not a Rectangle: A Portrait of Architect Zaha Hadid* [Winter 2017] è durata alcuni anni perché, dal momento in cui lei rimase colpita dall'architettura della Hadid, ha prima di tutto cercato di conoscere il progettista tramite libri di architettura, secondo l'autrice troppo specialistici e impenetrabili ai non addetti ai lavori per poi provare a comprenderla seguendone conferenze e interviste su *Youtube* per sentire dalla sua viva voce le descrizioni dei progetti e dell'iter progettuale. Questo approccio diretto alle parole della Hadid ha consentito alla Winter di disegnare le proprie illustrazioni come rappresentazioni di memorie o sogni dell'*archistar* anglo-irachena portando il lettore ad una conoscenza intima e profonda del personaggio e del suo approccio al progetto.

Fig. 12. Kit *Stampville* per costruire immagini di architetture e città partendo dagli elementi base dei singoli timbri.

Fig. 13. Tavola tratta da *The World Is Not a Rectangle: A Portrait of Architect Zaha Hadid* di Janette Winter in cui si vede una Zaha Hadid intenta a disegnare.



I libri della serie *Who Built That?* di Didier Cornille [Cornille 2014a; Cornille 2014b; Cornille 2016] (fig. 14), invece, sono probabilmente dedicati a un pubblico di una fascia più alta di età, perché sono organizzati come atlanti didascalici e i progetti vengono presentati partendo da una breve biografia dell'autore, per poi continuare con una descrizione dell'opera e successivamente i disegni, quasi sempre più di uno. I disegni di Cornille sono inconfondibili: i suoi tratti colorati e minimali, dettagliati e precisi, fanno riferimento ai canonici modelli proiettivi, passando di volta in volta da una prospettiva a occhio di formica a una assonometria obliqua o a una prospettiva centrale, con alcuni passaggi tramite un esploso assonometrico. L'immaginario di Cornille è legato a doppio filo col mondo dell'architettura e del design: diplomatosi all'Ecole de Beaux-Arts di Lille dopo il suo incontro con Ettore Sottsass ha lavorato egli stesso come designer. Da queste esperienze l'illustratore francese ha derivato il suo tratto autografo, così familiare a chi si occupa di disegno dell'architettura da far pensare che i destinatari dei suoi libri non siano solo i bambini della scuola primaria ma, probabilmente, anche gli architetti e i designer. Ad ogni modo questi volumi restano in bilico tra la monografia specialistica e la narrativa, portando l'architettura nelle letture dei bambini, ma attraverso storie ispirate alla realtà o storie d'invenzione. In questo caso, come chiariremo più in dettaglio nelle conclusioni, il di-

segno dell'architettura si fa mediatore tra la complessità dell'opera e le capacità cognitive del lettore, consentendo di fatto una percezione che non sarebbe possibile neppure in presenza dell'opera originale.

Conclusioni

Il nostro lavoro è consistito, come è chiaro dalle sintetiche e quantitativamente limitate descrizioni riportate fin qui, nella catalogazione tassonomica e nella analisi di ogni volume secondo quattro codici differenti: a) il *codice iconico*, b) il *codice grafico* e *tipo-grafico*, c) il *codice di mediazione* e d) il *codice pedagogico*.

Il *codice iconico*, chiaramente, riguarda le qualità rappresentative delle illustrazioni, il loro carattere, il loro livello di modellazione rispetto al soggetto reale, il loro sistema proiettivo ed altre caratteristiche a queste analoghe. Il *codice grafico* e *tipo-grafico* riguarda le modalità con cui le illustrazioni sono presentate al lettore, il rapporto con il testo, le scelte dei materiali e del formato. Il *codice di mediazione* riguarda il modo in cui l'illustrazione rende possibile non solo il "riconoscimento" di un determinato soggetto (in questo caso architetture e oggetti di design notevoli), ma soprattutto la sua capacità di mettere in moto il *transfert* cognitivo e, successivamente, sviluppare nella memoria quell'immaginario

Fig. 14. Disegno raffigurante il Ponte di Brooklyn tratto da un libro della serie *Who Built That?* di Didier Cornille.



che rende l'esperienza di lettura realmente formativa. Infine il *codice pedagogico*, in parte integrato con il precedente, riguarda l'obiettivo formativo specifico, che può essere lo sviluppo della creatività (*Iggy Peck Architect* o *Stampville*), la cognizione spaziale (i libri di Fanny Millard o quelli della Tower Brick Books), la costruzione di un immaginario specialistico (*I tre porcellini* di Guarnaccia o *Baby's first Eames*) o la formazione di una idea metaforica della crescita personale (*Il Viaggio* di Aaron Becker) ma anche altri.

Ciò che però risulta dallo studio di questi volumi è che la nostra ipotesi iniziale pare valida in ogni caso: la rappresentazione dell'architettura, in questo contesto specifico, è il *medium* ottimale per portare a termine i processi necessari al raggiungimento degli obiettivi pedagogici che abbiamo elencato. Questo accade per alcune ragioni, la cui principale, probabilmente, è la mediazione che il disegno consente tra la complessità dell'opera nella realtà e il lettore, mediamente un bambino di età compresa tra i due e gli undici anni. Il disegno, frutto della discretizzazione della realtà compiuta dall'illustratore, rende finalmente accessibile una espressione artistica complessa come l'architettura ad un pubblico altri-

menti impermeabile. Ma il disegno dell'illustratore non è l'unico disegno che entra in questi processi: senza dilungarsi sul ruolo pedagogico del ri-disegno, che diamo per acquisito, è evidente come questa discretizzazione (e se vogliamo, semplificazione) renda accessibile l'opera di architettura non solo allo sguardo del bambino, ma anche alle sue mani, alle sue capacità grafiche. Allora in ambito didattico, così come stiamo già sperimentando, è possibile strutturare unità didattiche che contengano fasi di disegno del bambino, prendendo a modello le illustrazioni dei libri. Disegnando, quindi, ciò che non sarebbero in grado di disegnare dal vero o guardando una immagine fotografica.

Il disegno, in questi casi ancora di più, rappresenta – “rende presente” – l'architettura in un modo che i bambini la possano “leggere” – con lo sguardo e col proprio disegno – e così facendo si rende concreta un'arte che, altrimenti, resterebbe invisibile agli occhi dei bambini. È, quindi, tramite il disegno che i bambini possono essere educati al patrimonio e conoscere, più o meno approfonditamente, ma sempre da più punti di vista – figurativo, plastico, spaziale, storico, esperienziale, immaginifico etc. – l'architettura e le sue possibili declinazioni.

Note

[1] La direttiva MIUR 107/2016 riconosce il ruolo formativo del patrimonio culturale, e viene seguita l'anno successivo dal Piano nazionale per l'*Educazione al patrimonio culturale*. Di fatto, seppur la diffusione di queste politiche è piuttosto incentivata, le attività sono tuttora in fase di sviluppo, e manca ancora una validazione complessiva. Un parallelo potrebbe essere suggerito con le analoghe politiche francesi, promosse già da tempo, i cui riferimenti sono reperibili in Casonato 2017, note 1-3.

[2] Nella letteratura scientifica specialistica si predilige il “termine albo” illustrato, anziché “libro illustrato”, perché nel caso della letteratura per l'infanzia i testi sono prevalentemente composti da figure; il rapporto tra immagini e testi è diametralmente opposto a quello di un libro illustrato dove le immagini descrivono il testo che sarebbe leggibile autonomamente e talvolta quest'ultimo manca del tutto – in questo caso si parla di *silent-book* – come la numerazione delle pagine che di norma è assente. Anche la dimensione e le caratteristiche fisiche del libro favoriscono non solo la maneggevolezza per i bambini, ma anche la riproduzione più ampia e dettagliata delle illustrazioni. Per una trattazione completa del tema si veda: Faeti 1972; Farnè 2002; Beseghi 2006; Beseghi, Grilli 2011; Terrusi 2012.

[3] La ricerca si è sviluppata a partire dalla fine del 2016 al oggi e l'integrazione di nuovi titoli avviene con un tale ritmo da far pensare che la produzione di questi albi illustrati stia seguendo un trend in crescita.

Autore

Alessandro Luigini, Facoltà di Scienze della Formazione, Libera Università di Bolzano, alessandro.luigini@unibz.it

Basti pensare che nei sei mesi che intercorrono da settembre 2018 a febbraio 2019 sono stati inseriti in tassonomia oltre venti titoli.

[4] È così per l'edizione di Steven Guarnaccia de *I tre porcellini* e *Riccioli d'oro* e *i tre orsi*, e alcuni altri.

[5] Marcella Terrusi parla del *gap* che si crea nello spazio vuoto tra il testo e le immagini, e che «presuppone la presenza attiva di un 'lettore implicito', un lettore cioè capace di avventurarsi in quegli spazi vuoti per costruire la sua interpretazione del testo, la sua comprensione e personale immaginazione, nel meccanismo attivo della lettura e nella scoperta del testo» [Terrusi 2012, p. 99].

[6] Tecnica che successivamente svilupperà nell'ironico *Questa non è una pietra* [Šašek 2018], recentemente riedito da Quodlibet, dove, a seguito di un suo soggiorno romano, alcune statue classiche e rinascimentali vengono reinterpretate in improbabili e dissacranti situazioni: così il Mosè di Michelangelo si ritrova a viaggiare in Vespa, la *Medusa* del Bernini dal coiffeur e *Marco Aurelio* a dispensare caffè in un bar.

[7] Come già ricordato alcuni testi travalicano i limiti di una classificazione tassonomica e contengono componenti ascrivibili a più categorie. In questo caso il volume sarebbe potuto essere catalogato analogamente a *Il design spiegato ai bambini* di Mario Bellini, ma abbiamo preferito evidenziare il carattere metodologico tipico degli *ABC books*.

Riferimenti bibliografici

- Amandine, A. Nieto Ferreira, R. (2014). *The Big Letter Hunt London East End*. London: Tower Block Books.
- Amandine, A. Nieto Ferreira, R. (2016). *Big Letter Hunt: London. An Architectural A-Z Around the City*. London: Tower Block Books.
- Bellini Mario. (2018). *Il design spiegato ai bambini*. Milano: Bompiani.
- Beseghi, E. (a cura di). (2006). *Infanzia e racconto. Il libro, le figure, la voce, lo sguardo*. Bologna: Bononia University Press.
- Beseghi, E., Grilli, G. (a cura di). (2011). *La letteratura invisibile. Infanzia e libri per bambini*. Roma: Carocci.
- Casonato, C. (2017). Images for Little Architects. Architecture and Architectural Drawing in Children's Books and Comics: An Interesting Case Study. In *Proceedings*, vol. 1, n. 9, pp. 1-12.
- Cicalò, E. (2016). *Intelligenza grafica*. Roma: Aracne.
- Cornille, D. (2014a). *Who Built That? Modern Houses. An Introduction on Modern House and Their Architects*. Hudson: Princeton Architectural Press.
- Cornille, D. (2014b). *Who Built That? Skyscrapers. An Introduction on Skyscrapers and Their Architects*. Hudson: Princeton Architectural Press.
- Cornille, D. (2016). *Who Built That? Bridge. An Introduction on Ten Great Bridge and Their Designers*. Hudson: Princeton Architectural Press.
- Débat, A. (2017) *Stampville*. Hudson: Princeton Architectural Press.
- Dewey, J. (1934). *Behaviour Development in Infants: A Survey of the Literature on Prenatal and Postnatal Activity 1920-1934*. New York: Columbia University Press.
- Englund, M., Frost, D. (2018). *Uncle Oscar's Chairs. From A to Z*. London: Paricolar Book.
- Faeti, A. (2011). *Guardare le figure. Gli illustratori italiani dei libri per l'infanzia*. Torino: Einaudi.
- Farnè, R. (2002). *Iconologia didattica. Le immagini per l'educazione: dall'Orbis Pictus a Sesame Street*. Bologna: Zanichelli.
- Guarnaccia, S. (2009). *I tre porcellini*. Mantova: Corraini edizioni.
- Klee, P. (1925). *Pädagogisches Skizzenbuch*. München: Albert Langen.
- Luigini, A. (2017). Disegnare architetture per educare al bello. Esegesi iconografica di un Picturebook di Steven Guarnaccia. In C. Panciroli (a cura di). *Infanzia - Le arti e l'Infanzia*, pp. 206-216. Parma: Bambini srl.
- Luigini, A. (2018b). *Dispîcère*. Formare lo sguardo all'architettura con i libri illustrati per l'infanzia/Dispîcère. To educate the gaze on architecture through picture books for children. In R. Salerno (a cura di). *Rappresentazione Materiale/Immateriale/Drawing as (in)tangible*. Atti del 40° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/XV Congresso UID. Milano 13-15 settembre 2018, pp. 1293-1298. Roma: Gangemi Editore International.
- Luigini, A. (2018a). *Grafemi e tipi standard. Una metodologia per l'analisi evolutiva dell'Opera di Oscar Niemeyer*. Roma: Aracne.
- Millard, F. (2016). *Basic Space. Le premier livre maquette*. Bordeaux: EXTRA éditeur d'espaces.
- Millard, F. (2017). *Organic Space. Le livre maquette pour découvrir le paysage*. Bordeaux: EXTRA éditeur d'espaces.
- Nieto Ferreira, R., Bowers, J. (2017). *My Bedroom*. London: Tower Block Books.
- Nieto Ferreira, R., Vigrass, L. (2017). *What did Alex see?*. London: Tower Block Books.
- Oliverio Ferraris, A. (2012). *Il significato del disegno infantile*. Torino: Bollati Boringhieri editore.
- Ortiz, L. (2017). *My first Shapes with Frank Lloyd Wright*. New York: Mudpuppy.
- Ortiz, L. (2018). *Opposites with Frank Lloyd Wright*. New York: Mudpuppy.
- Panciroli, C. (2012). *Arti visive nella didattica*. Verona: QuiEdit.
- Pesce, M.P., Tonello, M. (2018). *Case nel mondo*. Milano: Mondadori Electa.
- Piaget, J. (1947). *La représentation du monde chez l'enfant*. Paris: Presses universitaires de France.
- Šašek, M. (1960). *Questa è Roma*. Milano: Fratelli Fabbri Editori.
- Šašek, M. (2018). *Questa non è una pietra*. Macerata: Quodlibet.
- Tan, S. (2016). *L'approdo*. Latina: Tunuè.
- Tardif, B. (2017). *Metropolis*. Firenze: Edizioni Clichy.
- Terrusi, M. (2012). *Albi illustrati. Leggere, guardare, nominare il mondo nella letteratura per l'infanzia*. Roma: Carocci.
- Trevisan, I., Borgo, A. (2017). *Le nostre città ieri e oggi*. Schio: Sassi science.
- Viva, F. (2013). *Young Frank, architect*. New York: MoMA Press.
- Winter, J. (2017). *The World Is Not a Rectangle: A Portrait of Architect Zaha Hadid*. San Diego: Beach Lane Books.
- Zullo, G. (2018). *Grattacieli*. Milano: Mondadori.

Pratiche e modelli di informazione e gestione

Il trasferimento dell'innovazione e le competenze per le nuove tecnologie

Le applicazioni professionali e industriali del disegno e del rilievo

Il disegno nel progetto contemporaneo tra interoperabilità e gestione del cantiere

A Living Architecture for the Digital Era

Carlo Ratti

The history of architecture has been punctuated by transformations sparked by sudden technological leaps. During the mid-1400s, into the context of a craft-based architectural tradition, Leon Battista Alberti introduced a mathematical approach to graphic representation. In doing so, he paved the way for Renaissance classicism: architecture focused on precision and representation through drafting rather than approximate construction by artisans. Four centuries later, steel and glass enabled engineers like Isambard Kingdom Brunel, Sir Joseph Paxton, and Gustav Eiffel to design daring and innovative structures that shattered the limits of what could be constructed. Soaring feats of technological prowess became a new aesthetic at the nexus of architecture and engineering. A generation later, at the crest of the mechanical era, Le Corbusier appropriated the tools and forms of mass

production, and concluded that the house is a machine for living in. Architecture was optimized not only from the standpoints of design and structural engineering but also from those of mass production and social function. Technological upheavals are the lurching steps of architectural progress, its driving force. Le Corbusier dreamt of “realiz[ing], harmonically, the city that is an expression of our machinist civilization.” Yet our civilization today has transitioned from mechanization to computation. The digital revolution—the convergence of bits and atoms—is poised to be the most radically disruptive change that has ever recast the design, construction, and operation of our built environment. Just as machines brought standardization and high output, digital tools can bring dynamism, variation, and responsiveness. The question now becomes, how will architecture evolve in the digital era?

Articolo a invito per inquadramento del tema del focus, non sottoposto a revisione anonima, pubblicato con responsabilità della direzione.



Fig. 1. Digital Water Pavilion (image credits: Claudio Bonicco). The Digital Water Pavilion, made for the 2008 World Expo in Zaragoza, Spain. The design teams at the MIT Senseable City Lab and Carlo Ratti Associati (CRA) created a reconfigurable space, with walls composed of digitally-controlled water droplets.

Initial attempts to address this question—to create dynamic architecture for the digital age—were form-based. Designers created evocative architectural sculptures that shout distinctive visual identities: Frank Gehry's iconic Guggenheim Museum Bilbao, for example, and the similar projects he has scattered around the world. These have ushered in a new aesthetic regime of irregular and organic buildings, often called “blobby” architecture. This new formal language was enabled in large part by parametric design software: digital tools that allow the architect to script an internal logic, input data values (objective contextual factors, zoning, or functionality requirements), and run an algorithm to negotiate those constraints and produce formal, often extraordinarily complex artifacts. Rather than detailing intricate specificities by hand, the architect writes parameters, and the computer churns out highly elaborate results. Parametric software opened a new arena where designers could radically question inherited formal assumptions about architecture. They explored the boundaries of possibility eagerly and productively, assuming that—given an opposition between rational and organic—non-gridded and complex forms have a more vibrant quality. Early theorists of parametric architecture characterized a new sensibility that aimed



Fig. 2. Future Food District: (image credits: Delfino Sisto Legnani). A 7,000 sq. m. thematic pavilion exploring how digital technologies can change the way that people interact with food for the 2015 World Expo in Milano, by CRA and supermarket chain COOP Italia.

for “maximal emphasis on conspicuous differentiation” [Schumacher 2008].

The highly visible 2004 Venice Biennale of Architecture, titled *Metamorph*, explored the “fundamental changes under way in contemporary architecture, both in the theoretical and practical design field, and in the use of new building technologies.” The event brought together architects, academics, researchers, and critics at the forefront of computational design. Individualism and experimentation defined the collective rhetoric, but a more cynical view of the menagerie of projects found the differentiation to be superficial. “The computer has finally made possible forms that are different, at the same cost as the standard forms of old. A newness of very similar forms though, more sculptural than radical, buildings and structures with sensual folded, twisted and curving surfaces. It looks more like an international computer art festival [...] and the most important theme to come out of the biennale was the question of redundancy.” Under the guise of novelty, the common denominator that emerged was predictable manipulations of complex geometry rather than meaningful dynamism.

Parametric tools have granted architects an unprecedented power to generate space using algorithmic functions and to appropriate a rhetoric of vibrancy. As the trend



Fig. 3. Vertical Plotter (at Future Food District) (image credits: Delfino Sisto Legnani). The Vertical Plotter was the world's largest plotter, which painted on the facade of the Future Food District, a project by CRA and COOP Italia at the 2015 World Expo in Milano in 2015.

has developed since Metamorph, however; architects have been hard pressed to find meaningful data to feed into algorithmic design processes. A cruise ship terminal in Japan, for example, was informed by the geometry of waves in traditional paintings, specifically “the Hokusai Wave.” The designers were inspired by “a drawing from a local painter that we had been toying with while we indulged in geometric manipulations and construction hypotheses during the design phase of the competition entry” [Zaera-Polo 2005, p. 80].

Furthermore, the application of parametric software, in many cases, goes no deeper than the skin of a building. Algorithms can compute thousands of unique elements to compose a dazzling facade on an otherwise standard structure. Parametric design promises a certain novelty, whether it is driven by geospatial data or by complex matrices of associations.

The virtual dimension that now blankets physical space is burgeoning with data, some of it appropriated by desi-

gners to plug into scripts as they seek “to grow or evolve new formal configurations in response to specific forces and constraints: structural, climatic, or programmatic. While this has produced compelling formal results, there are conceptual and procedural limits. The design techniques used to generate these new buildings may be dynamic, but the buildings themselves are static” [Allen 2011]. Architects can generate an almost infinite number of formal solutions in a given situation, but complexity and magnitude are not inherently meaningful or living. “The forms generated may resemble nature, but they retain little of the performative or adaptive complexity of life itself.”

Algorithmically generated architecture is a static visualization of larger complexities. To evoke the fluidity of digital space in an inert physical object is to freeze a dynamic process, as if pressing Pause to find a single frame in an action sequence. Even the climax of energy and vibrancy, caught in a still frame, will convey only a shadow of the dynamic whole.

Fig. 4. Patrick Henry Commune (image credits: CRA graphic team). The Patrick Henry Commune is a project by CRA for a center for co-living, co-working and co-making in a former American military village on the outskirts of Heidelberg, Germany.



Fig. 5. Agnelli Foundation HQ (image credits: Beppe Giardino). For the redesign of the Agnelli Foundation headquarters, CRA equipped the century-old edifice with hundreds of sensors that monitor different sets of data, transforming it into a co-working space for the Office 3.0.

Fig. 6. Agnelli Foundation HQ (image credits: Beppe Giardino). CRA's intervention also added elements to open the building up to the city, and to make it a more light-filled and fun space.

Visual complexity can be computed, but can it deliver anything more than curb appeal?

And is that even desirable? The digital age has already suffused our world with innumerable flows and layers and intricacies, and formal plasticity only adds visual chaos to the ambient complexity. Could digital tools be integrated with architecture, beyond veneer or gloss? How, then, to integrate digital systems to achieve true dynamism? "Being digital is not primarily about using a computer in the design process, nor about making this use visually conspicuous. It is an everyday state that goes in hand with gestures as simple as being called on a cell phone or listening to an mp3 player" [Picon 2006]. That is, architecture should become an integral and responsive part of human life. Architecture must do more than just look like a living organism: it should perform as a living system.

The earliest glimmers of this possibility date back to experimentation with moveable structures in the mid-twentieth century. A group of young Japanese designers, the Metabolists, imagined living architecture for the growing population of postwar Japan. Buildings, they proposed, could be shaped dynamically by the pushes and pulls of socio-dynamic forces. Metabolist structures used biological models, attempting dynamism through, for example, spine-and-branch arrangements or cellularly subdivided megaforms. The architect would establish a master program (or "DNA") that could propagate itself according to a patterned structural system. Few of their structures were ever built. One notable exception—Kisho Kurokawa's Nakagin Capsule Tower, located in central Tokyo—is a paradigmatic example of Metabolist theory. It is conceived as a central spine, onto which individual housing pods can be attached and rearranged. In theory, infinite combinations of pods and connections between them allow residents to create larger or smaller spaces in response to different families, budgets, or changes in housing demand over time. Yet the Capsule Tower reveals a deep conceptual flaw: since the building's completion in 1972, not a single pod has been shifted or combined.





Fig. 7. MIND (image credits: CRA graphic team). MIND is a master plan to reimagine the former site of Milan World Expo 2015, designed by CRA in collaboration with Australian real estate group Lendlease. It features a one-mile long linear park and the world's first neighborhood planned for self-driving cars.

The twentieth century is dotted with similar attempts at mutable architecture—from Gerrit Rietveld's Schröder House to Archigram's Plug-In City—but they invariably fall into stasis or remain unbuilt. An entirely flexible structure still requires inspired occupants to take agency. In practice, mutable buildings go largely unchanged.

Flexible structures may not spark active participation, but it is here that digital technologies reenter the playing field, enabling a more gentle, intuitive, and responsive interaction between humans and the built environment. Far outside the discipline of architecture, pioneering compu-

ter scientists and mathematicians of the mid-twentieth century started developing a theory of cybernetics. The emergent discipline sought to explore networks, focusing on communication and connections between interdependent actors in a system.

Cybernetics, according to Gordon Pask, the academic responsible for popularizing it among architects, is "how systems regulate themselves, reproduce themselves, evolve and learn. Its high spot is the question of how they organize themselves." This conceptual framework could be productively applied to architecture. As a

practical design strategy, cybernetics is about negotiating a set of interrelated factors such that they function as a dynamic system. "The design goal is nearly always underspecified and the 'controller' is no longer the authoritarian apparatus which this purely technical name commonly brings to mind. In contrast the controller is an odd mixture of catalyst, crutch, memory and arbiter. These, I believe... are the qualities [the designer] should embed in the systems (control systems) which he designs." The architect becomes a choreographer of dynamic and adaptive forces rather than scripting outcomes in a deterministic way.

Around the same time, architects at the fringe of the discipline took the idea of interactivity and sensationalized it. Architecture became loud, fun, hip, and constantly evolving. Buildings were thought of as venues for action and interaction, as dynamic scenes that could incite events and connections and evoke delight. The Generator Project, by the architect-provocateur Cedric Price, was a clear example of this new attitude. An unbuilt concept for a retreat and activity center, the project consisted of a system of 150 prefabricated cubes, each twelve feet per side, that could be shifted and reconfigured—much like the pods in the Nakagin Capsule Tower—but, crucially, would also interact in a dynamic way. A primitive digital software detected inactivity, and if the building remained static for too long, the software automatically executed "The Boredom Program" to reconfigure its own structure and incite (or perturb) users. The architecture itself took an active role as provocateur, with the aim of enhancing human experience. This was a system for dialogue and mutual reaction, beyond the Metabolists' linear user-changes-building idea. In many ways, this work was an application of cybernetic ideas to the field of architecture: it created systems that would dynamically self-organize in response to inputs and actions.

If the first industrial revolution was concerned with creating machines optimized for a specific task, cybernetics, in contrast, was concerned with a new kind of (perhaps nonmechanical) "machine" that could satisfy an evolving program. "We are concerned with brain-like artifacts, with evolution, growth and development; with the process of thinking and getting to know about the world. Wearing the hat of applied science, we aim to create [...] the instruments of a new industrial revolution—control mechanisms that lay their own plans" [Pask 1969]. Translated into architecture, cybernetics means buildings



Fig. 8. Scribit (Image credits: Avocado studio). Scribit is a small write&erase robot that can safely draw, cancel and re-draw content on almost any vertical surface, developed by CRA in 2018.

that function as adaptive learning entities living in a kind of dialogue with their inhabitants.

Active and networked architecture is starkly opposed to recent form-focused attempts at dynamism and may illuminate an alternative path forward. "Today, many designers have turned several late twentieth-century infatuations on their heads, for instance with speed, dematerialization, miniaturization, and a romantic and exaggerated formal expression of complexity. After all, there is a limit beyond which [...] complexity simply becomes too overwhelming" [Antonelli 2008]. Rather than using digital tools to mathematically calculate complexity for the visual sense, interactive spaces can use digital tools to generate a new form of complexity: experiential complexity. A shift away from elaborate structures and toward structural dynamics entails buildings that perform as (rather than appear to be) living organisms.

Computation will not be used only to define intricate shapes according to parameters but will also become an integral part of the building, interacting with users according to a program. This interface functionality points to embedded rather than generative technology. In addition to plans and sections, architects in this future will be free to specify a system of interrelated sensors, operations, and actions—loops that bring architecture to life, based on a dynamic set of experiential and functional requirements. Grounded in communication and learning systems,



Fig. 9. *The Dynamic Street* (image credits: David Pike). In collaboration with Alphabet's Sidewalk Labs, CRA developed *The Dynamic Street*, a prototype of a modular and reconfigurable paving system hinting at the possibility of the future streetscape seamlessly adapting to people's needs.

Fig. 10. *CapitaSpring* (image credits: BIG). *CapitaSpring* will be a 280m tall high-rise on 88 Market Street, Singapore, jointly designed by CRA and BIG-Bjarke Ingels Group. The tower will be one of the tallest in Singapore, blending urban life with tropical nature.



sensor networks can transform buildings into intelligent agents with the capacity to learn from and coexist with their occupants. The dream of dynamic spaces can finally be fulfilled as buildings weave together humans, environment, infrastructure, and personal devices.

Just as mobility networks are taking advantage of ubiquitous sensors (as with crowdsourced maps or pothole detection), so too will buildings take advantage of the human flows running through them. We will shift from living in a home to living with a home. Architecture becomes a form of interface, playing an active role in the human environment, both digital and physical. "The goal is to facilitate as seamless a movement as possible from fast to slow, virtual to physical, cerebral to sensual, automatic to manual, dynamic to static, mass to niche, global to local, organic to inorganic, and proprietary to common, to mention just a few extreme couplings" [Antonelli 2008]. Integrating digital elements will allow the built environment to become a connective tissue between the distinct but coexisting realities of bits and atoms—an interface that enables spatial cybernetics.

The built environment is becoming a physically habitable Internet, a Hertzian space—one that is inextricably intermeshed with digital devices. "Hertzian space is [...] a way of linking things, of sending information and content, etc. But [architecture] is an environment that can be inhabited, enjoyed, and explored" [Dunne, Raby 2013]. In the newly interactive, digitally laced architecture, detail and dynamism and complexity (formerly the ambition of parametric scripting) are the experiential consequence of design, not the justification.

Architecture takes on life through response—it becomes shocking or vibrant in time rather than in its external visual character.

Just as smartphones are a portal to larger systems, architecture can function as a mediator between daily, human-scale functions and vast, humanity-scale networks. "For millennia architects have been concer-



Fig. 11. *CapitaSpring* (image credits: BLG). The indoor space of the *CapitaSpring* tower will be characterized by an array of hi-tech solutions, including sensors, Internet-of-Things (IoT), and artificial intelligence, as well as a tropical forest at the core of the building and greenery throughout.

ned with the skin-bounded body and its immediate sensory environment [...] Now they must contemplate electronically augmented, reconfigurable, virtual bodies that can sense and act at a distance but that also remain partially anchored in their immediate surroundings" [Mitchell 1996]. Pre-digital humans navigated their immediate physical surroundings, but today's cyborg (with prosthetic smartphone) inhabits space in profoundly different ways. Scales and contexts are blurred as we slip elastically between them. At any given moment, we may be standing in a room with three other people, but now the digital-spatial network can also reveal two close friends in a restaurant next door or a potential love interest only a block away. People and physical space are still a central anchor, but the upper and lower bounds of human reality have exploded outward, and architecture must encompass this breadth of spaces—in all of their active dynamics—while still relating to humans. Picon sets forth the question.

How should the designer cope with an electronic and informational reality that seems to possess a dynamism and an expressive quality? The advent of the digital represents an even greater challenge for design than what the early stages of mechanization had meant for modern architecture. For the first time perhaps, architecture has to confront itself with a profoundly non-tectonic reality. Given these premises, how can the designer be in deep accordance with the invisible flows of information that constitute the bones and flesh of the digital world?

The very process of creating architecture could become an iterative chain rather than a directly linear process. Today, design, documentation, construction, and inhabitation are distinct phases in the life of a building, each carried out by a different specialist using different tools. As each step of the architectural production chain transitions to digital systems, the whole process will be unified. Integration will happen in-



Fig. 12. Science for Citizens (University of Milan's Scientific Campus) (Image credits: CRA graphic team). CRA is collaborating with Lendlease to develop the schematic design for the University of Milan's new Science Campus, Science for Citizens, which will include robotically-assembled brick facades.

crementally, by streamlining information, enabling the different phases to inform one another, structuring a codependent feedback system and, ultimately, a full merger. Initial steps have been taken in this direction—for example, with project-specific smartphone apps that organize the fabrication, shipping, and installation of complex facades with tens of thousands of unique components. Implicating inhabitants in all stages of the design, construction, and operation chain will graft the development and inhabitation of architecture together into a single experience. The Internet of Bodies and active architecture will be symbiotic. “All evolution is co-evolution; individual species and their environments change and evolve on parallel courses, constantly exchanging information”

[Allen 2011]. What was formerly defined by a clear separation between mind, body, population, and environment is now entangled, “supplanted by a more complex and non-linear pattern of urban development in response to the spread of new information technologies” [Gandy 2005]. Each choice we make has ramifications in digital space that, in turn, shape our physical environment. The Internet of Bodies, grounded in our cyborg condition, may ultimately realize the concept of the built environment as a social and relational process.

The most important implication of radically integrating digital systems into architecture will be to refocus technology and the built environment on humans. A living, cybernetic program in spaces of dynamic interaction



Fig. 13. The Circular Garden (Image credits: Marco Beck Peccoz). For Fuorisalone 2019, a part of Milan Design Week, CRA, in partnership with global energy company Eni, developed an architectural structure made of mycelium, the fibrous root of mushroom.

will make architecture more like an extension of the body—and it is cyborg “tools” that enable the environment to respond. Augmented or “living” architecture is the large-scale hardware that digital-physical cyborgs create, plug into, and interact with. Active buildings are at once an environmental life support, a social catalyst, and a dynamic set of experiences. While congenital digital systems integrate seamlessly with human biology, the same prosthetic devices interface with the digitally augmented environment through real-time information flows. The Internet of spaces and the Internet of Bodies enable and co-create each other—each is the interface to the other.

Ultimately, technology recedes into the background, and interaction is brought to the fore. Buildings can be

simple—rather than voluptuous and shocking—but even more integrally vibrant and living.

The result of digital networks, and more bottom-up processes, can ultimately lead to what we can call open source architecture. Open source architecture relies on all interested parties being involved in the design process. In the past (for instance, in the case of Gothic cathedrals) this emerged naturally in local communities. In this sense, open source architecture is really a re-visitation of a timeless way of building, of forms of production that yielded anonymous or vernacular architecture. The idea of bottom-up, locally-adapted, copied typologies, produced by citizens using their social capital as well as their financial capital, is the opposite of new. In many ways it is bringing tech-

nology to pre-open source industrial “barn-raising” approaches. Open source architecture is presented as an innovation, but it is really just the vernacular with an Internet connection.

The challenge is looming, goals are clear and technologies for achieving them exist. The task, then, is to reflect on the potential implications that “future vernacular” will have on economic development, social justice, resource scarcity, labor economies, planning systems, and the role of professionals. The discipline

cannot remain hermetically sealed forever – there is a critical mass of people, ready and willing to work in a bottom-up way.

This text is an adaptation of the following publication: Ratti, C., Claudel, M. (2016). *Living Architecture*. In C. Ratti, M. Claudel. *The City of Tomorrow: Sensors, Networks, Hacker, and the Future of Urban Life*. New Haven, CT: Yale University Press.

Carlo Ratti is architect and engineer. He directs the Senseable City Laboratory at the Massachusetts Institute of Technology and leads CRA design and innovation practice (Torino and New York City).

Author

Carlo Ratti, Director of Senseable City Laboratory, Massachusetts Institute of Technology; Founding Partner of CRA-Carlo Ratti Associati, ratti@mit.edu

Reference list

Allen, S. (2011). From the Biological to the Geological. S. Allen, M. McQuade (eds.). *Landform Building: Architecture's New Terrain*, pp. 20-37. Zurich: Lars Muller Publishers.

Antonelli, P. (ed.). (2008). *Design and the Elastic Mind*. New York: Museum of Modern Art.

Dunne, A. and Raby, F. (2013). *Speculative Everything: Design, Fiction, and Social Dreaming*. Cambridge, MA: MIT Press.

Gandy, M. (2005). Cyborg Urbanization: Complexity and Monstrosity in the Contemporary City. In *International Journal of Urban and Regional Research*, Vol. 29, No. 1, pp. 26-49.

Forster, K.W. (2004). *Metamorph: Catalogue for the Venice Biennale of Architecture*. New York: Rizzoli.

Le Corbusier, Orozco, M.C.O. (2010). Elaboration du Plan Régulateur de Bogotá. M.C.O. Orozco (ed.). *Le Corbusier en Bogotá*. Bogotá: Universidad de Los Andes, Facultad de Arquitectura y Diseño.

Mitchell, W.J. (1996). *City of Bits: Space, Place, and the Infobahn*. Cambridge, MA: MIT Press.

Pask, G. (1969). The Architectural Relevance of Cybernetics. In *Architectural Design*, Vol. 7, No. 6, pp. 494-496.

Picon, A. (2008). Digital Minimal. In *Arch'it*. <<http://architettura.it/extended/20080724/index.htm>> (accessed 2019, May 20).

Schumacher, P. (2008). Parametricism as Style - Parametricist Manifesto. Presented and discussed at the Dark Side Club, 11th Architecture Biennale, Venice; <<https://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism%20as%20Style.htm>> (accessed 2019, May 20).

Swyngedouw, E. (2006). Circulations and Metabolisms: (Hybrid) Natures and (Cyborg) Cities. In *Science as Culture*, Vol. 15, No. 2, pp. 105-121.

Zaera-Polo, A. (2005). The Hokusai Wave, In *Perspecta*, No. 37, pp. 78-85.

La modellizzazione del patrimonio costruito. Processi BIM a confronto per tipologie architettoniche

Martina Attenni, Maria Laura Rossi

Abstract

Lo studio di un'architettura storica e l'insieme di informazioni eterogenee ad essa legato costituisce un'attività dalle significative ricadute in molteplici ambiti: dalla documentazione, alla pianificazione degli interventi, alla gestione dei manufatti. L'obiettivo di una totale integrabilità di dati è oggi perseguito dai processi BIM; la loro applicazione per il costruito storico comporta implicazioni di carattere metodologico e tecnico sia nel campo del rilievo che della rappresentazione, legando le operazioni di modellazione all'acquisizione massiva di dati. Tali attività risultano fortemente complesse se si considerano come punti di forza del processo BIM l'utilizzo di librerie di elementi standardizzati, in forte conflitto con l'unicità e la complessità della forma storica. Vengono analizzati due casi studio differenti per epoche e tecniche costruttive. Per entrambi risulta evidente il processo di standardizzazione del procedimento edilizio e la presenza di elementi seriali dalle geometrie facilmente riconoscibili, realizzati artigianalmente nel primo caso, industrialmente nel secondo. Si propone un approccio parametrico alla modellazione che descriva, attraverso la creazione di elementi nidificati a struttura gerarchica, il processo logico di scomposizione della forma.

Parole chiave: HBIM, tipologia architettonica, standardizzazione, modellazione, database.

Introduzione

L'evoluzione delle tecnologie digitali a servizio della rappresentazione dell'architettura ha permesso il raggiungimento di obiettivi prima impensabili per il rilievo, la conoscenza e la comunicazione del patrimonio costruito. Integrando le possibilità offerte dagli strumenti di modellazione tridimensionale, solida e parametrica, con quelle dei sistemi per la gestione e la condivisione di dati, i sistemi BIM – *Building Information Modeling* – promettono nuovi scenari per l'archiviazione e la gestione di grandi quantità di informazioni per la conoscenza dei Beni Culturali [Messaoudia, Halin, De Luca 2018].

La presente ricerca si prefigge di rendere manifeste le potenzialità e le criticità connesse all'introduzione di processi BIM nel campo della conoscenza, della trasforma-

zione e della gestione del patrimonio costruito. Questi temi risultano strettamente collegati allo sviluppo tecnologico degli ultimi 20 anni che ha portato un cambiamento significativo nel paradigma culturale rispetto ai problemi di acquisizione e condivisione della conoscenza. Ciò è dovuto alle modalità, ormai quasi esclusivamente digitali, utilizzate per la costruzione di modelli, intesi come basi di dati sempre più complete, eterogenee, implementabili e condivisibili. Inoltre, la necessità sempre crescente di interventi a scopo preventivo e conservativo su manufatti esistenti impone l'esigenza di disporre di metodi e strumenti per raccogliere, archiviare, confrontare, condividere e gestire informazioni sul loro stato passato, presente e futuro.

In questo quadro si collocano i processi BIM (*Building Information Modeling*) ed HBIM (*Heritage Building Information Modeling*). I primi, la cui caratteristica fondamentale risiede nella standardizzazione delle componenti costruttive e architettoniche, costituiscono ormai un riferimento fondamentale per le nuove costruzioni. Questo approccio, tuttavia, non risulta ancora del tutto adeguato per l'edilizia esistente e per i manufatti storici, che costituiscono la maggior parte del nostro patrimonio architettonico. È indubbio che la realizzazione dell'architettura richieda la produzione in serie degli elementi costruttivi in favore di una maggiore economia e di una semplificazione dei processi e delle operazioni da svolgere in cantiere. La costruzione di modelli BIM/HBIM per il patrimonio storico, e dunque la parametrizzazione di realtà caratterizzate da infinite possibili variazioni, presenta notevoli gradi di complessità. Ciò è dovuto, da una parte, alla non sempre evidente riconoscibilità geometrica dello spazio e, dall'altra, alla necessità di predisporre letture sistematiche del costruito storico, individuando un sistema informativo definito sulla base di macroelementi, a cui associare dati capaci di documentarne le specificità materiche, storiche

e tecnologiche. Occorre tener presente quindi, non solo il legame che intercorre tra la documentazione della storia degli edifici costruiti e le modifiche che nel tempo hanno subito, ma anche la conoscenza dello stato attuale, indissolubilmente connessa alle attività di rilevamento e rilievo [Chiabrando, Sammartano, Spanò 2016; Costa, Madrazo 2015]. Emerge quindi la necessità di rendere stabile il processo di costruzione dei modelli mettendo in luce le problematiche riscontrate rispetto ai temi della conoscenza, della modellazione e dell'interazione tra dati eterogenei (modelli 3D/2D, modelli numerici, modelli *mesh*, immagini fotografiche, informazioni bibliografiche ecc.). Tale interazione nasce dalla sovrapposizione tra modelli parametrici e dati di rilievo, a cui si deve necessariamente far riferimento nello studio e nell'analisi di edifici esistenti. Ciò si traduce nella costruzione di modelli tridimensionali informativi, definiti sul livello geometrico e semantico, a partire dall'acquisizione massiva di dati. Lo studio e l'analisi dei modelli numerici consente, prima, di scomporre i manufatti storici negli elementi che li caratterizzano, poi di modellarli parametricamente, implementando le caratteristiche metriche e geometriche con informazioni che

Fig. 1. L'Istituto di Botanica alla città universitaria, Roma.



Fig. 2. Palazzo Camuccini a Cantalupo in Sabina, Rieti.



Fig. 3. L'istituto di Botanica, modello numerico.

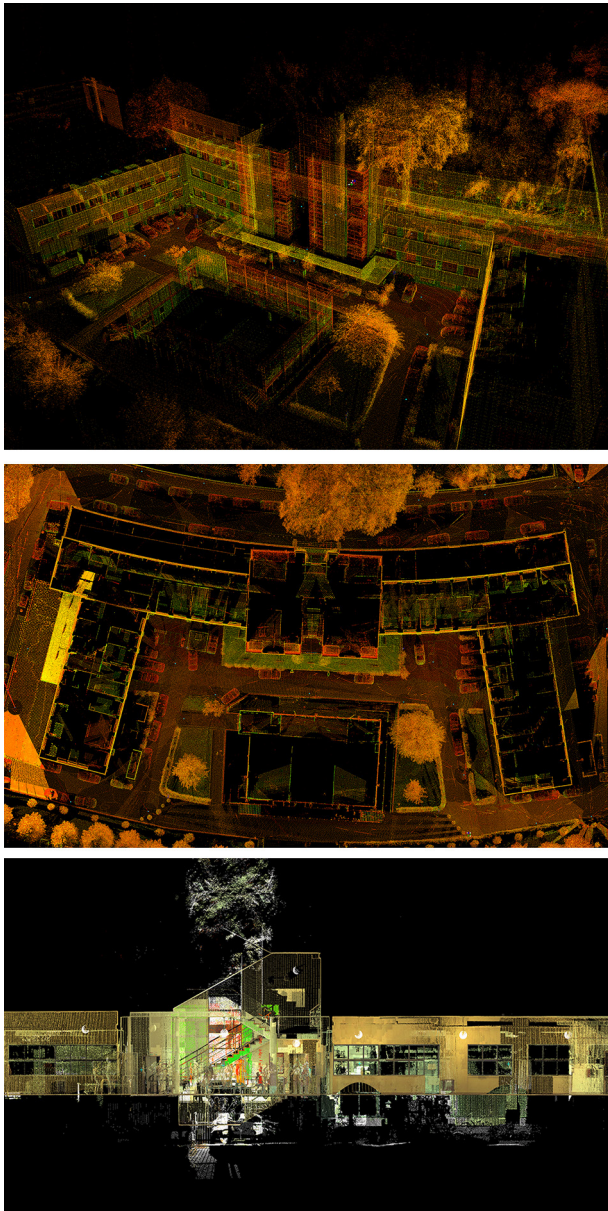


Fig. 4. Palazzo Camuccini, modello numerico.

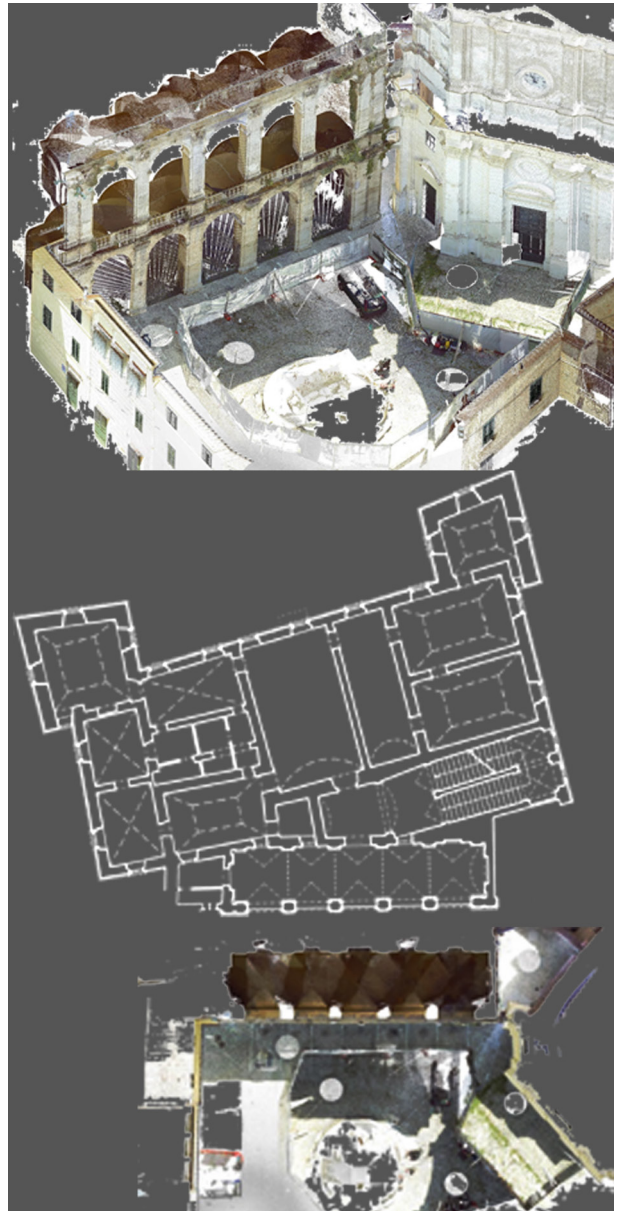
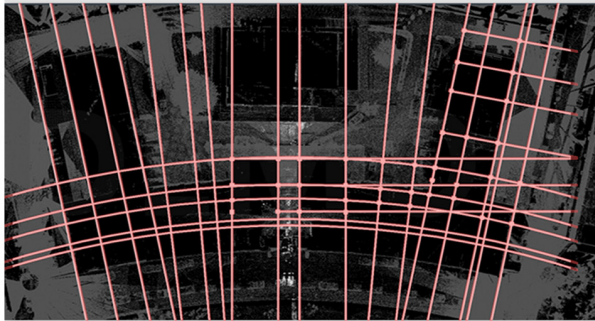


Fig. 5. Modello dell'istituto di Botanica. Scomposizione e ricostruzione dell'architettura razionalista: gli elementi costruttivi.

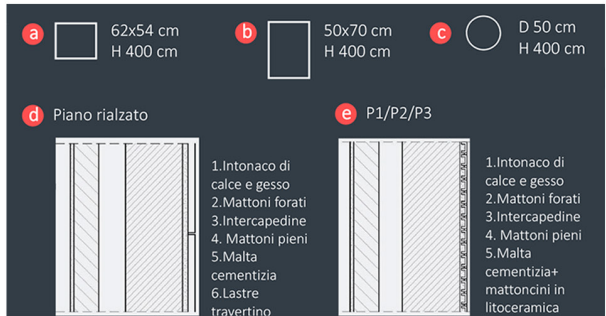
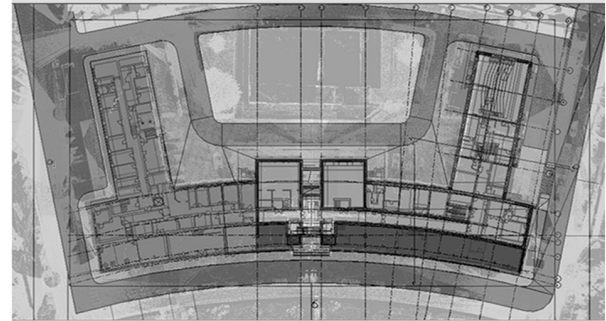
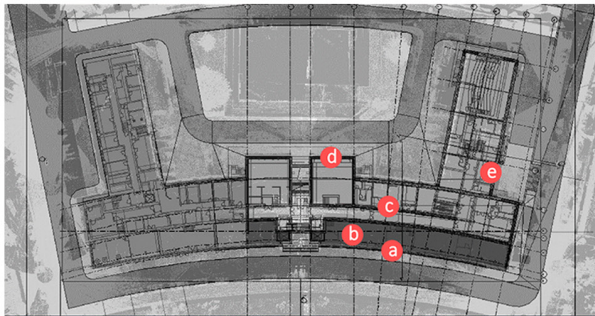
1

giaciture



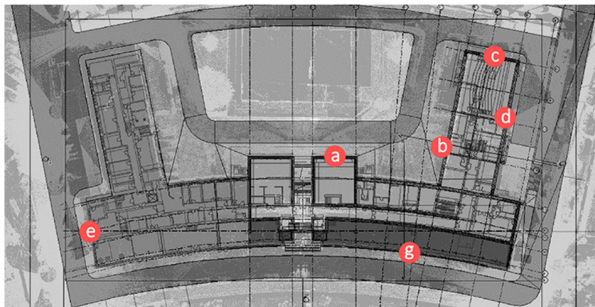
2

strutture verticali



3

chiusure orizzontali



si costituiscono come base della conoscenza dell'oggetto analizzato. La sovrapposizione tra il modello discreto (il modello numerico) e il modello continuo (quello parametrico) permette la lettura delle discontinuità che hanno a che fare con il degrado prestazionale degli elementi architettonici, delle intenzioni progettuali di gestione dello spazio e della forma, e, attraverso il loro confronto, delle modifiche che l'architettura ha subito nel tempo.

Nel complesso passaggio da un modello numerico della realtà ad un modello geometrico della stessa, dopo le necessarie riflessioni preliminari per un approccio consapevole al cosiddetto HBIM, la discussione si concentrerà su due casi studio nell'ambito del patrimonio architettonico, rappresentativi di diverse epoche storiche ed emblematici di interessanti tipologie architettoniche.

Il tema, ancora al centro di sperimentazione da parte di studiosi della rappresentazione, storici, restauratori, e figure che lavorano nel campo dei beni culturali, viene affrontato con l'obiettivo di delineare un protocollo operativo legato alle possibilità di gestione del patrimonio architettonico costruito, implementando le possibilità dei processi HBIM nel processo consolidato di rilevamento integrato [Simeone et al. 2014; Quattrini et al. 2015; Quattrini et al. 2017].

La presente ricerca confronta il processo di costruzione dei modelli nell'ambito dell'HBIM analizzando due casi di studio: l'Istituto di Botanica alla città universitaria (Roma) e il Palazzo Camuccini di Cantalupo in Sabina (Rieti) (fig. 1, fig. 2). Il primo è un edificio di stampo razionalista, costruito tra il 1932 e il 1935, che ben si presta ad essere studiato attraverso processi BIM per le sue caratteristiche tipologiche, geometrico-morfologiche, e per la presenza di elementi ricorrenti e standardizzati. Il secondo, costruito tra il 1566 e il 1579, costituisce un esempio di intervento su un impianto preesistente: la forma originariamente militare dell'intero complesso è stata successivamente arricchita da un innesto sulla facciata, che si articola su due livelli con un portico e una loggia, volto a renderla più adatta ad una dimora nobiliare [Dal Mas 2015].

La scelta delle architetture prese in esame non è affatto casuale: l'architettura moderna, di cui l'Istituto di Botanica è particolarmente rappresentativo, costituisce una parte consistente dell'insieme degli edifici pubblici presenti in Italia. La composizione ordinata di geometrie regolari, il rigore delle soluzioni spaziali, la ripetizione di elementi compositivi e dettagli architettonici, la rendono particolarmente adatta all'applicazione delle modalità di co-

noscenza e modellazione che caratterizzano i processi HBIM. Il loggiato di Palazzo Camuccini, invece, fonda le sue radici nella trattatistica rinascimentale, una raccolta di regole e codici geometrici e proporzionali che esprimono l'attività intellettuale dell'architetto del Cinquecento, proponendo delle soluzioni tipologiche sradicate da qualsivoglia contesto.

Sulla base di una rappresentatività tipologica nella quale coesistono aspetti instabili, legati all'unicità delle componenti, e aspetti stabili, legati al riconoscimento della matrice geometrica, è possibile confrontare la modellizzazione [1] degli elementi in ambito HBIM. L'approccio parametrico alla modellazione per il patrimonio costru-

Fig. 6. Modello dell'Istituto di Botanica. Analisi degli elementi compositivi.

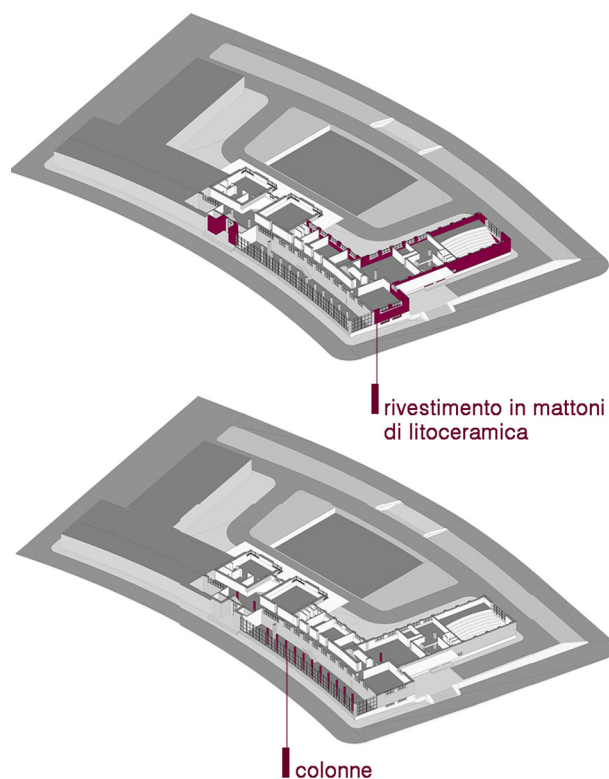


Fig. 7. Modello dell'istituto di Botanica. Gli elementi verticali trasparenti.



finestre laboratori



finestre aule e uffici



ito può rivelarsi efficace poiché, attraverso la creazione di elementi nidificati a struttura gerarchica, è possibile descrivere il processo logico di scomposizione di un'architettura. L'interazione tra il modello discreto (la nuvola di punti) rappresentativo dello stato di fatto (fig. 3, fig. 4), e la logica ordinata delle operazioni per la costruzione del modello parametrico, registra l'evoluzione della forma e i cambiamenti che il progetto originario ha subito. Gli elementi tipologici delle librerie vengono particolareggiati tramite le variazioni parametriche, ricavate dai dati di rilievo, costituendo un database di informazioni eterogenee, necessarie per l'archiviazione e la trasmissione di dati di architetture del passato.

La parametrizzazione dell'architettura razionalista

La modellazione dell'edificio di Botanica si spinge fino alla rappresentazione dell'apparecchiatura costruttiva, orientata secondo le componenti architettoniche: elementi strutturali (telai o sistemi murari), le tamponature, gli infissi, le finiture ecc. Un'attenta indagine del dato di rilievo ha consentito di estrarre informazioni sull'impianto geometrico e sull'articolazione spaziale dell'edificio in esame, identificandone le giaciture, quindi gli elementi portanti e i relativi assi strutturali, poi le tamponature, le chiusure orizzontali e verticali, le aperture e gli elementi di collegamento, i materiali di finitura esterni, i rivestimenti interni, e gli impianti tecnologici. L'obiettivo di modellare le diverse componenti secondo un processo che anela alla più completa conoscenza, ha imposto l'utilizzo di una metodologia che non procede dal generale al particolare (fig. 5). Si tratta di conoscere e riconoscere l'elemento non solo dal punto di vista geometrico-morfologico, ma nella sua costituzione a livello di dimensioni, materiali, tipologia e modalità di impiego nel più generale contesto del progetto analizzato, evidenziando il parallelismo tra i processi BIM e le pratiche costruttive di cantiere. Per tali operazioni è stato fondamentale tutto il materiale informativo, testuale, grafico e fotografico, fornito dall'ufficio tecnico e reperito in fase di documentazione, che descrive nel dettaglio anche la posizione di impianti e canalizzazioni, vernici e tinteggiature.

L'impianto simmetrico dell'edificio, la sua riconoscibilità geometrica e la ripetizione degli elementi, hanno rappresentato il punto di partenza nell'approccio seguito. Griglie, fili fissi e livelli costituiscono le regole geometriche per gli

elementi, legati così da relazioni di tipo parametrico. La struttura del modello a partire da tali componenti comporta, quindi, una discretizzazione e una rettifica delle geometrie che definiscono gli elementi del progetto, ponendosi in modo coerente con lo stato di fatto, documentato dal rilievo. La serialità degli elementi, riscontrata sia sulle facciate che nelle soluzioni interne, è stata gestita all'interno del modellatore sia per la struttura portante, che alterna pilastri dalle diverse geometrie, sia per le chiusure verticali, opache e trasparenti, sia per i mattoncini e le lastre di travertino che costituiscono i rivestimenti esterni (fig. 6). Gli elementi architettonici sono stati modellati partendo da operazioni di *editing* delle famiglie caricabili: murature, parteti interne, solai interpiano e di copertura sono stati costruiti con l'obiettivo di raggiungere il massimo livello di dettaglio. L'analisi incrociata tra i dati di rilievo e le fonti d'archivio ha consentito di definire alcuni parametri e attributi di partenza dell'oggetto digitale, quali lo spessore delle pareti, la tipologia dello strato di supporto, la tipologia di rivestimento esterno in lastre di travertino romano o in mattoni di litoceramica, e la tipologia del rivestimento interno ad intonaco. Gli elementi dalla configurazione più particolare, quale il muro con il basamento e la pensilina del piano rialzato, sono stati modellati a partire dalla definizione del profilo, rintracciato dal dato di rilievo, successivamente estruso. Un discorso a parte è stato fatto per il rivestimento esterno e per le chiusure trasparenti. Il primo è stato strutturato come modifica della facciata continua, definita attraverso matrici geometriche che regolano il numero di elementi e il passo tra gli assi che costituiscono una griglia. Le vetrate delle torri sono state modellate come *curtain wall*, mentre le finestre, di cui sono state riconosciute cinque tipologie ripetute diverse volte all'interno del progetto, sono state costruite attraverso la modifica di parametri dimensionali di infissi e vetro associandoli ad una sola tipologia, accelerando notevolmente il processo di modellazione (fig. 7).

A fronte delle operazioni svolte, è possibile tracciare una valutazione sul processo seguito che mette in luce due ordini di considerazioni. La prima riguarda il criterio utilizzato per la scomposizione dell'edificio e le scelte condotte in fase di modellazione che, in modo evidente, ricalcano la logica razionale che ha caratterizzato la progettazione dell'edificio. La seconda riguarda l'effettiva corrispondenza tra l'oggetto reale, il modello numerico e il modello parametrico: sebbene il punto di partenza sia costituito da un rilievo altamente dettagliato, che mette in eviden-

Fig. 8. Palazzo Camuccini: dall'analisi del trattato rinascimentale al modello parametrico.

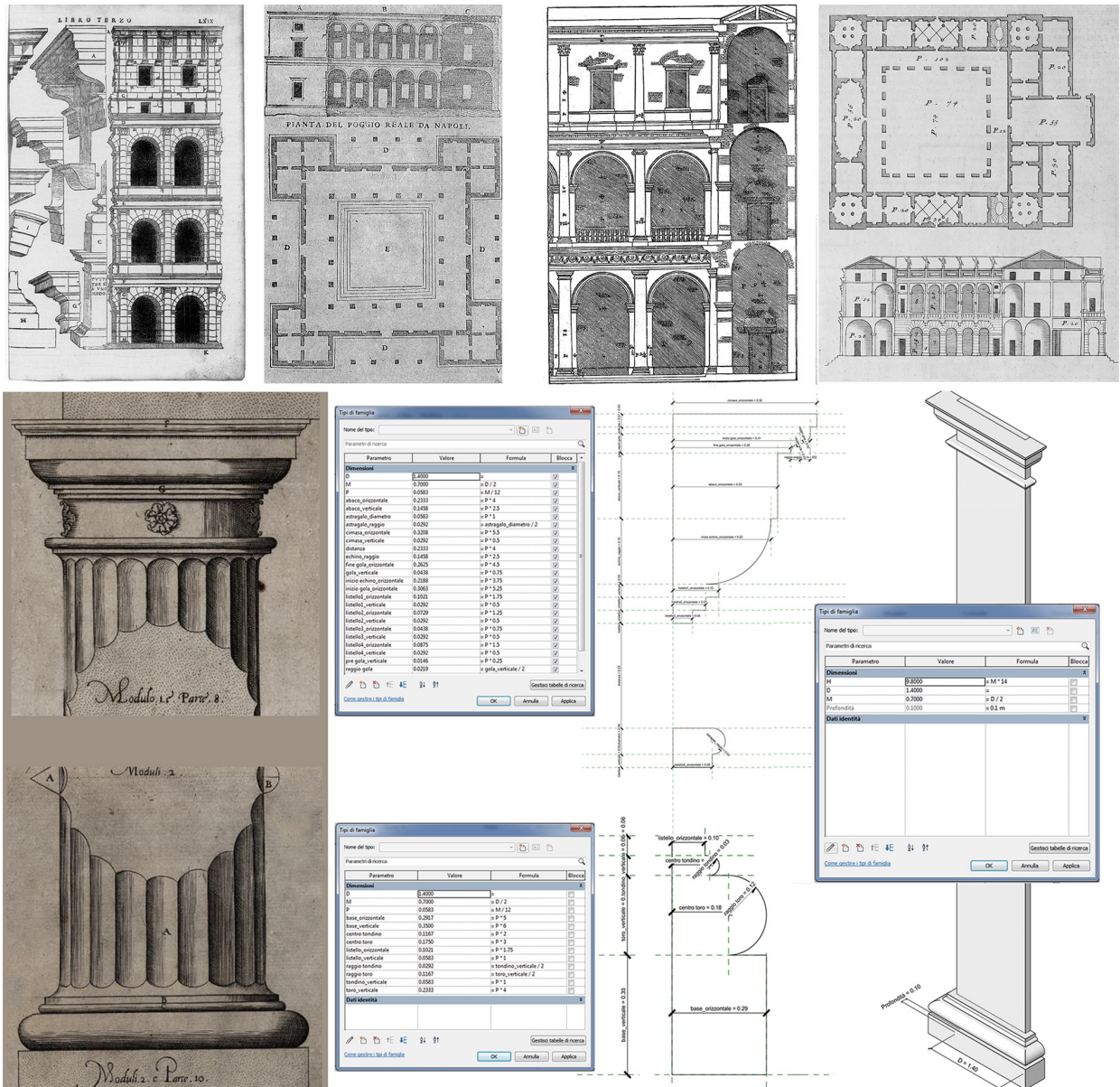
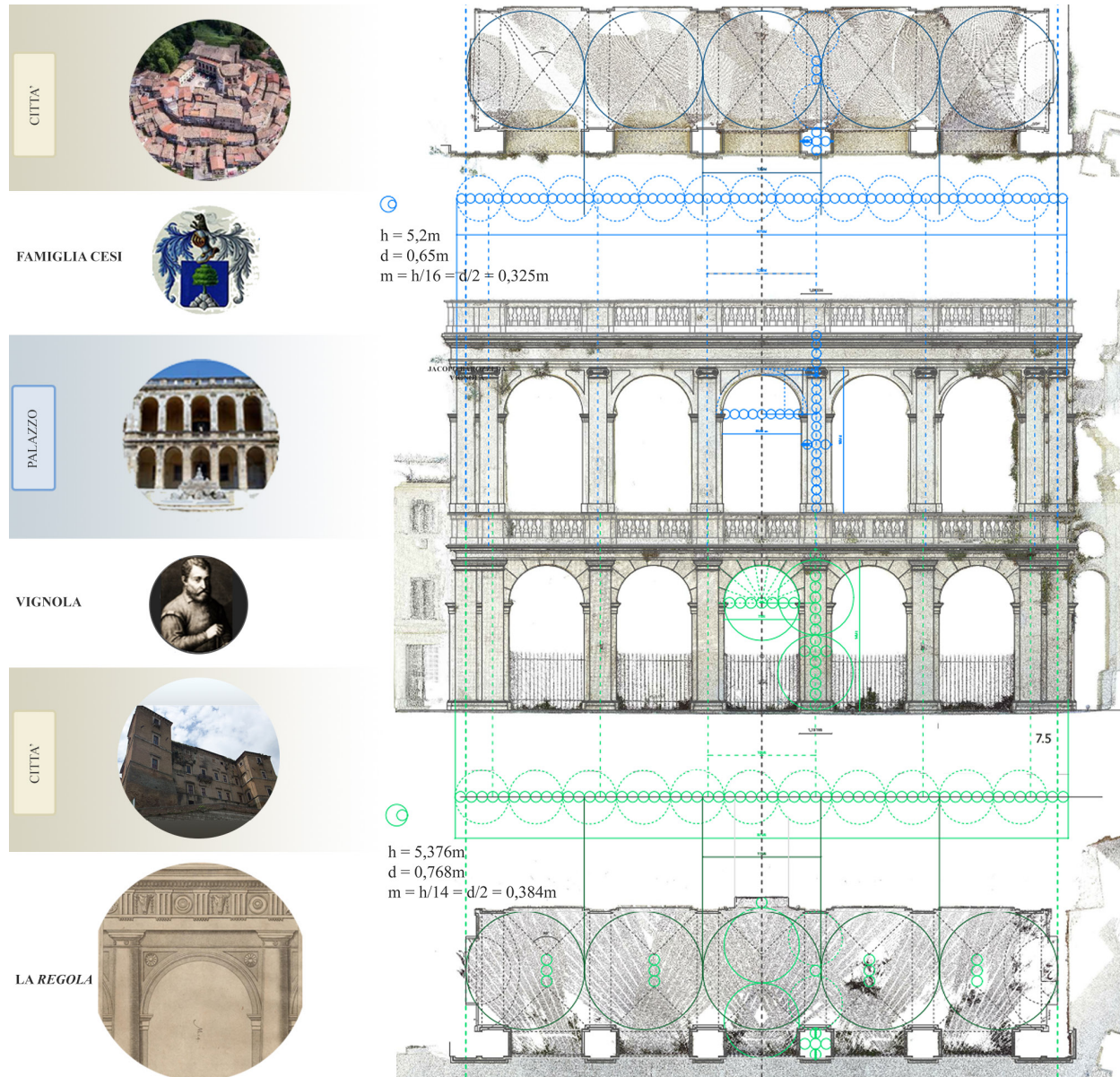


Fig. 9. Palazzo Carnuccini, modello numerico e analisi metrico-proporzionale.



za le peculiarità del manufatto nel suo aspetto generale e nei particolari architettonici, la standardizzazione degli elementi ha prevalso rispetto alle difformità che possono essere riscontrate tra diversi elementi della stessa categoria. La ripetizione di componenti architettoniche mostra variazioni dell'ordine del centimetro, per cui è stato possibile apportare delle semplificazioni, considerando tali variazioni legate alle operazioni pratiche di posa in opera, che non sono mai esenti da imprecisioni.

La protoparametrizzazione dell'architettura rinascimentale

La seconda parte di questo studio si pone l'obiettivo di interpretare e restituire, in un ambiente digitale parametrico, le logiche progettuali alla base dell'intervento rinascimentale del doppio loggiato sulla preesistente rocca medievale di Cantalupo in Sabina. L'innesto, eseguito nel rispetto dell'applicazione di regole compositive al tempo condivise, si modula in funzione di uno spazio reale fortemente condizionato da edifici precedentemente realizzati. L'esempio considerato è particolarmente rappresentativo dell'atteggiamento culturale che contraddistingue la storia della maggior parte dei trattati di architettura dell'epoca. La loro larghissima diffusione, dovuta anche all'invenzione della stampa, cominciò ad allontanare la necessità dell'esperienza diretta dell'architettura per esaltarne invece il valore virtuale, fondato su una grande disponibilità di modelli bidimensionali fondati su sistemi di regole per l'appunto. Ciò rende l'attività intellettuale dell'architetto del Cinquecento, espressa in termini di modelli grafici, regole geometriche e rapporti proporzionali tra le parti, il riferimento proto-parametrico per la costruzione del modello digitale. Palazzo Camuccini rappresenta il connubio tra gli standard contenuti nella trattatistica cinquecentesca e la specificità di soluzioni particolari, adattive ai vincoli imposti dal contesto e, pertanto, avulsi da uno studio prettamente tipologico che prescinderebbe dal caso preso in esame. Tuttavia, per poter definire regole compositive generali e al contempo modulabili occorre seguire un modello teorico di riferimento (fig. 8).

La datazione dell'intervento e la posizione geografica del palazzo, la ricchezza di esempi affini nella stessa zona, la committenza e le maestranze a servizio, hanno fatto convergere il modello teorico del doppio loggiato cinquecentesco del palazzo in questione, con quello descritto

da Jacopo Barozzi da Vignola nella *Regola delli cinque ordini di Architettura* [Barozzi 1562]. La scelta della *Regola* di Vignola come riferimento teorico nella costruzione del modello parametrico del loggiato è determinata in primo luogo da una ragione "geografica", legata al trattatista e ai luoghi da lui frequentati in quegli anni: architetto per i Farnese, il Vignola ha un consistente seguito di maestranze alle sue dipendenze. In secondo luogo, da una ragione "temporale" legata al trattato: gli anni di costruzione del caso di studio (1566-1579) sono infatti immediatamente successivi all'anno di pubblicazione del trattato (1562), che possiamo immaginare espressione di un *know how* presumibilmente già radicato sul territorio locale.

Inoltre questo genere di intervento è da contestualizzare in un momento storico culturale in cui il concetto di città, piccola o grande che sia, viene riletta in chiave antica, intesa come luogo di incontro sociale, di organizzazione politica e di pianificazione economica. Questa idea del vivere civile legato alla forma urbana si riscontra nella volontà di primi cittadini, vescovi e nobili di rinnovare gli antichi fasti dei castelli medievali in favore di ariosi palazzi. In seguito alla costruzione del modello sulla base delle regole compositive, geometriche e proporzionali individuate, la sovrapposizione con il modello numerico mostra come il quadro complessivo appaia coerente con il trattato vigolesco solo in parte. Individuando sia per l'ordine dorico del primo livello, sia per l'ordine ionico del secondo livello, il modulo pari alla metà del diametro della colonna, si può notare come, nella costruzione del modello parametrico, l'altezza complessiva del palazzo sia stata forzatamente ridotta proporzionando ogni ordine rispetto all'ordine che lo precede nella regola (il loggiato dorico viene proporzionato con le regole dell'ordine tuscanico, il livello dell'ordine ionico con quelle dell'ordine dorico). Seguono invece pedissequamente il trattato i rapporti tra i componenti degli apparati scultorei delle colonne (fig. 9).

Il modello di Palazzo Camuccini, quindi, risulta essere rappresentativo di uno stato ideale, ovvero dell'idea progettuale sottesa alla costruzione, e non della configurazione attuale. Tuttavia, tale modello, se confrontato con il modello discreto ottenuto dalle operazioni di rilevamento, consente di dedurre ulteriori considerazioni. Lo scarto tra i due modelli, valutato rispetto alla deviazione, oltre a restituire informazioni riguardo l'accuratezza metrica del modello parametrico, offre la lettura delle trasformazioni che il manufatto ha subito nel corso degli anni (fig. 10).

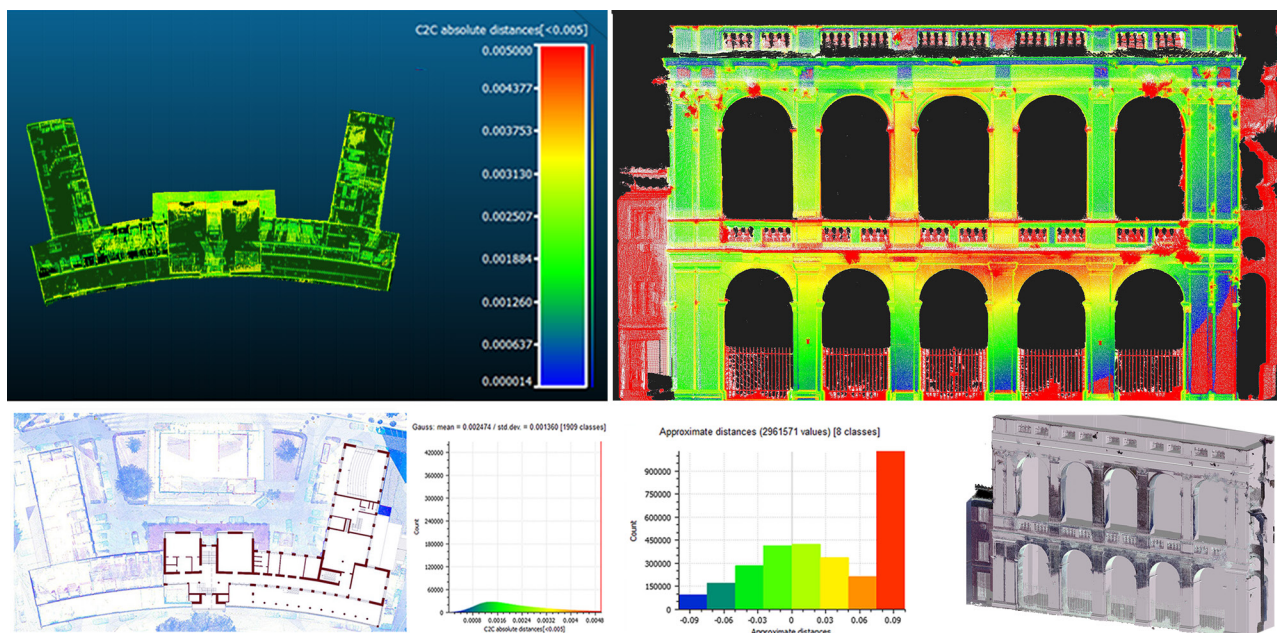
Conclusioni

La sperimentazione si basa sulla ricerca di un metodo fondato su un procedimento generale applicato a casi particolari. In seguito al riconoscimento di elementi seriali e ripetibili e le regole (geometriche, dimensionali, etc.) su cui incidere è stato possibile tradurre le relazioni tra le parti in una logica parametrica digitale, valida tanto per un caso quanto per l'altro. I processi seguiti per i casi studio analizzati concorrono alla definizione di modelli ideali; tuttavia emergono alcune sostanziali differenze riscontrate in fase di modellazione. Nel caso dell'istituto di Botanica la parametrizzazione all'interno del *software* utilizzato [2] consente di riproporre l'effettiva configurazione degli elementi reali, progettati secondo una logica razionale che ne prevedeva la produzione in serie. La standardizzazione degli elementi ha prevalso rispetto alle difformità che possono essere riscontrate tra diversi elementi della stessa categoria. La ripetizione di componenti architettoniche mostra variazioni dell'ordine del centime-

tro, per cui è stato possibile apportare delle semplificazioni, considerando tali variazioni legate alle operazioni pratiche di posa in opera, che non sono mai esenti da imprecisioni. Tale semplificazione, tuttavia, non corrisponde ad un'approssimazione metrica e geometrica nella descrizione delle forme, e rende il modello parametrico coincidente con l'*as built*.

Negli ordini architettonici che definiscono la facciata di palazzo Camuccini, non è possibile ritrovare lo stesso concetto di standardizzazione che insiste sul caso dell'Istituto di Botanica, a partire dal progetto sino alla sua realizzazione. Sebbene sia possibile trasferire al modello digitale l'intenzione progettuale della ripetizione di alcune componenti architettoniche (basi, capitelli, modanature), non è però possibile interpretare allo stesso modo lo stato di fatto, che si costituisce di elementi realizzati artigianalmente e soggetti all'usura e alla deformazione della materia nel corso del tempo. La costruzione del modello ricalca quindi l'attività progettuale modulatrice della norma alla base della struttura dell'edificio rinascimentale,

Fig. 10. L'istituto di Botanica e Palazzo Camuccini. Confronto tra il modello numerico e il modello parametrico espresso tramite la deviazione standard.



che prevedeva la ripetizione degli elementi pur avendo la consapevolezza delle caratteristiche peculiari di ognuno di essi. Nel primo caso, quindi, la standardizzazione delle componenti non corrisponde ad un'approssimazione nella modellazione degli stessi, mentre nel secondo caso le operazioni di semplificazione geometrica sono state necessarie per la costruzione del modello ideale.

Note

[1] Attività di costruzione del modello digitale inteso non come la somma di oggetti tridimensionali ma come processo cognitivo di creazione delle forme che lo costituiscono [Marotta, Lo Turco 2014, p. 55].

[2] Revit Architecture 2017.

Autori

Martina Attenni, Dipartimento di Storia, disegno e restauro dell'architettura, Sapienza Università di Roma, martina.attenni@uniroma1.it.
Maria Laura Rossi, Dipartimento di Storia, disegno e restauro dell'architettura, Sapienza Università di Roma, marialaura.rossi@uniroma1.it.

Riferimenti bibliografici

Barozzi, J. (1562). *Regola delli cinque ordini d'architettura di m. Iacomo Barozzi da Vignola*. Roma: Stamperia della Camera Apostolica.

Chiabrando, F., Sammartano, G., Spanò, A. (2016). Historical Buildings Models and their handling via 3D survey: from points clouds to user – oriented HBIM. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLI-B5, XXIII ISPRS Congress, pp. 633-640.

Costa, G., Madrazo, L. (2015). Connecting building component catalogues with BIM models using semantic technologies: an application for precast concrete components. In *Automation in construction*, n. 57, pp. 239-248.

Dal Mas, R.M. (2015). Palazzo Cesi Camuccini a Cantalupo in Sabina: dal castello alla dimora signorile. In R. Dal Mas, R. Mancini (a cura di). *Cinte murarie e abitati: restauro, riuso e valorizzazione*, pp. 145-153. Roma: Aracne.

Marotta, A., Lo Turco, M., (2014). Modellazione 3D, ambiente BIM, modellazione solida per l'Architettura e il Design. In M. Rossi, A. Casale (a cura di). *Uno (nessuno) centomila prototipi in movimento. Trasformazioni*

La modellazione parametrica di componenti del patrimonio architettonico – e delle loro possibili varianti – offerta da un sistema informativo complesso quale l'HBIM, consente un'accelerazione nella costruzione di modelli 3D (se non si considerano i tempi di elaborazione legati a processi non ancora completamente strutturati) che deve comunque tener presente la qualità architettonica di ogni elemento unico nel suo genere.

dinamiche del disegno e nuove tecnologie per il design, pp. 53-60. Milano: DigitalPrint Service.

Messaoudia, V.P., Halin, G., De Luca, L. (2018). An ontological model for the reality-based 3D annotation of heritage building conservation state. In *Journal of Cultural Heritage*, n. 29, pp. 100-112.

Quattrini, R., Malinverni, E.S., Clini, P., Nespeca, R., Orlietti, E. (2015). From TLS to HBIM. High quality semantically-aware 3d modeling of complex architecture. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XL-5/W4, pp. 367-374.

Quattrini, R., Pierdicca, R., Morbidoni, C. (2017). Knowledge-based data enrichment for HBIM: Exploring high-quality models using the semantic-web. In *Journal of Cultural Heritage*, n. 28, pp. 129-139.

Simeone, D., Cursi, S., Toldo, I., Carrara, G. (2015). BIM and knowledge management for building heritage. In D. Gerber, A. Huang, J. Sanchez (eds.). *ACADIA 14: Design Agency. Proceedings of the 34th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture*. Los Angeles, California, October 23-25, 2014, pp. 681-690. Toronto: ACADIA/Riverside Architectural Press.

La rigenerazione urbana: un approccio multidisciplinare

Giulia Pettoello, Luigi Stendardo

Abstract

Il progetto di ricerca DATA – Developing Abandoned Transurban Areas – dell'Università di Padova, finanziato dalla Regione Veneto ha come principale obiettivo la progettazione di strategie innovative per il recupero, la rigenerazione e la valorizzazione di aree abbandonate collocate ai margini della città consolidata. Le aree abbandonate della periferia di Padova, caso studio del progetto, sono un esempio particolarmente significativo in considerazione del fatto che il Nord Italia conta il più elevato aumento di consumo di suolo rispetto al territorio nazionale (8,4% nel 2013; ISPRA 2015) e che in particolare la città risulta prima nella regione per percentuale di suolo utilizzato (49% nel 2013; Arpa Veneto 2015). L'obiettivo è quindi quello di costruire scenari di trasformazione per lo sviluppo e il rilancio economico, in riferimento al Sustainable Living, di aree urbane compromesse in attesa di rigenerazione. La struttura multidisciplinare del progetto si articola in sei ambiti distinti e complementari: Web GIS; BIM and Land Information modeling; Pilot scenarios design; Urban planning and feasibility studies; Waste recycle; Data Management and ICT. (G.P., L.S.).

Parole chiave: città, periferia, complessità, disuso, ICT.

Introduzione

Principale finalità del progetto di ricerca DATA [1] è quella di produrre scenari sostenibili per lo sviluppo e il rilancio economico di aree urbane compromesse in attesa di rigenerazione, sfruttando le potenzialità di una efficiente raccolta, elaborazione e diffusione dei dati ad esse relativi. Il progetto interessa diversi settori, tra i quali emergono quello del data management, delle ICT e del comparto delle trasformazioni urbane ed edilizie, prendendo in considerazione aspetti ambientali, economici, sociali, culturali. DATA – sviluppato presso *ReLOAD_Research Lab of Architecturban Design* e altri laboratori partner del Dipartimento ICEA dell'Università di Padova e presso le sedi delle aziende partner del progetto – si configura pertanto come un

progetto complesso, nel quale assume particolare rilievo la capacità di produrre visioni. (L.P.)

Disegnare scenari di trasformazione urbana

Produrre visioni è un'operazione complessa che attraverso tutte le fasi del progetto costituendone un fulcro che è allo stesso tempo fondamento teorico e metodologico, strumento di conoscenza e comunicazione e risultato formale.

La visualizzazione infatti non rappresenta soltanto un *output* finale del progetto, ma costituisce un linguaggio strutturato e complesso, e quindi una forma di pensiero at-

traverso la quale si costruiscono i ragionamenti e si articolano le argomentazioni proprie della produzione scientifica. Le operazioni di visualizzazione non riguardano solo, come è immediato aspettarsi, le forme fisiche e gli spazi, esistenti e di progetto, ma anche altri oggetti immateriali fondamentali per la costruzione degli scenari di trasformazione che costituiscono il fine del progetto, e cioè i dati, nella loro complessità ed eterogeneità, e i processi attraverso i quali essi vengono gestiti e rielaborati.

La visualizzazione dello spazio esistente costituisce quindi un imprescindibile strumento per la conoscenza e la descrizione della realtà, che non si limita a rappresentare la superficie visibile dei manufatti fisici, ma mette a reagire tutti i *layers* materiali e immateriali che attraversano lo spazio urbano complesso, in una visione che non resta mai congelata in una immagine finale, ma spazia lungo molte dimensioni. Sviluppato oltre le due dimensioni del quadro, la visione si stratifica e si muove continuamente nella profondità di esso, e si incrocia anche con le nuvole di informazioni immateriali che, via via, si addensano o si diradano pervadendo lo spazio fisico. È necessario quindi visualizzare non soltanto spazi tridimensionali e statici, tradizionalmente intesi, ma campi complessi pluri-orientati e dinamici.

Per affrontare appropriatamente il compito di rappresentare questo progetto complesso, il linguaggio tecnico e formale della visualizzazione ha dovuto far opportunamente interagire tecniche e procedure diverse: dallo schizzo, alla modellazione geometrica digitale, alla mappatura, alla modellazione BIM, alla definizione delle interfacce grafiche per la gestione e la consultazione delle banche dati, dei modelli BIM e dei sistemi GIS, alla realtà virtuale, aumentata e immersiva per la fruizione informata dello spazio esistente e degli scenari di progetto.

Le tecniche messe in atto per la costruzione e per la visualizzazione degli scenari di progetto, danno luogo così a una rappresentazione mutevole e eterogenea, sempre in divenire, sensibile alla interattività con il fruitore e capace di rimodellare continuamente lo spazio esistente e la visione dei possibili spazi futuri. (L.S.)

Analisi attraverso il disegno delle aree periferiche di Padova

Nella presente ricerca la città viene considerata non come un *unicum* ma come giustapposizione di realtà eterogenee. Attraverso *layers* grafici sono state infatti evi-

denziate le diverse entità urbane. Il primo ad essere individuato è stato lo *skyline* storico e successivamente quello industriale che poi, sovrapposti, ne hanno generato uno nuovo, multiforme e più articolato (fig. 1). Questa analisi attraverso il disegno, schizzi veloci ed appunti visivi, è stata di grande utilità per focalizzare l'attenzione su problematiche estremamente diffuse nella periferia di Padova. È stata infatti individuata una modalità grafica specifica in grado di documentare e denunciare la situazione critica della realtà che si stava osservando. A tale scopo, per quanto riguarda l'aspetto grafico, si è scelto di utilizzare un segno 'forte' per evidenziare la città industriale che si contrappone al tratto leggero e appena accennato utilizzato per la città storica (fig. 2). L'obiettivo è stato quello di valorizzare le aree 'transurbane' sovrapponendole visivamente alle aree urbane storiche progettando una rappresentazione capace di far convivere luoghi apparentemente contrastanti tra loro. Non si tratta quindi semplicemente della rappresentazione della città ma dell'individuazione di connessioni per giungere a nuovi significati di lettura. In altre immagini invece si è posta l'attenzione esclusivamente sulle aree dismesse come ad esempio nel caso dell'area dell'Ex Foro Boario dove ad essere messo in evidenza è stato l'aspetto del disuso e della marginalità in cui si trova l'edificio stesso (fig. 3). Si è infatti voluta rappresentare la forte cesura creata dalla vegetazione incolta nei confronti delle architetture industriali abbandonate. Per tutte le immagini prodotte elemento in comune è l'utilizzo della rappresentazione come strumento critico di analisi e di denuncia. (G.P.)

Stato dell'arte (ICT)

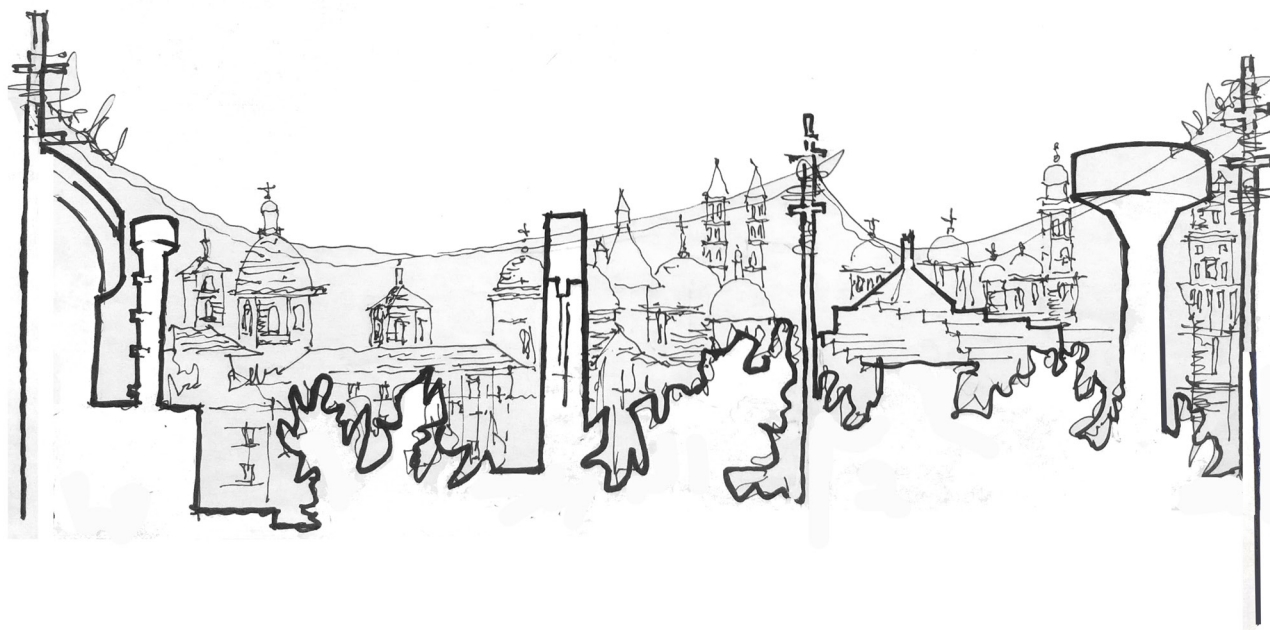
Essenziale per il lavoro presentato è stata l'analisi di molteplici casi studio inerenti al vasto settore della valorizzazione dei beni culturali, architettonici e urbani attraverso il digitale. Nel presente studio sono stati considerati in particolare due ambiti diversi ma collegati tra loro: quello relativo alla gestione e diffusione dei dati e quello relativo alla visualizzazione, alla comunicazione e all'*Information and Communication Technology* (ICT). Per il primo, tra i casi studio esistenti sono stati analizzati in particolare quelli presentati durante la giornata di studi INU tenutosi a Napoli nel 2017 nella sessione *Nuove tecnologie informatiche per il territorio* [2]. Nel corso dell'incontro sono state esaminate le più aggiornate ricerche riguardanti l'argomento della riqualificazione urbana ed in particolare della comu-

nicaione di realtà complesse attraverso la costruzione di specifiche piattaforme interattive GIS e Web-GIS. Dai diversi studi è emersa l'esigenza della creazione di tali sistemi integrati in quanto «è stato stimato che, entro il 2050, 6,4 miliardi di persone vivranno in città con importanti conseguenze riguardo risorse e servizi. È quindi necessario investigare la complessità del fenomeno urbano in modo integrato, considerando la città come un sistema aperto, duttile e complesso che evolve nel tempo e nello spazio» [Mangialardi 2017, p. 606].

Per quanto riguarda la seconda tematica relativa alla comunicazione e all'ICT vengono di seguito riportati solo alcuni tra i casi studio indagati [Allen, Lupo 2012] e in particolare quelli caratterizzati da una relazione interattiva tra utente e bene culturale. I casi esaminati sono i seguenti: il progetto *Culture Clic* (Parigi 2011) – è un'applicazione che mira a promuovere i beni culturali in Francia – molteplici dati in alta risoluzione, visibili in AR tramite iPhone, fanno apparire siti di interesse culturale come era-

no in passato; il progetto *You are not here* (New York and Telaviv 2006-2007) fornisce ai partecipanti la possibilità di diventare 'meta-turisti' e mette in evidenza le forti relazioni tra le due città – i partecipanti possono attivare delle descrizioni audio semplicemente chiamando con il proprio cellulare uno specifico numero di telefono ed inserendo il codice che trovano su *stickers* collocati nella città; il progetto *AMNH explorer* (New York 2011) – è un'applicazione che fornisce dettagliate informazioni riguardo il museo Americano di Storia Naturale – utilizzando tale *app* i visitatori possono creare un personale tour virtuale di esplorazione; infine il progetto *Street Art View* (Mountain View 2011) è una collezione di siti tratti da *Google Street View* caratterizzati da opere di *street art* – gli utenti possono selezionare e condividere l'opera preferita contribuendo a costruire la collezione d'arte 'più grande al mondo'. Per tutti i casi studio esaminati elemento in comune è la volontà di rendere protagonista il fruitore che diventa il *focus* dell'esperienza culturale progettata. (G.P.)

Fig. 1. Rappresentazione grafica dello skyline storico e dello skyline industriale della città di Padova. Disegno a mano libera (pilot e pennarello).



Aree urbane abbandonate e ICT

La struttura multidisciplinare del progetto si articola in sei ambiti di ricerca distinti e complementari: *Web GIS; BIM and Land Information modeling; Pilot scenarios design; Urban planning and feasibility studies; Waste recycle; Data Management and ICT*. Nel presente articolo viene indagato l'ambito relativo al *Data Management and ICT*. Le ICT ricoprono un ruolo centrale sia nei processi conoscitivi, di ricerca e divulgazione, sia nei processi di progettazione dove svolgono il ruolo di interfaccia tra competenze tecniche diverse. Queste tecnologie hanno avuto uno sviluppo molto significativo nell'ambito del *Cultural Heritage* nel quale svolgono compiti particolarmente complessi quali la comunicazione e la divulgazione in campi extra-disciplinari.

Per quanto riguarda le ICT, nella presente ricerca, sono stati sviluppati due progetti: il primo, denominato *Extensive Project* ha riguardato la creazione di una piattaforma Web; il secondo, denominato *Focal Project* ha riguardato la creazione di due applicazioni tecnologiche in grado di approfondire e comunicare interattivamente i nuovi scenari progettuali realizzati nel corso della ricerca. Tra le molteplici aree dismesse presenti nella periferia di Padova si è posta l'attenzione principalmente sulla zona relativa all'Ex Caserma Romagnoli e su quella relativa all'Ex Foro Boario (fig. 4) L'*Extensive Project*, come precedentemente anticipato, consiste nella progettazione di una *web platform* pensata per organizzare i dati raccolti e renderne possibile la fruizione a qualunque tipologia di fruitore, dai professionisti fino ai semplici cittadini. Al fine di agevolare la fruizione della web

Fig. 2. Rappresentazione grafica dello skyline storico e dello skyline industriale della città di Padova. Vista della cupola del Duomo. Disegno a mano libera (pilot e pennarello).

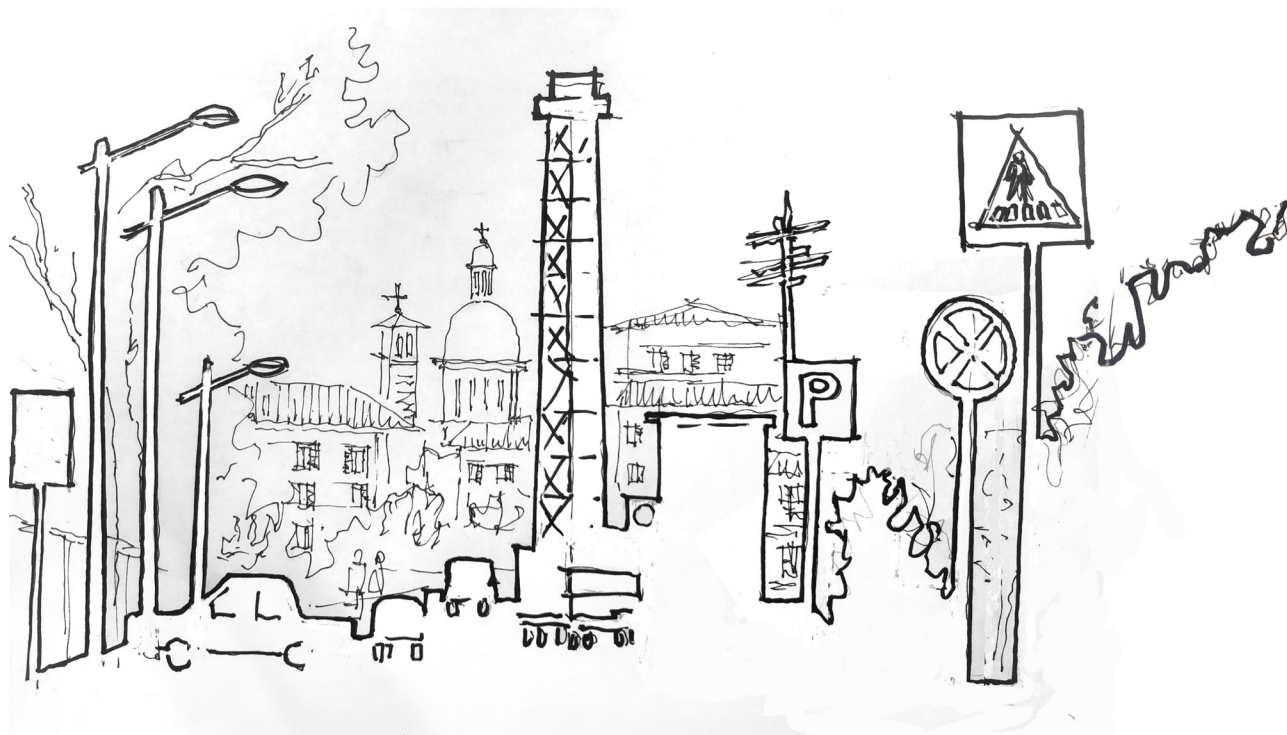
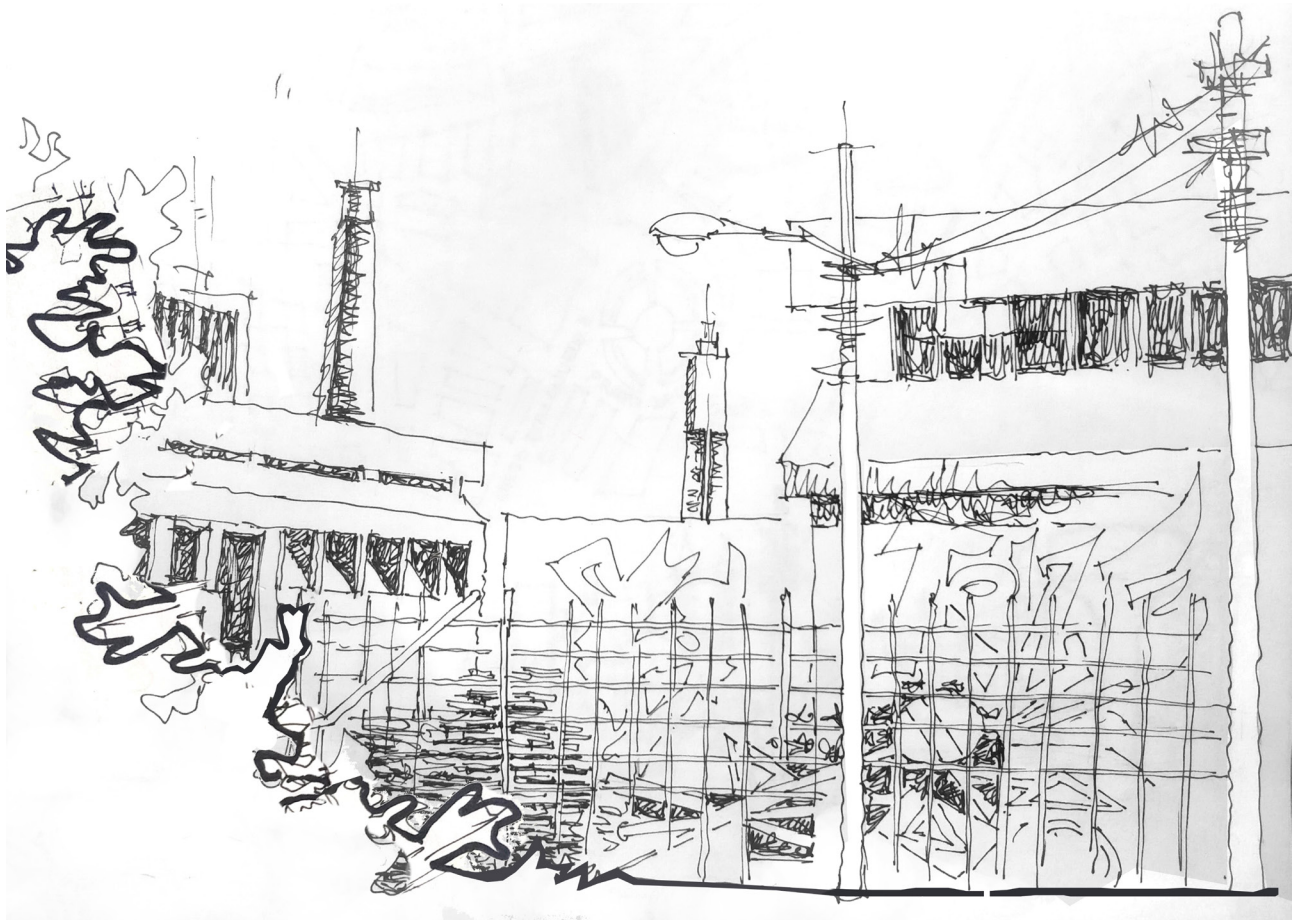


Fig. 3. Rappresentazione di una porzione dell'Ex Foro Boario di Padova. Disegno a mano libera (pilot e pennarello).



platform, la stessa è stata inserita all'interno di un sito internet contenente tutti i dati derivanti dai sei ambiti di ricerca. Attraverso tale piattaforma, basata sul *database MySQL*, è possibile collegarsi direttamente al 'contenitore' GIS costituito tramite *Geonode* (*web-based application and platform for developing geospatial information systems*). *Geonode* si basa sul *database Postgres* e permette l'accesso alle mappe interattive create attraverso l'interfaccia del sito web (fig. 5). L'obiettivo del sistema proposto è duplice: l'archiviazione ordinata dei dati e la creazione di una modalità di 'interrogazione' di facile utilizzo per poter fruire ed esplorare

rapidamente qualsiasi contenuto presente nel database. Lo strumento della *web platform* risulta quindi di fondamentale importanza in quanto rende possibile l'interoperabilità dei molti dati elaborati durante la ricerca rendendone possibile un costante e continuo aggiornamento.

Il *Focal Project* invece, come anticipato, consiste nella realizzazione di due applicazioni digitali pensate per comunicare il progetto di riqualificazione della periferia. La prima applicazione riguarda la scala urbana e consiste nella progettazione in un 'osservatorio virtuale' interattivo. Grazie alla realizzazione di tale strumento è infatti possibile vi-

Fig. 4. Plastico di studio realizzato nell'ambito delle ricerche condotte nel laboratorio ReLOAD (Research Lab of ArchitectURban Design). Coordinatore: L. Stendardo.

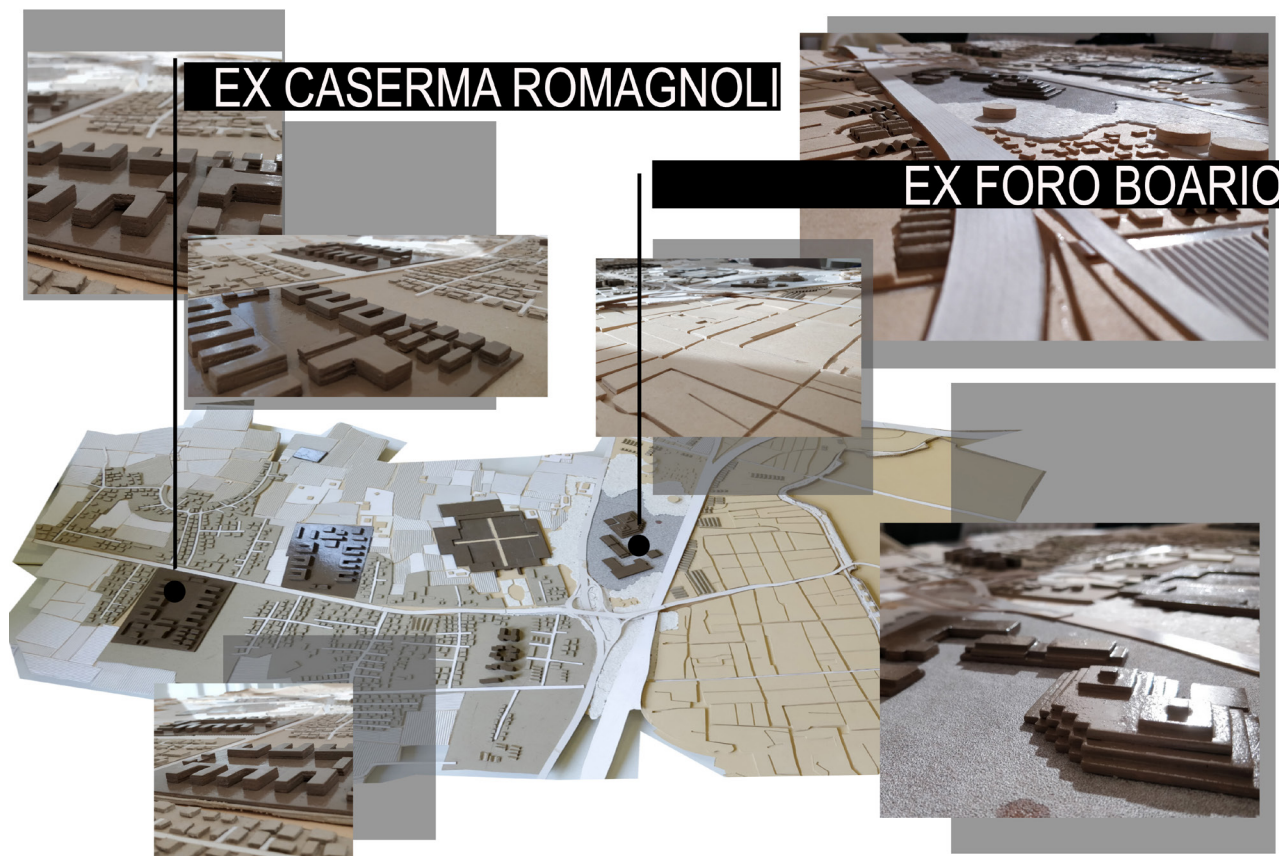


Fig. 5. Rappresentazione del Database Web GIS interrogabile e consultabile tramite il sito web. Selezione ed analisi dei diversi layers. Realizzazione delle mappe: G. Pristeri, E. Redetti.

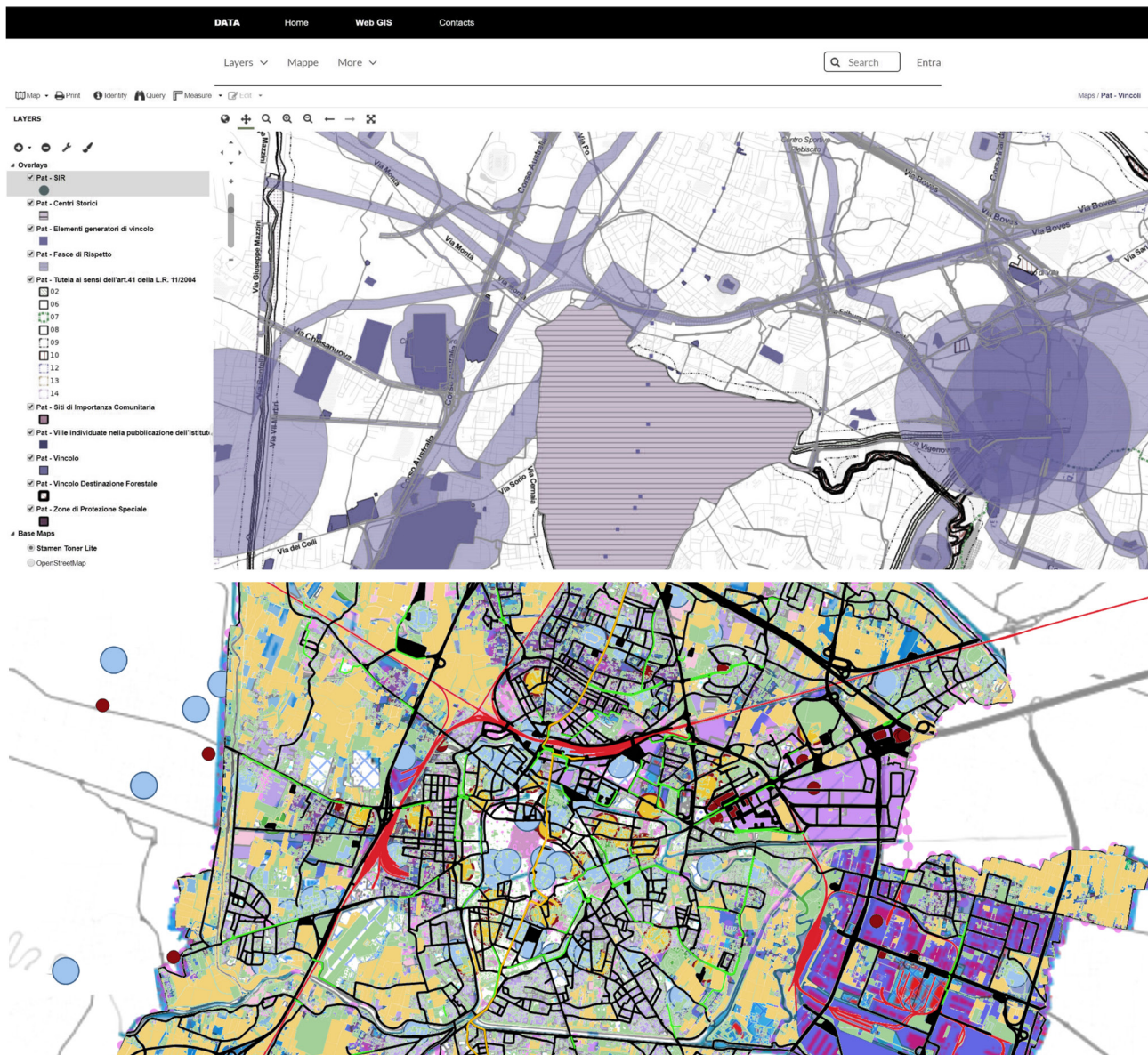


Fig. 6. Realizzazione Applicazione digitale (G. Pettoello); 3D volumetrico periferia di Padova (D. Barbato).

Serena Vianello, Mix and Match. Scenari di trasformazione per l'area dell'ex Foro Boario di Corso Australia. Tesi di laurea in Ingegneria Edile - Architettura, Università di Padova, 2014, relatore prof. L. Stendardo.

Rendering image credits: Workshop The Canal of Babel; docenti: L. Stendardo, L. Siviero, S. Antoniadis; studenti: M. Barison, A. Quijada-García, G. Pozzato, S. Reverenna. Luogo: Idrovia Padova-Venezia.



sualizzare la trasformazione di specifiche aree extraurbane degradate. Indossando il visore 3D (in particolare si è scelto un visore 3D *smart*) e attivando degli specifici *hot spot* il fruitore può accedere in tempo reale agli scenari futuri della città grazie ad una visione panoramica a 360°. Attraverso la realizzazione di un modello 3D è stato possibile ricostruire gran parte della periferia di Padova. Successivamente, alla scena ricostruita, sono stati applicati dei *tag* interattivi. Il funzionamento degli *hot spot* è stato reso particolarmente intuitivo, infatti grazie alla semplice osservazione prolungata di tali punti (2 secondi circa) è possibile attivare, e quindi visualizzare, lo scenario di progetto. La trasformazione in tempo reale della porzione di città osservata rende particolarmente dinamica e coinvolgente la comunicazione del progetto di riqualificazione architettonica. Per quanto riguarda l'aspetto tecnologico, per la realizzazione del 3D è stato utilizzato il programma Revit, per la renderizzazione è stato utilizzato il software 3D *Studio Max* mentre invece per la realizzazione dell'interfaccia interattiva con l'utente (*hot-spot responsivi*) sono stati realizzati degli *script* specifici successivamente applicati ai punti di interesse in ambiente 3D. Dal 3D volumetrico della città è quindi possibile immergersi a 360° all'interno del panorama ricostruito. Nell'immagine che segue viene rappresentata in particolare l'elaborazione relativa l'area dell'Ex Foro Boario (fig. 6).

La seconda applicazione riguarda la scala architettonica. Anche in questo caso l'oggetto di studio ha riguardato l'area dell'Ex foro Boario. In tale situazione è stato aumentato il grado di coinvolgimento dell'utente. Infatti indossando il visore 3D, oltre ad una immersione a 360° all'interno della scena è possibile anche un'esplorazione personalizzata *real-time* camminando virtualmente all'interno dell'ambiente ricostruito (fig. 7). Inoltre è stato utilizzato il 3D per la costruzione della porzione di città esaminata e grazie alla progettazione di specifici *script* associati tra loro si è reso possibile lo spostamento tra i vari punti di interesse progettati all'interno della scena. Una registrazione audio dei suoni della città è stata inserita nell'applicazione in modo da coinvolgere anche il senso dell'udito per rendere l'esperienza ancora più coinvolgente. In entrambe le applicazioni digitali descritte l'utente diventa il principale protagonista ed assumere un ruolo attivo all'interno dell'ambiente virtuale ricostruito.

Nel caso del progetto DATA, viene affrontato non solo il tema della comunicazione dei beni culturali e del coinvolgimento dell'utente, ma anche più specificatamente il

tema della riqualificazione urbana di aree marginali. Le ICT sono quindi chiamate ad affrontare una sfida diversa e ancora più impegnativa attraverso l'impiego di molteplici livelli di comunicazione. Il ruolo e la sfida che le ICT sono chiamate a sostenere è quello della ri-conversione del 'ri-fiuto' in risorsa. (G.P.)

Conclusioni

Nell'ambito del progetto DATA, il segmento di ricerca relativo alla visualizzazione – intesa come strutturazione di dati e strutture complesse, non solo spaziali – descritto nel progetto come *data management and ICT*, si è continuamente confrontato, su più piani contemporanei, con tutti gli altri segmenti (*WebGIS, Data mining, Building and Land Information modeling, Pilot scenarios design, Urban planning, Feasibility studies, Urban mining*), costituendone una fondamentale struttura di relazioni, che ha permesso di far interagire in modo complesso tutte le competenze attive nel progetto.

La sinergia tra le diverse azioni che hanno preso forma visibile attraverso il *data management* e le ICT ha dato luogo a diversi prodotti della ricerca. A partire dalle nuvole di punti ottenute da rilievi laser scanner e fotogrammetrici, integrati con riprese di termocamere, sia terrestri che da drone, e attraverso processi SCAN to BIM, sono stati prodotti modelli BIM che sono stati poi interfacciati con il WebGIS costruito sulla base del *data mining*. Dalla sinergia con il segmento del *Pilot scenarios design* sono state prodotte visualizzazioni degli scenari di progetto attraverso elaborazioni di realtà virtuale, aumentata e immersiva. In sintesi le diverse forme di visualizzazione hanno prodotto diversi *output*. In particolare sono stati sviluppati: un *database* che organizza le informazioni raccolte; una piattaforma WebGIS [3], aggiornabile e integrabile con nuovi contenuti; modelli BIM interoperabili per alcune aree dismesse e scenari di progetto; scenari pilota alla scala architettonica e urbana; strategie progettuali su scala territoriale, urbana e locale; una raccolta di dati ambientali nonché una valutazione di quantità e qualità dei rifiuti prodotti in relazione ai possibili scenari di intervento; prodotti multimediali ad alto contenuto tecnologico propri delle ICT [4] tra cui interfacce *software* per dispositivi mobili che sfruttano VR e AR; un *Web Site* [5] (fig.8) per la divulgazione in rete dei risultati che integra la piattaforma webGIS. (L.S.)

Fig. 7. Visione della città in VR attraverso visore 3D. Esplorazione real-time dello scenario futuro. Realizzazione Applicazione digitale: G. Pettoello.

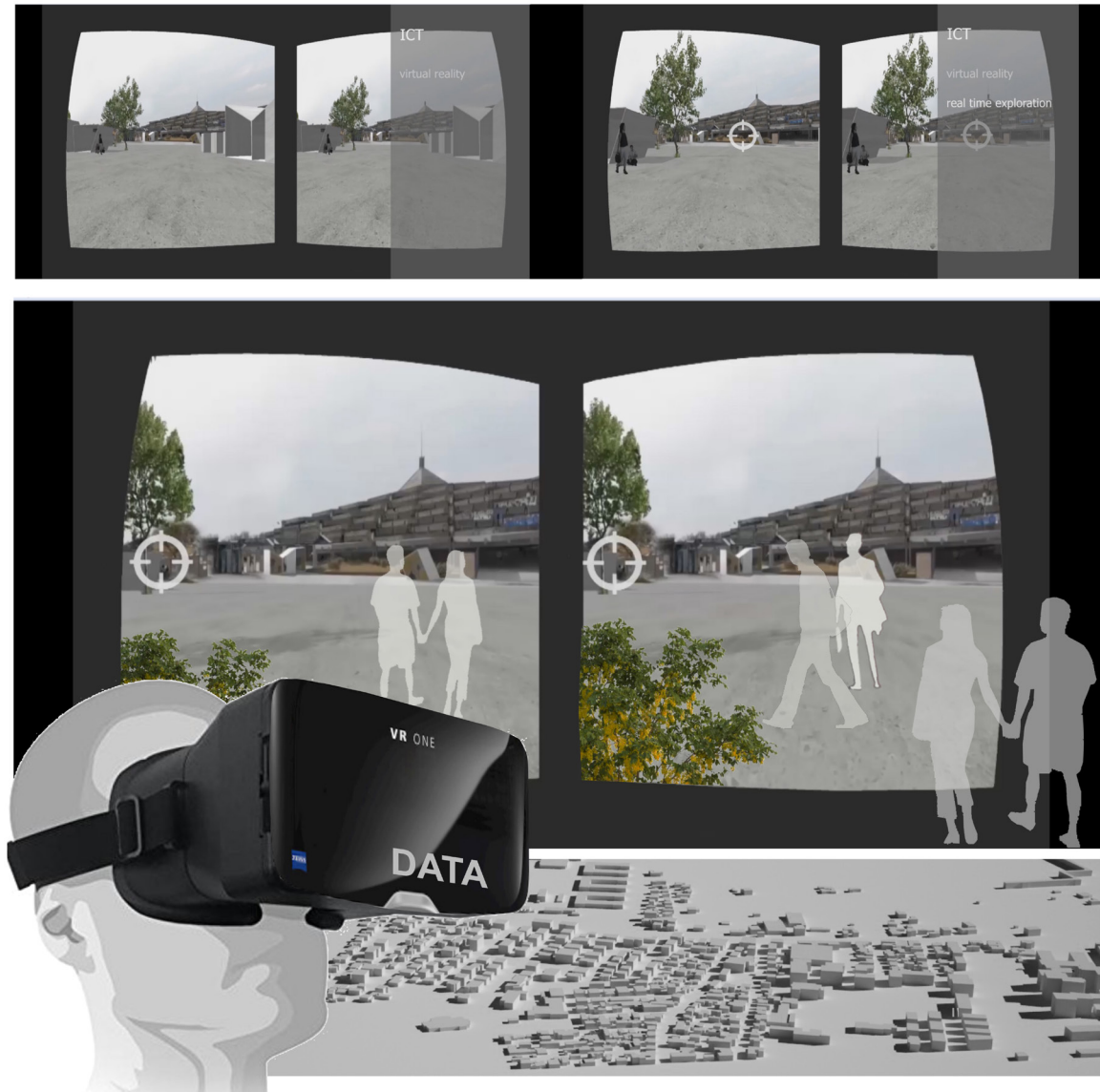
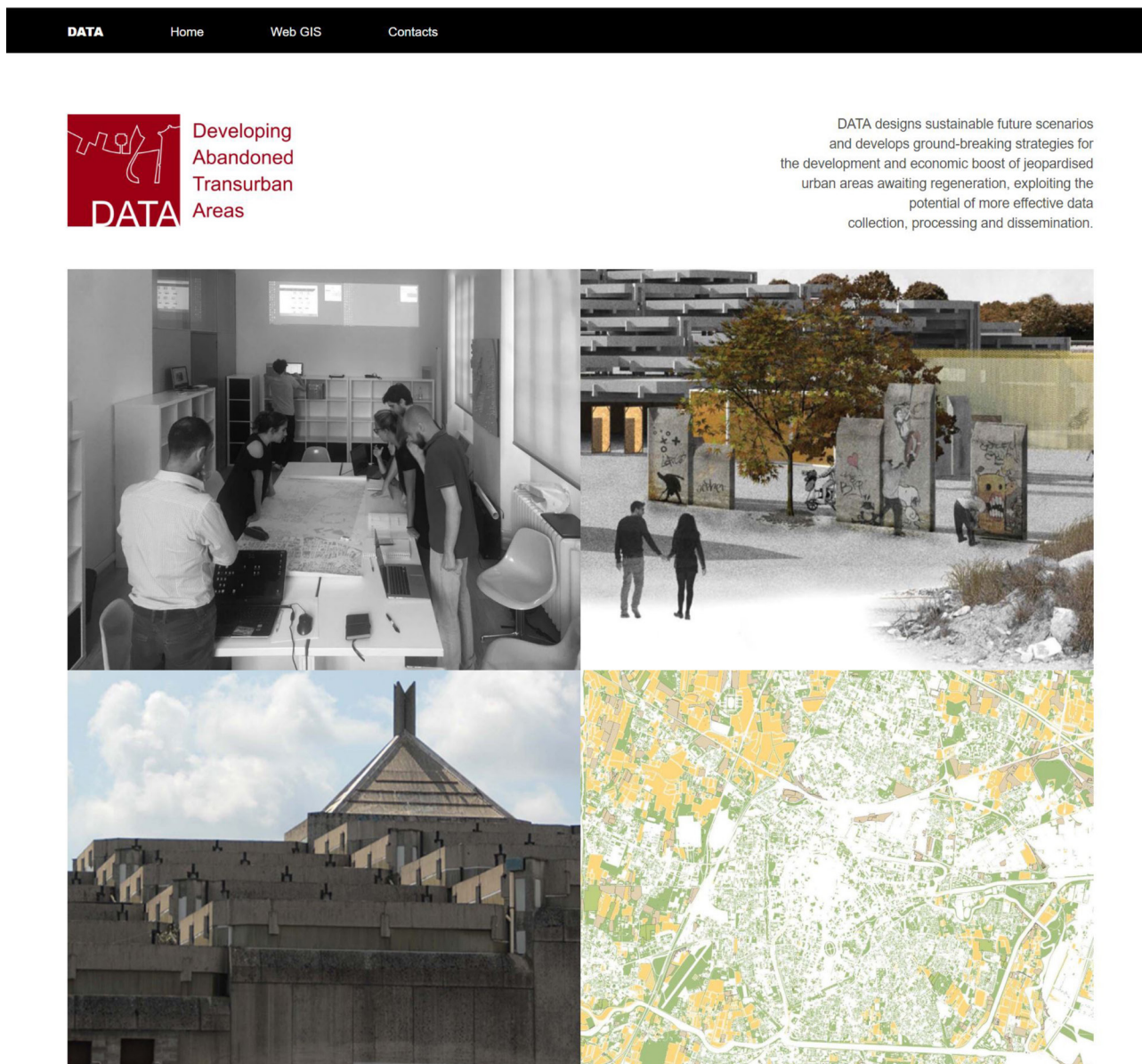


Fig. 8. Home page del sito web realizzato dal team nel corso dell'anno di ricerca. Il sito web racchiude la sintesi dell'intero progetto DATA.



Note

[1] DATA Developing Abandoned Transurban Areas è un progetto di ricerca del Dipartimento di Ingegneria civile, Edile e Ambientale dell'Università di Padova, della durata di 12 mesi (26.06.2017-25.06.2018), finanziato su bando competitive nell'ambito del POR Veneto - Fondo Sociale Europeo 2014-2020 (D.G.R. n. 2216 13/12/2016) e cofinanziato con fondi FESR. Il comitato scientifico del progetto è costituito da: L. Stendardo, *Principal Investigator* (Pilot Scenarios Design, Data Management e ICT); M. De Marchi (WebGIS e Data Mining); A. Giordano (Building and Land Information Modeling); M.C. Lavagnolo (Urban Mining); M. Savino (Urban Planning e Feasibility Studies). Il team di ricerca è costituito da: G. Pristeri (WebGIS e Data Mining); D. Barbato (Building and Land Information Modeling); S. Antoniadis (Pilot Scenarios Design); E. Redetti (Urban Planning e Feasibility Studies); R. Malesani (Urban Mining); G. Pettoello (Data Management e ICT). Al progetto hanno partecipato Confindustria Padova, Centro Studi USINE e Fòrema, in qualità di *partner* di rete. Il progetto si è avvalso inoltre della partecipazione dei seguenti partner operativi: Archetipo s.r.l. (Data Mining e Survey Implementation); F. Gianoli (Data Mining e

Survey Implementation); LTS s.r.l. (Building and Land Information Modeling); Orienta+Trium s.r.l. (Building and Land Information Modeling); CZ Studio (Pilot Scenarios Design); Favaro I s.r.l. (Pilot Scenarios Design); Duff & Phelps S.p.A. (Urban Planning e Feasibility Studies); Impresa Costruzioni Edili Ing. Garbo (Urban Planning e Feasibility Studies); ACOM S.p.A. (Urban Mining); Ravagnan S.p.A. (Urban Mining); Advertendo s.r.l. (Data Management e ICT); Pallino & Co. s.r.l. (Data Management e ICT).

[2] X Giornata di Studio INU/10° INU Study Day, dal titolo *Crisi e rinascita delle città/Crisis and rebirth of cities* tenutasi a Napoli il 15 Dicembre 2017.

[3] <<http://geodata.dicea.unipd.it/maps/?limit=100&offset=0>> (consultato il 25 maggio 2019).

[4] <<https://youtu.be/u7cJUUVfDwI>> (consultato il 25 maggio 2019).

[5] <<http://data.dicea.unipd.it/>> (consultato il 25 maggio 2019).

Autori

Giulia Pettoello, Dipartimento di Storia Disegno e Restauro dell'architettura, La Sapienza Università di Roma, giulia.pettoello@uniroma1.it.
Luigi Stendardo, Dipartimento di Ingegneria Civile Edile ed Ambientale, Università degli Studi di Padova, luigi.stendardo@unipd.it.

Riferimenti bibliografici

Allen, J., Lupo, E. (2012). *Representing Museum Technologies*. MelaBooks/ Politecnico di Milano.

Antinucci, F. (2009). *L'algoritmo al potere. Vita quotidiana ai tempi di Google*. Roma-Bari: Laterza.

Barbato D., De Marchi M., Pristeri G. (2018). GIS-BIM Interoperability for Regeneration of Transurban Areas. In M. Schrenk et al. (eds.). *Proceedings of RealCORP Conference 2018. Expanding cities, diminishing space*. Vienna, 4-6 April 2018, pp. 243-250. Roma-Milano: Planum Publisher.

Casti, E. (2014). *Aree dismesse e obsolete in Lombardia. Rapporto I fase di ricerca del progetto RifolIt. Rigenerazione urbana e restituzione del suolo*. Bergamo: Bergamo University press. DiathesisLab-Università degli Studi di Bergamo, pp. 10-16.

Lavagnolo M.C., Malesani R., Stendardo S. (2017). Urban Mining and Water Recycle For Abandoned Transurban Areas (DATA project). In Cossu R. et al. (eds.). *Sardinia 2017. Sixteenth International Waste Management and Landfill Symposium*. Padova: CISA Publisher.

Levy, P. (1997). *Il virtuale*. Milano: Raffaello Cortina Editore.

Mangialardi, G. (2017). Reflections on urban management for unravelling the complexity. In *Urbanistica Informazioni*, n. 272, pp. 606-609.

Manovich, L. (2008). *Il linguaggio dei nuovi media*. Milano: Olivares.

Prescia, R., Trapani, F. (a cura di). (2016). *Rigenerazione urbana, innovazione sociale e cultura del progetto*. Milano: FrancoAngeli.

Pristeri G. et al. (2017). Un WebGIS per la conoscenza di aree transurbane a Padova. In *Urbanistica Informazioni*, n. 272, pp. 595-599.

Pristeri G. et al. (2018). An Open Multi-User Platform in Support of Urban Development: The DATA webGIS. In M. Schrenk et al. (eds.). *Proceedings of RealCORP Conference 2018. Expanding cities, diminishing space*. Vienna, 4-6 April 2018, pp. 67-74. Roma-Milano: Planum Publisher.

Redetti E., Savino M. (2017). Strategie di rigenerazione urbana per aree transurbane a Padova. In *Urbanistica Informazioni*, n. 272, pp. 435-440.

Sacchi, L., Unali, M. (2003). *Architettura e cultura digitale*. Milano: Skira.

Scanu, G., Podda, C., Spanu, B. (2013). Innovazione digitale nella gestione del territorio. GIS e WebGIS tra semplificazione e sburocratizzazione. In *Bollettino AIC*, n. 147, pp. 151-165.

Steiniger, S. et al. (2017). Building a geographic data repository for urban research with free software – learning from Observatorio.CEDEUS.cl. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, volume XLII-4/W2, pp. 147-153.

Stendardo, L., Antoniadis, S. (2017). Il dissolvimento dei limiti della città nelle aree transurbane a Padova. In *Urbanistica Informazioni*, n. 272, pp. 100-102.

LOD per il patrimonio architettonico: la modellazione BIM per la fabbrica Solimene

Adriana Rossi, Umberto Palmieri

Abstract

Sulla base di un modello non strutturato, derivato da dati acquisiti con ranging scanner a differenza di fase, gli autori hanno modellato un campione architettonico della fabbrica di ceramiche Solimene (Vietri, Salerno) con tecnica BIM. I componenti, riferiti a livelli di sviluppo accertati (LOD), sono posti all'origine di una catena operativa condivisa e interoperabile, necessaria al confronto di documenti e modelli per fini progettuali e divulgazione del patrimonio architettonico.

Parole chiave: H-BIM, LOD, tecnologie di rilievo, modellazione parametrica, nuvola di punti, interoperabilità.

Introduzione

Lo sviluppo delle tecniche di rilievo strumentale con laser scanner 3D e *dataset* fotografici ha introdotto nuovi metodi per gestire la complessità dei dati acquisiti con elevata precisione e velocità, anche e soprattutto per architetture di grandi dimensioni. I processi connessi hanno modificato profondamente il carattere del lavoro tipico del rilevatore: un professionista in passato dedicato alla descrizione e all'analisi critica dei manufatti architettonici/ingegneristici, oggi intensamente coinvolto non solo come esperto di tecniche digitali ma come ideatore e amministratore del processo di comunicazione del progetto. Infatti, il modello numerico che si ottiene come esito delle fasi di acquisizione con sensori attivi, è oggettivamente rappresentativo della realtà: da esso si possono ricavare misure rigorose e

controllare la qualità dei prodotti del rilievo, verificando – anche a posteriori – dettagli minuziosi. Tuttavia, malgrado la precisione certificata, questo modello non può essere manipolato all'interno di uno spazio virtuale generato da computer. Per scalare volumi e modificare superfici, oppure inserire informazioni geometriche di elementi non visibili, occorre trascrivere la nuvola di punti in forme continue governabili matematicamente [Migliari 2004].

Le tecniche, le più diffuse per attuare questa conversione, sfruttano algoritmi basati sulla triangolazione di Delaunay: costruendo griglie di *mesh* poligonali aventi i vertici su punti selezionati della nuvola acquisita, si generano forme atte a rispondere a relazioni di connessione e identificazione morfologica. I modelli derivati sono perciò adeguati a sup-

portare altri tipi di operazioni e informazioni, indispensabili ai professionisti del settore interessati a adeguare il proprio *modus operandi* allo sviluppo tecnologico. Vincendo le resistenze dei più tradizionalisti in ambito progettuale, la norma [1] in materia di appalti pubblici impegna, per decreto, a gestire il flusso di lavoro con piattaforma BIM. Il caso studio proposto offre l'occasione propizia per verificare l'applicabilità della procedura agli edifici storici (H-BIM), discutere pregi e difetti del flusso di lavoro organizzato a partire dal modello di rilievo, sostenere il lavoro di squadra per l'analisi delle possibilità di attuazione e trascrizione esecutiva delle idee.

Il caso studio

Singolare nella concezione, ambigua nella forma, irregolare nella realizzazione oltre che incisivamente segnata dal tempo, è la fabbrica di ceramiche Solimene, un'opera realizzata tra il 1950 e il 1955 a Vietri sul Mare (Italia) e dal 2004 vincolata ai sensi del D.L. 42/2004. Il volume della fabbrica s'impone a mezza altezza della falesia che dà origine alla costiera amalfitana, prospettando verso il golfo di Salerno. È ben visibile dal mare con le sue caratteristiche vetrate trapezoidali intervallate da corpi torreggianti che sembrano sostenere il tetto giardino, copertura di un profondo

Fig. 1. Prospetto sud della fabbrica Solimene (foto degli autori).



cavo in cui si produce e si vende vasellame di stile locale in terracotta decorata.

Il prospetto principale è caratterizzato da cerchi di maiolica verde brillante e terracotta rossiccia grezza (fig. 1): non un semplice rivestimento come potrebbe apparire da lontano, ma fondi di migliaia di "bottiglie" annegate orizzontalmente nel cemento della parete (circa 16.000). La scelta tramanda e rinnova un linguaggio radicato nel vissuto, conservando, anche in questo caso, l'indissolubile legame tra funzione, struttura e ricercatezza estetica: allo studio dell'esercizio statico-dinamico del fabbricato, la parete di bottiglie si è dimostrata una pregevole soluzione ai fini costruttivi oltre che termici e acustici [Rossi 1995, pp. 360-367].

A detta dello stesso autore, l'architetto Paolo Soleri (1919-2013), l'intera configurazione progettuale è "frugale" [Abbate, Spina, Zevi 2010, pag. 182] per la sua funzionale "sostenibilità", rispettosa della tradizione di cui assurge a manifesto.

Il progettista, ripercorrendo l'insegnamento impartito dal maestro Frank Lloyd Wright, propone una soluzione fonte

inesauribile di esercizio teorico: l'astrazione necessaria a interpretare la sua struttura formale indirizza verso costrutti mentali in grado ancor oggi di riconfigurare l'aspetto compositivo [Monteleone 2013].

A prima vista, i corpi torreggianti sembrano di forma troncoconica, essendo eretti come giganteschi vasi a sostegno del tetto giardino [Rossi 1995, pp. 360-367]. Quest'idea è rafforzata osservando le prospettive dipinte ad acquarello [2] dallo stesso Soleri ma chiarita dal rilievo critico [Rossi 2017]. La natura della loro configurazione geometrica, infatti, è stata dimostrata matematicamente sulla base dei punti rilevati con stazione totale (*Trimble S6 Vision*): si tratta di cilindri leggermente obliqui con l'asse inclinato di circa sei gradi centesimali rispetto al piano di riferimento orizzontale. Ne discende che:

- il bordo dei solai aggettanti di ciascun piano è un arco di ellisse (poco pronunciato a causa della leggera pendenza dell'asse del cilindro) (fig. 2);

- l'intersezione tra il cilindro obliquo e la superficie dei pilastri è un ramo di ellisse non interamente contenuto sulla superficie del pilastro osculatore.

Appare probabile che le irregolarità del profilo verticale, evidenti come strozzature a metà dei cilindri (fig. 3), più che una cattiva esecuzione, siano state una scelta obbligata in corso d'opera [Rossi, Palmieri 2018, pp. 1553-1560].

Volendo rispondere agli interrogativi insoliti è stato effettuato un nuovo rilievo con laser scanner terrestre e *dataset* fotografici. Il dispositivo utilizzato, il Faro Focus 130 HDR, e la tecnologia impiegata restituiscono un modello sperimentale certificato [3]. L'attendibilità informativa del metodo è derivata dal telerilevamento di milioni di punti, che segnalano la distanza dallo zero di tutte le parti solide raggiunte dalla luce del laser [Rossi, Palmieri 2019]. Il sistema lavora molto bene per le superfici diffuse quasi-lambertiane [Guidi, Russo, Beraldin 2010] e non altrettanto per le superfici riflettenti delle vetrate [Benedetti, Gaiani, Remondino 2011]. Però, essendo l'analisi indirizzata alla descrizione delle pareti piene che configurano i torrioni aggettanti, i dati acquisiti sono sufficienti a indirizzarne l'attendibilità descrittiva [4]. A questo fine, sono state effettuate 10 scansioni esterne (con stazionamenti ad intervalli di 30 m) e 2 interne all'edificio. I *target* hanno permesso al software dello strumento (*Faro Scene*) di collegare "gerarchicamente" le scansioni, gli *step* cronologici delle operazioni effettuate e i *dataset* fotografici. Per rendere più rapido il calcolo, in fase di acquisizione si è fatto uso di target sferici lungo l'asse stradale e flat quadrati in facciata (fig. 4). I dati

Fig. 2. Intersezione tra cilindro obliquo e piano impostato sulla superficie dei pilastri.

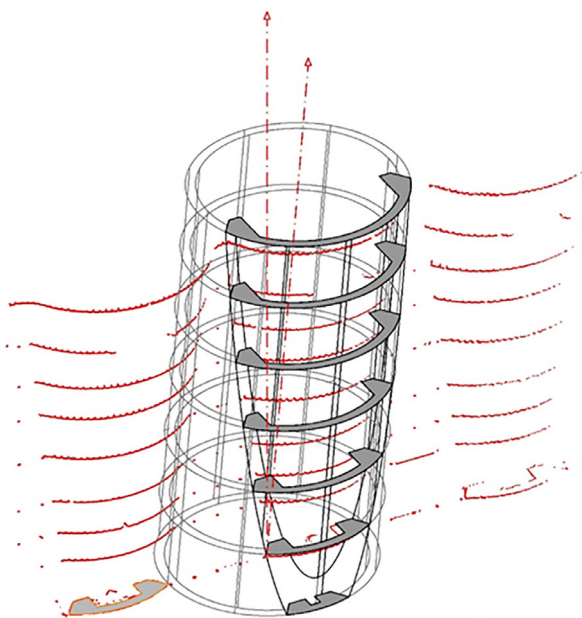
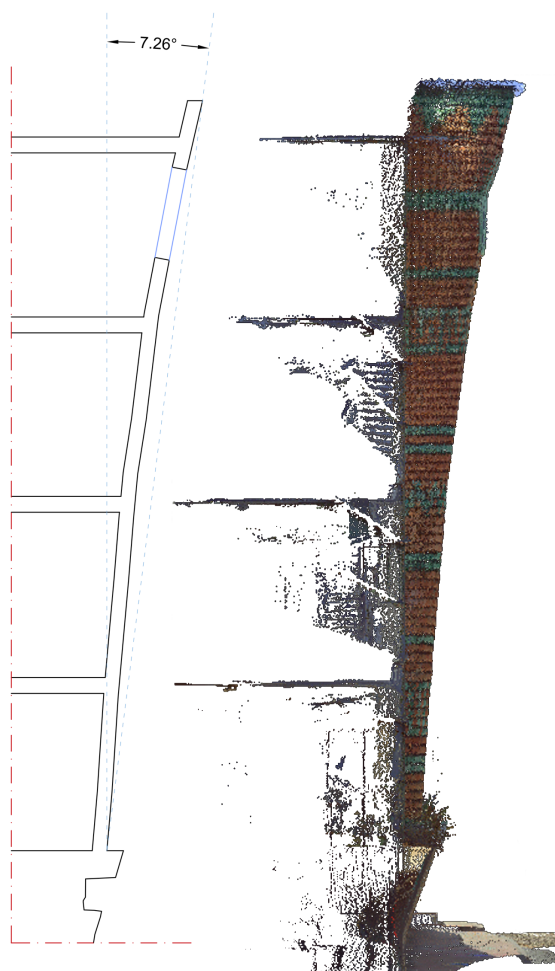


Fig. 3. Profilo schematico dei corpi torreggianti a forma di grandi vasi.



sono stati organizzati in maniera controllata con l'ausilio di *RiScan Pro*. Filtrate le nuvole dei punti acquisite, effettuando il necessario *editing* per eliminare elementi di disturbo o informazioni superflue, è stato ricavato un modello "non strutturato" di coordinate (XYZ-RGB-i), trascritte in superfici triangolate (*mesh*) su cui sono state applicate le *texture*. L'*output*, un modello numerico navigabile nelle tre dimensioni, permette sia la misura di distanze (precise al decimo di millimetro), sia il collegamento a documenti iconografici o alfanumerici.

Volendo insistere sullo studio della morfologia dei corpi aggettanti in facciata, è stato necessario trasformare i dati sperimentali (discontinui) in modelli vettoriali idealmente continui. Tale trascrizione non esime dall'interpretazione seppur metodologicamente fondata. A questo fine, l'elaborazione tridimensionale degli impalcati importati all'interno di un unico contesto descrittivo, è guidata dagli strumenti offerti dal software di modellazione. Esistono ambienti specializzati che vantano, in vista dell'organizzazione di un modello BIM, la capacità di modellare forme per poi assistere la produzione di molti – se non tutti – i settori specialistici (strutture, impianti, sicurezza, costi ecc.). Questi,

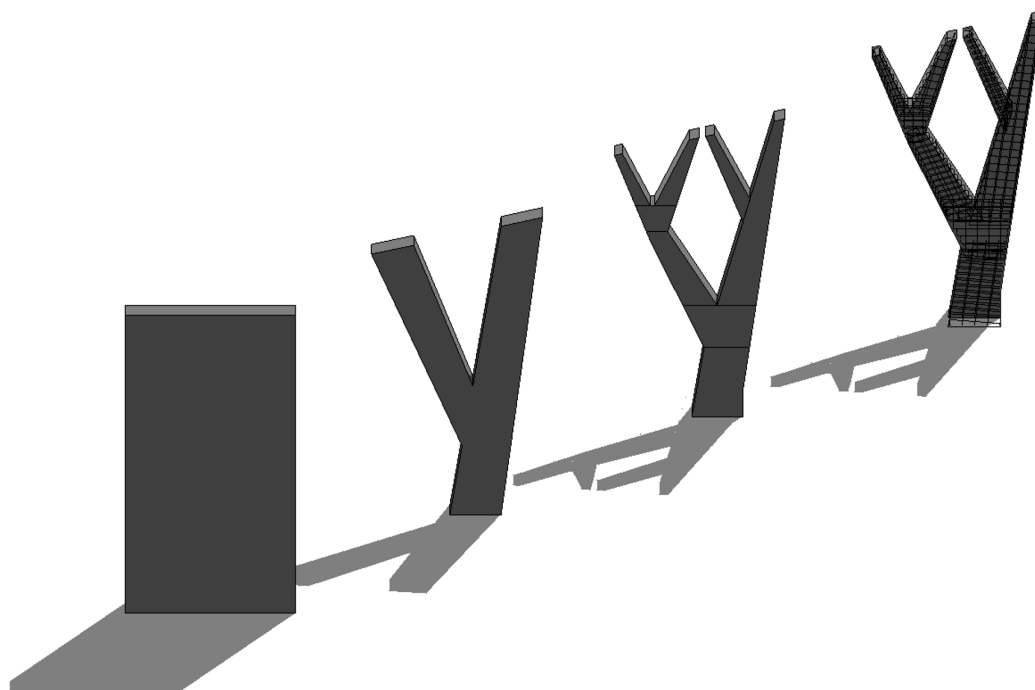
Fig. 4. Localizzazione dei target e dei punti di stazione del rilievo.



tuttavia, sono stati programmati per configurare forme e tecniche che usualmente sono impiegate nella progettazione sia ingegneristica che architettonica: al loro interno, abbastanza velocemente ed efficacemente si modellano le parti di edifici generalmente costituite con elementi seriali e di forma elementare. Tutt'altro che rapida appare, invece nel nostro caso, la modellazione di elementi singolari come quelli rilevati nella facciata della fabbrica Solimene (sebbene circoscritti a tre degli undici torrioni). Si è quindi preferito fare uso di un software di grafica 3D avanzata (*Rhinoceros*) per ricostruire le superfici e poi proseguire tramite software BIM le attività di modellazione e implementazione delle necessarie informazioni [Tang et al. 2010, pp. 829-843]. Se il "costruire in digitale" ha dimostrato l'efficacia di strumenti e metodi di lavoro in grado di sostituire molte fasi del processo classico ricorrendo

ad archivi di oggetti normati, la (ri)costruzione in digitale degli edifici storici (H-BIM), proprio a causa della loro atipicità, muove dalla creazione dei componenti derivati dal rilievo certificato per assicurare l'adeguato livello di accuratezza in funzione degli obiettivi prefissati. In realtà, ogni ipotesi di progetto, presuppone sempre il rilievo dello stato di fatto [Banfi 2016, pp. 116-127] che, nel caso dei manufatti storici, deve tener conto delle trasformazioni diacroniche. Porre ad origine della catena condivisa un documento certificato offre il vantaggio di operare col medesimo software sia per la creazione di componenti, sia per lo studio prettamente ingegneristico inizialmente legato al corretto dimensionamento degli stessi. Dunque, le fasi di acquisizione e successiva elaborazione dei dati acquisti rivestono un'importanza dirimente guidando l'organizzazione del flusso di lavoro BIM.

Fig. 5. Sviluppo della famiglia di pilastri strutturali.



Livelli di sviluppo accertati

La modellazione informativa, se indirizzata alla descrizione di edifici storici (H-BIM), può realizzarsi soltanto a partire dalla definizione di elementi costruttivi derivati dal rilievo. La vera forma e grandezza degli edifici e del contesto in cui essi sono inseriti, sono catalizzatrici per l'elaborazione di un modello navigabile, nucleo aggregativo delle informazioni storico-documentali, delle analisi diacroniche dei mutamenti, degli studi sui materiali e sulle tecnologie e dei necessari confronti multidisciplinari. Quello che nel recente passato si configurava come nucleo aggregativo di dati simbolici alfanumerici e iconici, oggi, se posto ad origine di una catena di lavoro condivisa e interoperabile,

trasforma il plastico fotorealistico e navigabile, descrittore del sistema informativo soggiacente, in una vera e propria costruzione digitale sia pure virtuale [Gaiani, Benedetti, Apollonio 2011]. In questa prospettiva, la scientificità delle procedure di acquisizione risulta dirimente, sia per la creazione del database degli elementi esistenti, sia per lo studio prettamente esecutivo dei progetti volti al restauro e alla manutenzione.

L'azione principale va dunque rivolta alla codificazione del processo d'indagine adeguato al livello di analisi conoscitiva concordato e sottoscritto [5]. Le norme, infatti, stabiliscono le caratteristiche geometriche che gli oggetti devono garantire (LOG, *Level of Geometry*) in funzione degli aspetti informativi correlati (LOI, *Level of Information*) al fine di

Fig. 6. Dettaglio dei pilastri interni della fabbrica.



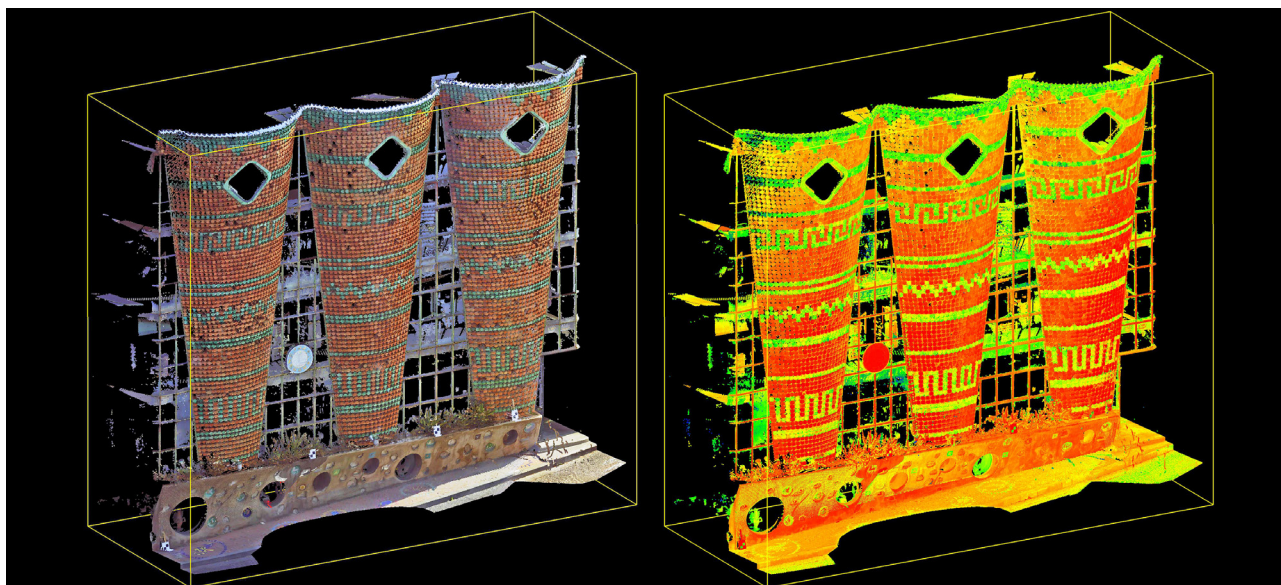
rendere affidabile il Livello di Sviluppo (LOD, *Level of Development*) richiesto dal progetto BIM oriented [6]. Le stesse norme evidenziano, però, che il dettaglio grafico è una questione distinta e indipendente [7]. Auspicabile è tuttavia una sorta di “tolleranza” del dettaglio rappresentato così da agevolare il passaggio tra livelli attigui [Historic England 2017], soddisfacendo la precisione necessaria. È evidente che il livello (LOG, LOD o LOI) non coincide con le potenzialità di modellazione offerte dal *authoring BIM software*, né, tantomeno, interferisce con la qualità del rilievo certificato, o con l'approfondimento dei dettagli modellati per creare oggetti orientati nel senso sopra chiarito. L'unicità della fabbrica Solimene rende prioritaria la costruzione parametrica dei componenti stabilendone a priori il livello di complessità. Per tale scopo non sempre conviene agganciarsi direttamente alla nuvola di punti [8]. In mancanza di adeguati archivi, forma e geometria hanno avuto il compito di guidare la primaria scomposizione per poi orientare il riconoscimento dei caratteri seriali, classificabili in categorie tassonomicamente organizzate a “cascata”. L'esempio mostrato in figura 5 chiarisce uno sviluppo per livel-

li applicato alla modellazione dei pilastri, elementi di forma originale (fig. 6) e non certo elementare (come invece può accadere per le strutture verticali di nuove costruzioni). La pratica operativa prevede uno sviluppo a diverse velocità di informazione e quindi a diverse geometrie. Soffermandoci sull'esempio estratto, il pilastro che imita la ramificazione di un albero, si nota la sequenza LOD unica e non confondibile con il dettaglio puramente grafico: l'elemento in Revit diventa vera e propria struttura verticale.

I moderni software di *BIM authoring* sono in grado di modellare gli elementi costruttivi con astrazioni grafiche differenti, definendo rappresentazioni di dettaglio in funzione del LOD concordato. Spaziano, quindi, da una visualizzazione schematica fino ad un grado di dettaglio particolarmente elevato [9].

Creato l'oggetto è possibile abbinare ad esso le informazioni non geometriche renderlo univocamente identificabile: potrà essere nominato in conformità ad un sistema di classificazione, ad una posizione, possibilmente georeferenziato, quindi, archiviato correttamente all'interno del modello dati.

Fig. 7. Campione significativo della facciata estratto dalla nuvola di punti.



Per definire una famiglia parametrica in cui gli oggetti sono consapevoli delle loro caratteristiche salienti, non basta limitarsi alle pure logiche di grafica vettoriale 3D, ma occorre mostrare e calcolare (ovvero descrivere matematicamente) la configurazione geometrica-costruttiva di ciascun componente così da renderlo "intelligente", ovvero, corredato di tutto ciò che documenta compiutamente quanto rinvenuto in merito.

Fin dalla prima fase bisogna associare al modello 3D attributi atti a descrivere la natura degli oggetti presenti nel modello BIM. Nel concreto, è la creazione di geometrie definite semanticamente (murature, finestre, porte) basate su una struttura organizzativa architettonica tipica riferita a livelli di dettaglio standardizzati. Questa attività fornisce la logica tassonomica per sviluppare l'intero database formato da oggetti intelligenti, interrogabili, interoperabili ai diversi fini.

Costruzione del modello informativo

Nel caso in esame, la criticità legata all'assenza di librerie standardizzate fruibili da piattaforma BIM [Arayici 2009] per essere direttamente assemblate [Eastman 2008], ha reso necessario strutturare elementi specificamente costruiti e derivati dal rilievo strumentale, al fine di popolare un database di oggetti parametrici e interattivi, formalmente omogenei e sempre interrogabili per controlli e verifiche. La costruzione del modello ha presentato la difficoltà oggettiva di doverne accertare la configurazione geometrica prima di procedere. La nuvola di punti acquisita con laser scanner terrestre 3D è stato il dato certificato per il modello numerico (discontinuo) [Karmazyn 2017]. Il file, processato e indicizzato dopo la fase di rilievo, è stato inserito in ambiente BIM e georeferenziato.

Il collegamento della nuvola di punti al progetto ha consentito di avere un riferimento sia visivo che operativo estremamente accurato della condizione esistente del manufatto, da adoperare come guida per le operazioni di produzione dati BIM. Infatti, ciascun punto rilevato è misurabile, selezionabile e consente gli snap per la modellazione. La nuvola, una volta ottimizzata ed epurata da informazioni superflue, ci ha permesso di avviare direttamente la definizione degli elementi parametrici, limitando le imprecisioni. Avendo già scartato in ingresso tutti i punti non funzionali, la (ri)costruzione digitale della fabbrica Solimene è risultata decisamente più rapida. Ciò che è stato reso effettivamen-

te in BIM è un campione significativo della facciata (fig. 7) costituito da 3 delle 11 "torri" che segnano il meraviglioso prospetto. Ciascun elemento costruttivo contraddistinto da nome, numero e posizione è stato associato ad un tipo, quindi, archiviato correttamente all'interno del modello dati con una corrispondente famiglia parametrica. I tipi predisposti per il modello sono stati i seguenti:

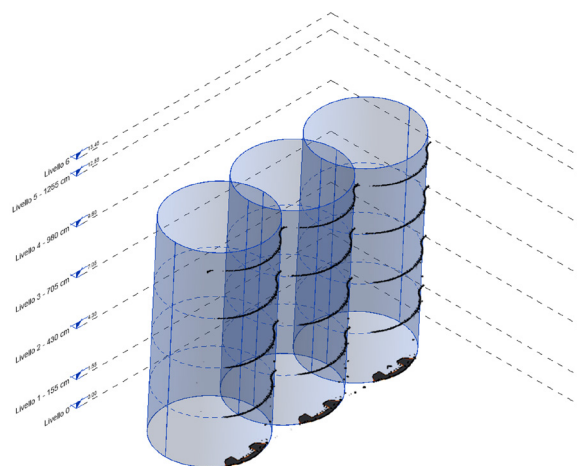
- pareti piene;
- strato murario esterno;
- pareti vetrate;
- solai strutturali;
- pilastri strutturali.

Per questo studio il modello è stato basato sull'aspetto simbolico degli elementi architettonici, riferendolo ai livelli di sviluppo codificati e rimandando ad una fase successiva la possibilità di riproporre anche tutta la bellezza iconica della fabbrica.

Il principio è stato quello di impiegare due linguaggi in parallelo: il primo, tecnico, proprio del disegno architettonico e il secondo, informativo, sviluppato con dati alfanumerici.

I componenti dell'esemplare sono stati decostruiti in solidi generici definiti dal proprio ingombro dimensionale, rispondenti ai volumi rilevati, determinando così il livello LOD350. L'avanzamento della modellazione, però, è stato correlato anche alla quantità e qualità delle informazioni raccolte ed

Fig. 8. Riferimenti costruttivi per la creazione delle famiglie parametriche.



effettivamente trasferite al modello: descrizioni accurate e notizie storiche associate ai vari tipi geometrici ci hanno permesso di aumentare il livello di informazione (LOI), incrementando il livello di affidabilità (LOR) del lavoro.

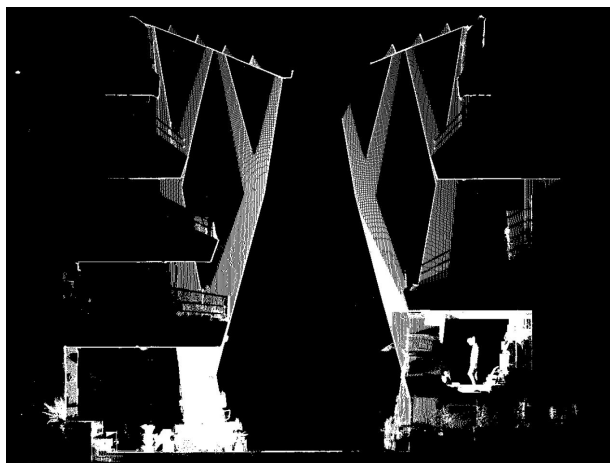
Le fasi di modellazione sono state distinte seguendo le logiche di cantiere, auspicando che la (ri)costruzione simulata in digitale potesse palesare anche le accidentalità sorte durante la fabbricazione.

Dapprima sono stati derivati dalla nuvola di punti i riferimenti geometrici, ovvero, le quote altimetriche corrispondenti a ciascun piano della fabbrica, il piano su cui giacciono le grandi vetrate nonché le circonferenze che rappresentano l'intersezione dei cilindri inclinati con ciascun impalcato. Successivamente sono stati modellati proprio questi cilindri per essere impiegati come intradosso dei tamponamenti (fig. 8).

A questo punto è stato possibile procedere con la creazione dei solai, dei pilastri strutturali, dei muri di tamponamento e delle ampie vetrate.

Per i solai, avendo già le quote di riferimento, è stato sufficiente applicare la famiglia "pavimento" al livello desiderato. I pilastri della facciata, in parte nascosti nel tamponamento, sono stati modellati esaminando anche le foto di cantiere, mentre quelli a forma d'albero sono derivati dalla scansione interna (fig. 9).

Fig. 9. Ortofoto della nuvola di punti derivata dalla scansione interna della fabbrica.



I muri di tamponamento sono stati modellati dalle superfici dei cilindri e poi dettagliati con le caratteristiche aperture romboidali e con una *texture* che raffigurasse il distintivo gioco cromatico dei fondi di terracotta rossa e verde. Le vetrate, giacendo sul piano verticale, sono state rapidamente create con l'apposita famiglia "facciata continua" rimodellandone il profilo per conferirgli la forma trapezoidale.

A questo punto, i componenti sono stati correttamente dimensionati e posizionati l'uno rispetto all'altro, in perfetta coerenza con le risultanze del rilievo laser scanner 3D (fig. 10).

La possibilità di ampliare il modello multidimensionale con ulteriori informazioni ha esortato a fruire di specifiche funzionalità del software BIM, come gli strumenti di collaborazione. All'atto pratico, è stata sperimentata la condivisione del progetto con addetti ai lavori in grado di eseguire un approfondimento sulla struttura portante della fabbrica. Creando un *workset* specifico, sono state aggiunte le armature negli splendidi pilastri ramificati (fig. 11).

Obiettivi perseguiti e raggiunti

Il caso studio ha offerto l'occasione per testare forze e debolezze del metodo H-BIM posto alla base del flusso di lavoro nel nostro caso volto a:

- integrare una pluralità di sguardi a supporto dell'indagine analitica: il modello 3D (nel suo insieme e nei suoi componenti) diviene descrittore esaustivo dell'articolato database soggiacente, superando il carattere di mero strumento grafico di interpretazione;
- verificare che i livelli di sviluppo considerati saranno congruenti con le esigenze documentative tipiche dei capitolati di appalto, fino alla realizzazione del prototipo che dovrebbe costituire l'intero ambiente dati del progetto.

In conclusione, va osservato che processare la digitalizzazione della rappresentazione e della documentazione del progetto offre numerosi ulteriori sviluppi di ricerca:

- verificare in digitale le ipotesi costruttive, misurare gli scarti tra modello numerico e modello ideale, rivelare le ragioni intervenute nei conflitti costruttivi in corso d'opera;
- sottoporre a verifica induttiva le ipotesi conformative;
- avvalersi del sistema informativo e dei modelli interoperativi per consentire apporti *inter* e *trans* disciplinari per presentare i risultati in modo imparziale, logico e critico;
- organizzare un processo che converge verso l'idea di progetto garantendo a futura memoria la documentazione dettagliata e veritiera dello stato di fatto;
- condividere tutti i dati del rilievo analitico.

Note

[1] Il codice dei contratti pubblici (d.Lgs. 50/2016).

[2] Presso il Comune di Vietri sono custodite le copie autografate, sottoscritte con l'ing. Immormino che ne verificò il calcolo statico, necessario per ottenere la licenza edilizia, rilasciata nel 1954, come variante al progetto già approvato in precedenza [Zampino 1995].

[3] Laser scanner a differenza di fase, precisione: ± 2 mm. Range 0-130 m; Fotocamera metrica integrata ad alta definizione (> 6 MP); A antenna GPS integrata; A alta velocità di acquisizione: min. 976.000 pti/sec; A angoli di scansione: 360° orizzontale – 300° verticale.

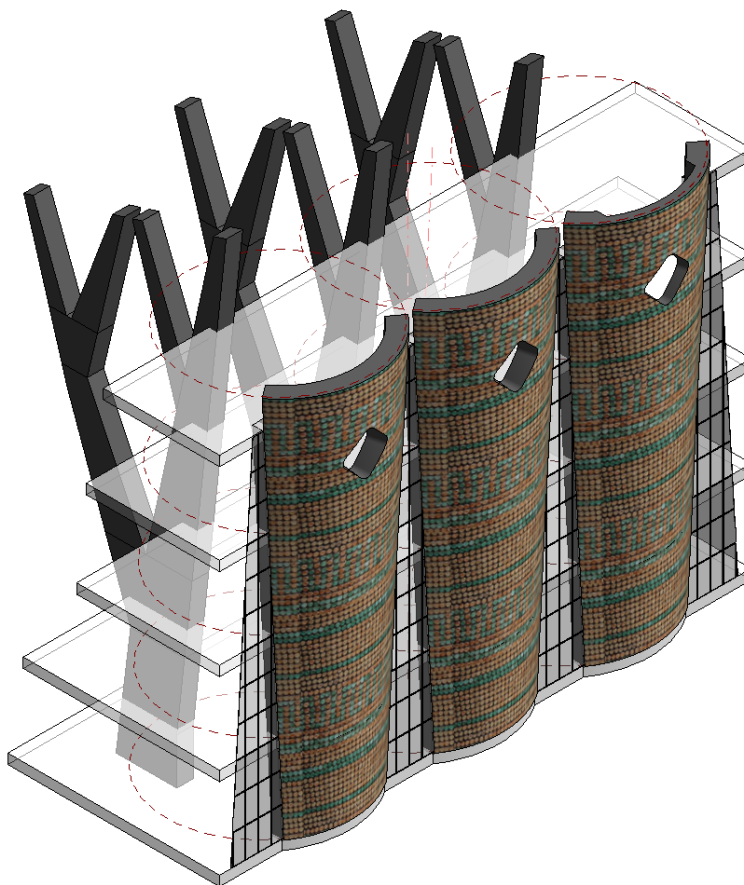
[4] La differenza dei tempi di andata e di ritorno del segnale permette al software di interpretare i valori come "picchi" e "valli" delle superfici e quindi di convertirli in punti oppure in poligoni. Non altrettanto accade per le superfici riflettenti e trasparenti per le quali l'acquisizione è molto più complessa.

[5] BIM Execution Plan [BEP - PAS 1192-2:2013].

[6] UNI 11337:2017-4; AIA E202-2008: B.I.M. Protocol Exhibit.

[7] In particolare, la UNI 11337:2017-4.

Fig. 10. Modello BIM elaborato in riferimento al LOD350.



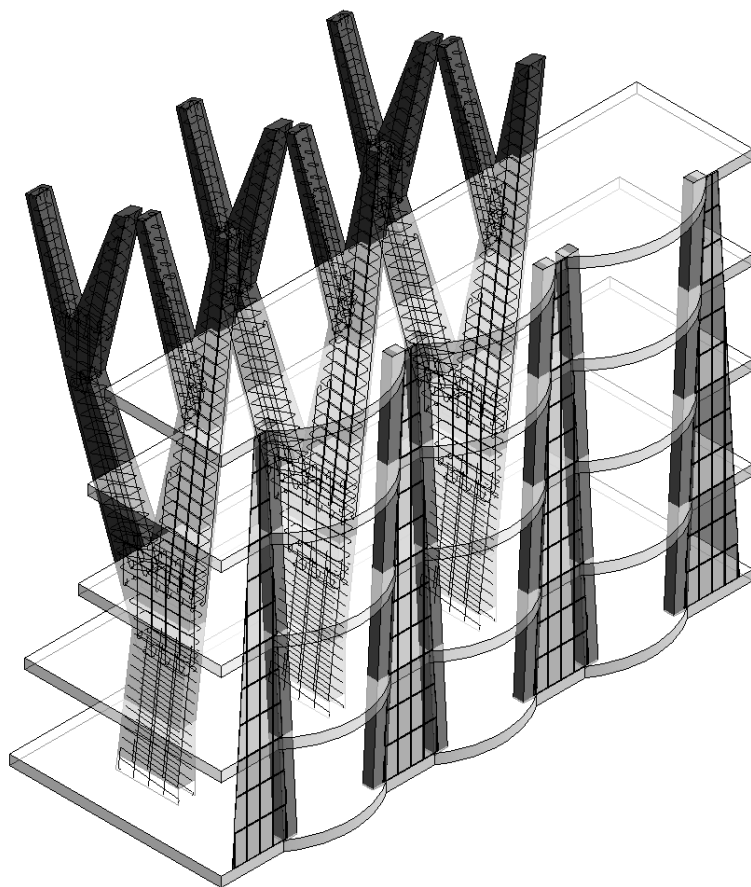
[8] Dal 2008, periodicamente viene aggiornata online "AIA E202-2008: Building Information Modeling Protocol Exhibit" una guida contenente i contenuti dei principali elementi progettuali a seconda della fase progettuale che descrivono.

[9] AEC (UK) BIM protocols.

Ringraziamenti

I risultati inediti e originali di questa ricerca sarebbero stati impossibili da ottenere senza l'indagine e l'analisi sviluppata da Halyna Karmazyn, allora studiosa di straordinaria diligenza, oggi ingegnere ambientale e civile. La sua volontà e la sua onestà sono, per tutti i fortunati che ne hanno approfondito la conoscenza, occasione di una profonda revisione critica del modo di intendere e di volere la vita.

Fig. 11. Modello BIM elaborato in riferimento al LOD400.



Autori

Adriana Rossi, Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", adriana.rossi@unicampania.it.
 Umberto Palmieri, Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", umberto.palmieri@unicampania.it.

Riferimenti bibliografici

Abbate, C., Spina, M., Zevi, A. (a cura di). (2010). *Una guida all'architettura frugale*. Guidonia: Iacobelli editore.

AEC (UK) BIM protocols.

Arayici, Y. (2009). Towards building information modelling for existing structures. In *Structural Survey*, vol. 26, n. 3, pp. 210-222.

Banfi, F. (2016). Building information modelling: A Novel Parametric Modeling Approach Based on 3D Surveys of Historic Architecture. In M. Ioannides et al. (eds). *Digital Heritage. Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection*. 6th International Conference, EuroMed 2016. Nicosia, Cyprus, October 31-November 5, 2016, Proceedings, Part I, pp. 116-127. Berlin: Springer.

Benedetti, B., Gaiani, M., Remondino, F. (2011). *Modelli digitali 3D in archeologia: il caso di Pompei*. Pisa: Scuola Normale Superiore.

Brujic, D. Ristic, M., Ainsworth, I. (2002). Measurement-based modification of NURBS surfaces. In *Computer-Aided Design*, n. 24, pp. 173-183.

Eastman, C. (2008). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. New York: John Wiley & Sons.

Gaiani, M., Benedetti, B., Apollonio, F.I. (2011). Teorie per rappresentare e comunicare i siti archeologici attraverso modelli critici. In *SCIRES-IT: SCientific REsearch and Information Technology*, vol. 1, issue 2, pp. 33-70.

Guidi, G., Russo, M., Beraldin, J.-A. (2010). *Acquisizione 3D e modellazione poligonale*. Milano: McGraw-Hill.

Historic England (2017). *BIM for Heritage: Developing a Historic Building Information Model*. Swindon: Historic England.

Karmazyn, H. (2017). *Dal modello sperimentale al modello matematico*. Tesi di laurea in Ingegneria civile Edile Ambientale, relatore prof.ssa Adriana Rossi. Dipartimento DICDEA, Seconda Università di Napoli.

Migliari, R. (a cura di). (2004). *Disegno come Modello*. Roma: Edizioni Kappa.

Monteleone, C. (2013). *Geometria e Astrazione nel Guggenheim Museum*. Roma: Aracne.

Riley, T., Reed, P. (2007). *Frank Lloyd Wright: 1867-1959*. Milano: Mondadori Electa.

Rossi, A. (1995). Dal vaso all'architettura della ceramica. In E. Mandelli E. (a cura di). *Il disegno luogo e memoria. Atti del convegno*, pp. 360-367. Firenze: Alinea.

Rossi, A. (2017). The Façade of Paolo Soleri's Solimene Factory. In *Nexus Network Journal*. Vol. 19, 2, pp. 503-520.

Rossi, A., Palmieri, U. (2018). (In)tangibili caratteristiche: ripresentazioni integrate di un tomagno in terracotta. In: Salerno R. (a cura di). *Rappresentazione materiale/immateriale/Drawings as (In)tangible*. 40° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione / XV Congresso UID, Milano, 13-15 settembre 2018, pp. 1553-1560. Roma: Gangemi editore.

Rossi, A., Palmero, L., Palmieri, U. (2019). De la digitalización laser hacia el H-BIM: un caso de estudio / From laser scanning to H-BIM: A case study. In *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, vol. 24, n. 36 (2019). In corso di stampa.

Tang, P., Huber, D., Akinci, B., Lipman, R., Lytle, A. (2010). Automatic reconstruction of as-built building information models from laser-scanned point clouds: A review of related techniques. In *Automation in Construction*, n. 19, pp. 829-843.

UNI Norma Nazionale 11337-4:2017. Edilizia e opere di ingegneria civile - Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni.

Zampino, G. (a cura di) (1995). *Gli spazi della ceramica*. Catalogo della mostra. Vietri sul Mare 10 dicembre 1994 - 20 Gennaio 1995 Mare. Napoli: Grimaldi & C. Editori.

Modelli informativi e gestione della complessità per un progetto integrato di conoscenza

Raissa Garozzo, Massimiliano Lo Turco, Cettina Santagati

Abstract

Lo studio si pone l'obiettivo di individuare flussi di lavoro ottimali per la realizzazione di modelli informativi orientati alla gestione e alla conoscenza del patrimonio architettonico in stato di rudere, attraverso l'analisi delle criticità riscontrabili nella modellazione parametrica dell'esistente. La metodologia adoperata si propone di ragionare su possibili criteri per la valorizzazione del dato rilevato nel delicato passaggio dalla nuvola di punti alla modellazione semantica, per la gestione del livello di dettaglio grafico (LoG, Level of Geometry) e degli attributi informativi (LoI, Level of Information), con l'obiettivo di definire possibili procedure di misurazione del Livello di Affidabilità del rilievo. Il caso studio è la chiesa Madre dell'antica Misterbianco (Catania), una delle rare testimonianze superstiti all'eruzione dell'Etna del 1669 e al terremoto del Val di Noto del 1693. Lo stato di conservazione e l'istanza culturale che la caratterizzano, ne fanno l'oggetto di studio ideale per la sperimentazione proposta. (R.G., M.L.T., C.S.)

Parole chiave: laser scanning, fotogrammetria, 3D modeling, H-BIM, livelli di accuratezza e affidabilità.

Introduzione

La documentazione e la conservazione del patrimonio culturale materiale rivestono un ruolo essenziale per la trasmissione alle future generazioni dei valori unici e universali che esso rappresenta. Valori tangibili e intangibili che testimoniano la tenacia e la resilienza dell'uomo di fronte a eventi naturali catastrofici, quali possono essere eruzioni e terremoti. Emblematico il caso della Sicilia orientale interessata, alla fine del XVII secolo, da due eventi significativi, l'eruzione dell'Etna del 1669 e il terremoto del Val di Noto del 1693, che hanno cancellato secoli di testimonianze storiche. La documentazione delle poche memorie superstiti richiede nuovi approcci in grado di governare la complessità e l'unicità di tali testimonianze attraverso modelli informativi e basi di dati strutturate. Questi, di fatto, consentono

di formalizzare in maniera quanto più esaustiva e rigorosa il percorso conoscitivo sull'oggetto di studio, attraverso una rappresentazione gerarchica dei dati, che agevola lo scambio e l'integrazione tra le informazioni. Tra le metodologie digitali che permettono un approccio olistico nell'ambito del settore delle costruzioni, il BIM (*Building Information Modeling*) è un processo virtuoso che consente di relazionare modelli virtuali di componenti edilizie e basi di dati alfanumeriche [Bianchini et al. 2017]. Tuttavia, la piena maturità raggiunta dall'approccio informativo negli interventi di nuova edificazione non è ancora riscontrabile nell'ambito del *cultural heritage*, dove si registrano esigue esperienze di ricerca volte alla comprensione delle potenzialità, alla messa a punto di *best practice* e alla definizione di stan-

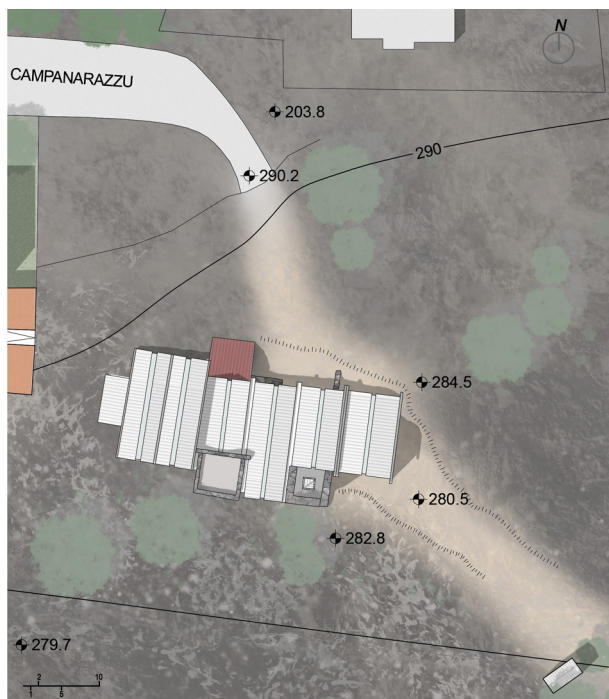


Fig. 1. Planimetria di inquadramento generale (elaborazione grafica di R.G.)

dard. Il tema è dunque di frontiera: la complessa gestione di superfici non regolari, di apparati decorativi complessi e di attributi di non semplice definizione comporta, in fase di strutturazione del modello, attività particolarmente onerose, che implicano problematiche di non semplice risoluzione, tutt'ora nodi di riflessione da parte della comunità scientifica [De Luca, Véron, Florenzano 2007; Apollonio, Gaiani, Zheng 2015; Di Giulio et al. 2017]. La metodologia proposta intende, quindi, ragionare su possibili criteri per la valorizzazione del dato di rilievo attraverso la misura del livello di affidabilità [Bianchini, Nicastro 2018, p. 47] geometrico e informativo, associabile al singolo componente del modello e direttamente relazionabile con le problematiche relative alla conversione dei dati (livello di astrazione geometrica) e alla definizione del livello di dettaglio grafico e informativo, in accordo alla recente normativa nazionale [UNI 11337: 2017]. (C.S.)

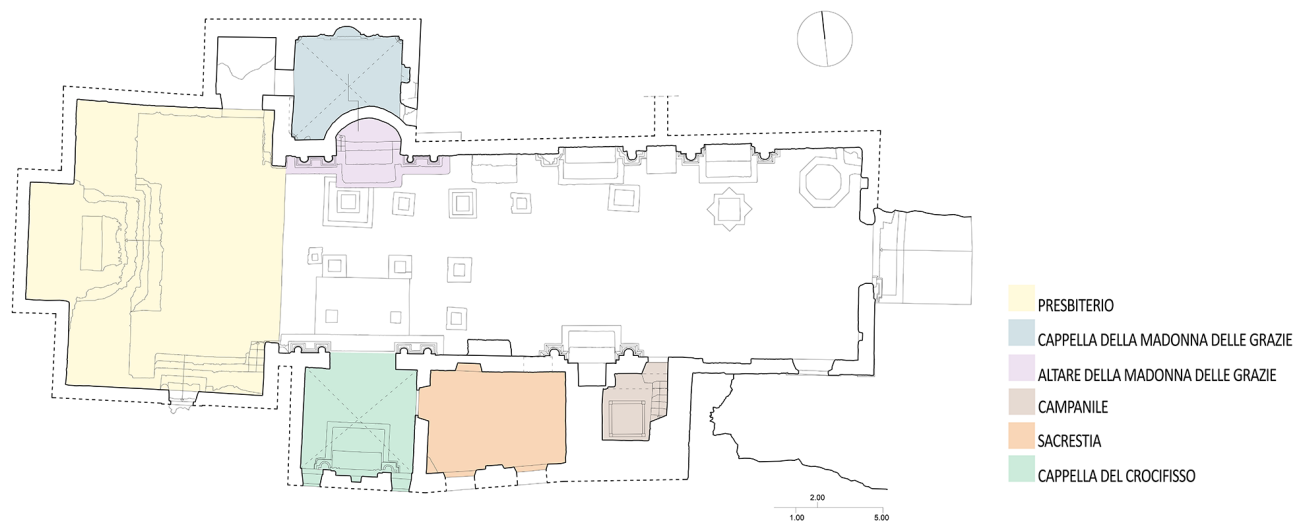
Stato dell'Arte

Le attuali metodologie per il rilievo architettonico consentono, attraverso l'utilizzo integrato delle tecnologie laser scanning e fotogrammetriche, di acquisire dati geometrico/spaziali del patrimonio storico. Esse, di fatto, forniscono una banca dati 3D che descrive la superficie dell'edificio, registrando informazioni sulle caratteristiche dei materiali e sul loro stato di conservazione [Bertocci, Bini 2012; Bianchini 2007]. Il processo di *reverse modeling* dalla nuvola di punti al modello geometrico parametrico è, però, un problema ancora aperto. In riferimento all'architettura storica, una prima criticità è riferibile all'assenza di librerie semantiche e parametriche specifiche [Fai, Rafeiro 2014]; inoltre, la definizione del livello di dettaglio geometrico o del grado di aderenza tra il modello numerico e la sua astrazione geometrica diventano particolarmente complessi in presenza di manufatti rovinati, abbandonati o molto degradati, le cui irregolarità (fuori piombo, deformazioni, lacune) sono parte della memoria dell'architettura e possono fornire informazioni utili a definire l'assetto strutturale o lo stato di conservazione. Le principali caratteristiche di un approccio *BIM oriented* possono essere così sintetizzate: intelligenza parametrica, relazioni e attributi [Barazzetti et al. 2015, p. 340]. In letteratura alcuni interessanti lavori illustrano differenti approcci, adottando diversi applicativi per operare la conversione dalla nuvola di punti in oggetti parametrici intelligenti, introducendo il concetto di "livello di accuratezza" [Santagati, Lo Turco 2017, p. 011007-4; Biagini et al. 2016]. Il passaggio più delicato si riferisce proprio alla difficoltà di preservare l'accuratezza metrica acquisita da laser scanner e da nuvole di punti fotogrammetriche anche nella fase di modellizzazione infografica. Definire il livello di tolleranza della modellazione conduce alla determinazione del livello di accuratezza di un modello, in relazione ai dati di rilievo; su questo tema specifico, i riferimenti forniti da normative, linee guida e standard internazionali sono scarsi. Un esempio di definizione del livello di accuratezza è presente nelle COBIM2012 - serie 2 [Rajala 2012, p. 6]. Nel documento gli autori introducono il concetto di un *Inventory BIM* e il relativo livello di precisione, dove la tolleranza (che può variare per specifici sistemi/componenti dell'edificio è espressa in $\pm mm$) si rife-

Fig. 2. Immagini del sito durante i lavori di scavo: a) vista dall'alto, b) scavo della cappella "gotica", c) consolidamento della muratura (foto di G. Sciacca)



Fig. 3. Pianta della chiesa di Santa Maria delle Grazie, Misterbianco (elaborazione grafica di R.G. e C.S.)



risce alla misurazione quantitativa dello scostamento tra nuvola di punti e modello. Analogamente alla “tolleranza di modellazione”, definita in Gran Bretagna [Historic England 2017] o al “livello di precisione” esplicitato nei requisiti del CoBIM finlandese [Rajala 2012, p. 11], in ambito nazionale ci si riferisce al LoD (*Level of Development*) per il restauro, come definiti dalla normativa italiana [Pavan, Mirarchi, Giani 2017]. In questa direzione, un nuovo approccio per la modellazione degli edifici storici che tenga conto delle criticità legate alla conversione dei dati di rilievo 3D e alla possibilità di avere LoD flessibili è dato da Banfi [Banfi 2016, pp. 116-118], che propone il concetto di *ReversLoD*. Altri studi sono riconducibili a un “BIM rigoroso” [Barazzetti et al. 2015, p. 340], in cui si pone l’accento su un tema a volte sottovalutato: l’adozione della metodologia BIM in ambito di costruito storico non è solo da intendersi in termini di precisione geometrica, ma necessita di una più attenta riflessione, considerando anche altre variabili proprie di un sistema informativo: in particolare oggetti parametrici, relazioni, attributi, corretta definizione di livello di dettaglio grafico (*Level of Detail/GraDe/Graphic Detail*, rideclinati nella normativa italiana in LoG, *Level of Ge-*

ometry) e informativo (LoI, *Level of Information*, come illustrato nella normativa italiana) [Brumana et al. 2018]. La necessità di organizzare in maniera virtuosa il compendio di informazioni riguardante il patrimonio culturale è quindi di forte centralità; le metodologie operative nella realizzazione di modelli fruibili e relazionabili a banche dati consultabili facilmente e aggiornabili costituisce uno degli obiettivi primari delle attività di avanguardia, svolte di concerto tra la comunità scientifica e il mondo professionale: un modello sviluppato per il patrimonio architettonico può costituire a tutti gli effetti una base di dati organizzati in maniera coerente, in cui i diversi aspetti di gestione, valorizzazione, manutenzione e conservazione sono vicendevolmente relazionabili tra loro attraverso parametri. (C.S.)

La Chiesa di Santa Maria delle Grazie dell’antico Misterbianco

La sperimentazione proposta si riferisce alla chiesa madre dell’antica Misterbianco (Catania), individuata quale caso studio ottimale grazie al singolare stato di con-

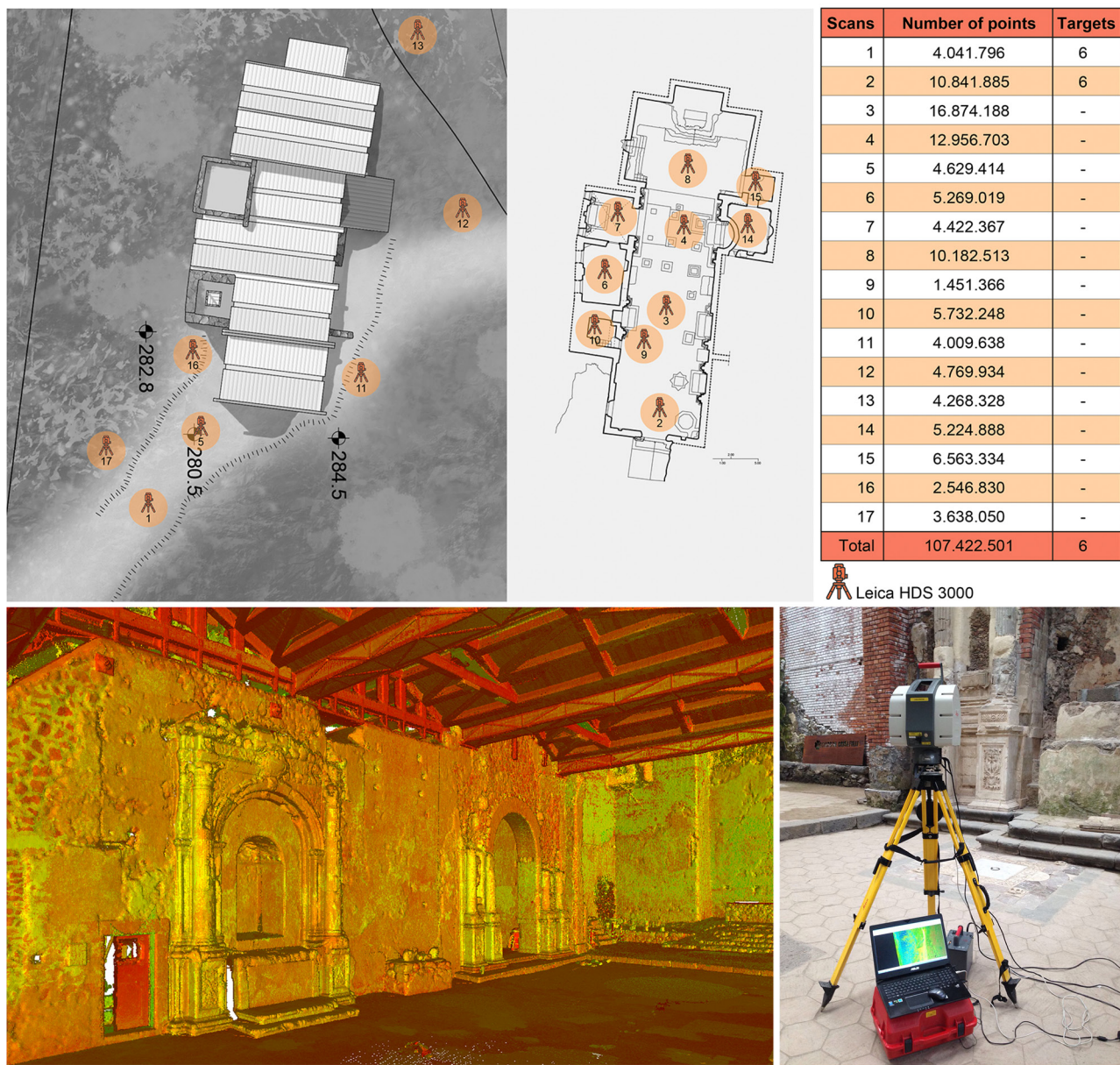


Fig. 4. Viste della chiesa: a) facciata principale, b) interno della navata (foto di R.G. e C.S.)

servazione che la caratterizza (muri fuori piombo, pavimentazione deformata, tessitura muraria originale cui si sovrappongono le odierne integrazioni). Situati a 5 km a Nord-Est rispetto all'attuale centro abitato, i ruderi dell'antico luogo di culto intitolato alla Madonna delle Grazie custodiscono tracce della memoria storico-architettonica dal XV al XVII secolo, di cui rimangono solo rari esemplari nella Sicilia sud-orientale, tragicamente segnata dall'eruzione del 1669 e dal terremoto del Val di Noto del 1693. Preservatasi sotto i 12 metri di basalto lavico che la seppellirono nel 1669, la chiesa, individuabile grazie dalle vestigia del campanile rimasto sveltante fino al 1693 (da qui il nome *Campanarazzu* della località), suscita da sempre l'interesse di curiosi e studiosi [Politano, Santonocito 1999, pp. 156-157]. È a partire dal 2002, in occasione degli scavi e dei lavori di consolidamento condotti dalla Soprintendenza ai Beni Culturali e Ambientali di Catania, conclusi nel 2015, che l'impianto rivede la luce, diventando fruibile ai visitatori (figg. 1, 2). La chiesa, il cui asse longitudinale è disposto

lungo la direttrice est-ovest, era raggiungibile mediante una scalinata che conduceva all'ingresso principale collocato ad est. L'edificio, ancora parzialmente stretto dalla morsa del fronte lavico, presenta una navata unica, di poco superiore ai 26 metri, conclusa da un ampio presbiterio absidato (9x13 metri), leggermente sopraelevato, che ospita l'altare maggiore (fig. 3). Sul fronte meridionale si aprono l'accesso alla torre campanaria e quello alla cappella del Santissimo Crocifisso, ambiente voltato di impianto quadrangolare collegato a un ampio vano verosimilmente utilizzato come sacrestia. Sulla parete settentrionale, celata dalla nicchia decorata dell'imponente macchina d'altare che ospitava il simulacro della Madonna di scuola geginiana, si trova la cosiddetta cappella "gotica", nucleo più antico della chiesa, accessibile da un disimpegno a latere del presbiterio e da un ulteriore ambiente posto ad est, attualmente occluso [Santagati, Mondello, Garozzo 2017; Garozzo 2018]. La navata è punteggiata da otto altari, cinque dei quali conservano una consistente parte della macchina d'altare

Fig. 5. Progetto di ripresa laser scanner (elaborazione grafica di R.G.)



dalla *facies* seicentesco-manierista; a questi si aggiunge l'imponente impianto decorativo dell'accesso alla cappella del Santissimo Crocifisso (fig. 4). Il pavimento della navata, in formelle esagonali in cotto è punteggiato da tredici lastre tombali, a chiusura delle camere sepolcrali voltate sottostanti. (R.G.)

Dal rilievo alla restituzione: tra interpretazione e interoperabilità

Le caratteristiche geometriche, morfologiche e formali dell'oggetto di studio hanno richiesto un approccio mediante tecnologie digitali integrate, in particolare *laser scanning* (fig. 5) e fotogrammetria. È stato utilizzato il laser scanner HDS 3000 Leica Geosystem, prevedendo 17 scansioni – 7 esterne e 10 interne – per un totale di 107 milioni di punti, successivamente allineate attraverso 6 *target* sferici e punti omologhi. L'errore di registrazione riscontrato è di 3 mm. Le scansioni sono state elaborate e processate per poter essere utilizzate nelle più comuni piattaforme BIM, come riferimento metrico per la successiva modellazione. Sono stati acquisiti, inoltre, diversi *dataset* fotografici, allo scopo di integrare le scansioni acquisite, mediante tecniche fotogrammetriche (fig. 6). Trattandosi di un edificio caratterizzato da molte irregolarità geometriche (deformazioni, parti mancanti) ci si è interrogati sulla definizione del livello di accuratezza geometrica del modello, sull'opportunità di utilizzare efficacemente sistemi e procedure nati per la standardizzazione dei componenti edilizi in presenza di architetture complesse o in stato di rudere e sulla necessità di conciliare le esigenze di studio con quelle di documentazione e gestione del bene architettonico. Ogni componente edilizio della chiesa (muri, pavimenti, aperture, volte, altari) mostra i segni dell'impatto del flusso lavico e del successivo tentativo di ridefinire una coerenza spaziale all'edificio (ad esempio attraverso la ricostruzione di parte delle murature) dopo lo scavo. Si è ritenuto fondamentale, dunque, preservare tutte queste specificità nel modello, sia da un punto di vista geometrico che informativo. Ciò ha reso necessaria una sperimentazione volta all'individuazione, caso per caso, del flusso di lavoro più idoneo a perseguire gli obiettivi precedentemente enunciati. Una delle maggiori problematiche emerse è la scarsa interoperabilità tra le diverse piattaforme software utilizzate, poiché la mo-

dellazione non è stata condotta esclusivamente all'interno della piattaforma BIM prescelta. Per preservare la documentazione delle deformazioni che interessano il pavimento della navata della chiesa (che oscillano intorno ai 20 cm) sono stati impiegati due differenti approcci. Il primo prevede l'uso di un *plug-in* (Pointsense for Revit) per la creazione di *range maps* e profili, con conseguente deformazione della superficie, inizialmente semplificata, secondo una griglia preimpostata (fig. 7); l'altro, giudicato più efficiente nel caso specifico, prevede la creazione di una *mesh*, convertita in superficie NURBS e successivamente importata nella piattaforma BIM per la caratterizzazione e l'arricchimento informativo. I medesimi approcci sono stati testati sulle murature (fig. 8); in particolare, per semplificare la modellazione della geometria dei muri mantenendo traccia delle irregolarità e dei fuori piombo, si considera più efficiente affidarsi a una modellazione semplificata da arricchire con le mappe di profondità e i profili generati del *plug-in* (Pointsense for Revit). Un ragionamento specifico, infine, è stato condotto sugli altari, che presentano diverse mancanze dovute alla violenza del fronte lavico dal quale sono stati investiti. Una modellazione geometrica di tipo ricostruttivo avrebbe perso traccia delle parti mancanti, migliorando la resa grafica del modello ma cancellando i "segni" dell'eruzione sui manufatti. Si è pertanto scelto di importare il modello *mesh*, successivamente categorizzato attraverso il *plug-in* (MeshImportfromOBJ), ottenendo un elevato livello di accuratezza geometrica delle superfici, sebbene la soluzione adottata generi elaborati che occupano molta memoria e risultano difficilmente gestibili (fig. 9). Il modello ottenuto preserva, così, le peculiarità dell'oggetto di studio, sia da un punto di vista geometrico che informativo (fig. 10). (R.G.)

L'affidabilità del dato rilevato, tra misurazione e classificazione semantica

Un rilievo integrato implica un duplice controllo, prevedendo di relazionare la definizione del livello di accuratezza geometrica, ottenuto in fase di restituzione grafica, con la modellazione degli attributi, semanticamente relazionabili all'artefatto digitale e alle sue componenti. Del resto, come ricordato in precedenza, anche la normativa italiana distingue in LoG e LoI le diverse connotazioni grafiche e alfanumeriche proprie dei modelli BIM. Dun-

Fig. 6. Elaborati in sezione con ortofoto da fotogrammetria digitale (elaborazione grafica di R.G.)

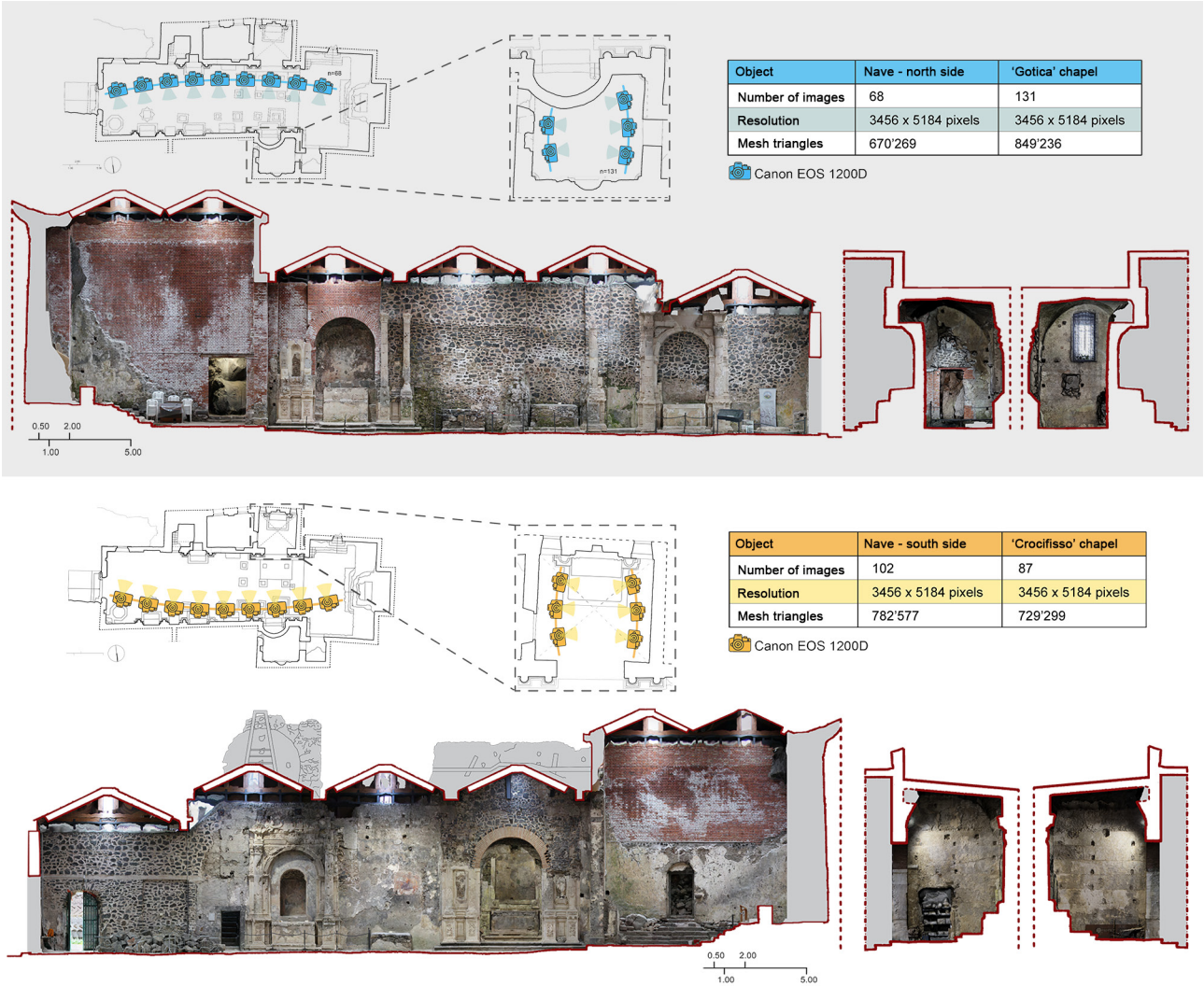
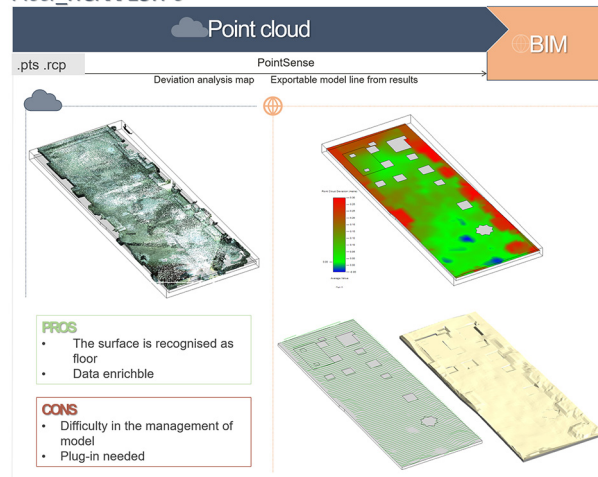


Fig. 7. Sperimentazione condotta sul pavimento (elaborazione grafica di R.G.)

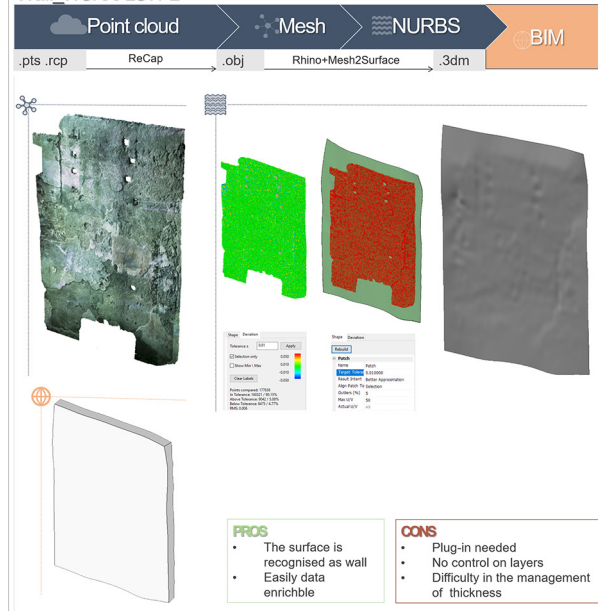
Fig. 8. Sperimentazione condotta sul muro (elaborazione grafica di R.G.)

que, non soltanto livello di accuratezza (LoA) ma livello di affidabilità del dato – *Level of Reliability* (LoR) che assume un'accezione più ampia, come ampio e inclusivo è il sistema aperto di conoscenze che caratterizza le operazioni di rilievo di tipo integrato. Negli ultimi anni è stato proposto un articolato sistema di valutazione numerica del livello di affidabilità dei modelli BIM relativi ad architetture esistenti, tenendo conto del possibile reperimento di dati d'archivio, bibliografici, delle indagini sul manufatto, della conoscenza delle tecniche costruttive, dell'analisi sui materiali, attraverso un sistema valutativo di tipo numerico costituito da parametri associabili ai componenti edilizi [Bianchini, Nicastro 2018, pp. 54-58]. In modo analogo, già dalle prime attività condotte sul caso studio oggetto di sperimentazione, ci si è proposto di popolare di nuovi attributi i componenti rilevati, attraverso la predisposizione di specifici parametri derivanti dalle operazioni di rilievo condotte. Il modello e le relative componenti sono definite mediante un elenco dedicato di parametri condivisi, in una sequenza logica che prevede di verificare la presenza del dato, l'autore, la data della sua registrazione e un campo note. Queste definizioni assumono diverse connotazioni in base alla natura del dato rilevato o alla tecnica utilizzata per operare una particolare misurazione, tra cui: presenza del materiale archivistico; documentazione attestante eventuali superfetazioni subite dal bene: rilievo fotografico, rilievo diretto e costruzione degli eidotipi; rilievo fotogrammetrico; rilievo al laser scanner; rilievo dei materiali di finitura e dei degradi; misurazioni di tipo invasivo. A differenza dell'approccio proposto da Bianchini e Nicastro, ci si è al momento concentrati sulla sola strutturazione degli attributi; non si è pertanto ancora giunti a formulare una proposta di una misurazione quantitativa dell'affidabilità dell'oggetto rilevato, seppure siano state formulate prime griglie di valutazione mediante lo sviluppo di attività di ricerca parallele [Lo Turco et al. 2018, p. 2528]. L'obiettivo è di estendere la sperimentazione a un numero significativo di esperienze per mettere a sistema tali processi, coinvolgendo un maggior numero di rappresentanti della Comunità Scientifica nella valutazione dei relativi pesi da attribuire alle singole istanze e all'analisi critica del metodo proposto. (M.L.T.)

Floor_WORKFLOW 3



Wall_WORKFLOW 2



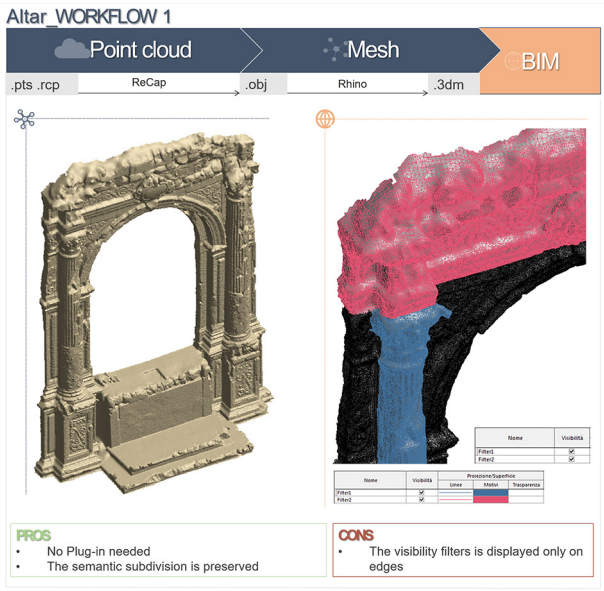


Fig. 9. Sperimentazione condotta sull'altare (elaborazione grafica di R.G.)

Fig. 10. Spaccato assonometrico del modello finale (elaborazione grafica di R.G.)



Conclusioni

Questa ricerca ha inteso verificare l'applicabilità di processi HBIM su un bene complesso e in stato di rudere, quale la chiesa della Madonna delle Grazie dell'antica Misterbianco, ragionando sulla verifica dell'accuratezza metrica e informativa: la conversione dal modello numerico, costituito dalla nuvola di punti, al modello matematico e semantico è un processo che comporta semplificazioni e ipotesi deduttive [Santagati, Lo Turco 2017, p. 011007-3]. Tuttavia, l'alto livello di dettaglio è un carattere essenziale della modellizzazione informativa dei beni culturali, in quanto alcune singolarità che caratterizzano l'architettura storica possono acquisire una rilevanza cruciale per le successive scelte di intervento. Al momento, i processi di acquisizione e di restituzione infografica sono scarsamente automatizzati e richiedono molto tempo. È quindi auspicabile che la comunità scientifica lavori sulla sistematizzazione dei processi di automazione basati sulle ontologie e sul riconoscimento semantico delle informazioni specifiche per il campo dei beni culturali [Messaudi et al. 2018]. Un secondo tema ha riguardato una disamina critica relativa alla definizione del "livello di affidabilità" del modello numerico, mediante una nuova interpretazione del termine "misurabilità", non soltanto dal punto di vista geometrico, ma tesa ad un approccio ontologico che strutturi e supporti una valutazione quantitativa del grado di affidabilità informativa di un rilievo. In tal senso, la metodologia BIM può essere considerata un ponte tra la documentazione di archivio e il modello digitale, specie se si attivano processi di descrizione dei dati correlati al linguaggio formale *object-oriented*. Per dare ancora più evi-

denza all'apparato documentario raccolto, è necessario creare un ambiente di lavoro condiviso in grado di memorizzare e fornire informazioni grafiche e alfanumeriche attraverso un'associazione diretta tra l'ambiente BIM e la formalizzazione delle ontologie [Quattrini et al. 2017; Bonsma et al. 2018]. Attraverso dinamiche interoperabili è possibile immaginare scenari operativi in cui tutti gli attori possano implementare direttamente le registrazioni effettuate *in situ* in forma agile e accessibile. Per fare questo, occorre supportare il paradigma *object-oriented* con gli aspetti concettuali di approcci relazionali utili alla gestione di dati eterogenei, numerosi e costantemente aggiornati. Da un punto di vista scientifico, l'applicazione di questi principi consentirà di affrontare e definire nuove metodologie per la conoscenza (e la rappresentazione) dei beni culturali attraverso processi più trasparenti. Si propone, quindi, una riflessione sugli approcci integrati di indagine e progettazione, che porti a nuove forme di rappresentazione, che espandano le frontiere della nostra disciplina nel verso di una maggiore qualificazione formale e nel permanente rapporto tra spazio architettonico e spazio dell'informazione. (M.L.T.)

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano padre Giovanni Condorelli, presidente della Fondazione *Monasterium Album*, e i membri della stessa istituzione per aver consentito l'accesso ai luoghi, per aver concesso l'autorizzazione alla riproduzione fotografica delle immagini e per la disponibilità al confronto sulle tematiche affrontate; Eric Boehlke della società Truevis per aver consentito l'utilizzo gratuito del plugin *MeshImportfromObjfiles*. Gli autori ringraziano l'Università degli Studi di Catania che ha parzialmente finanziato la presente pubblicazione con il progetto "Piano della Ricerca Dipartimentale 2016-2018" del Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura.

Autori

Raissa Garozzo, Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Università degli Studi di Catania, raissa.garozzo@unict.it
Massimiliano Lo Turco, Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino, massimiliano.loturco@polito.it
Cettina Santagati, Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Università degli Studi di Catania, cettina.santagati@dau.unict.it

Riferimenti bibliografici

Apollonio, F.I., Gaiani, M., Zheng, S. (2015). BIM-based Architectural Heritage Management: A Case Study of Palladio's Palazzo Barbaran da Porto. In *E-Sharing Cultural Heritage*. Atti del Second International Symposium on Cultural Heritage Conservation and Digitization. Beijing, 17-19 ottobre 2012, pp. 101-115. Shanghai: Shanghai Far East Publishing.

Banfi, F. (2016). Building Information Modelling – A Novel Parametric

Modeling Approach Based on 3D Surveys of Historic Architecture. In M. Ioannides, E. Fink, A. Moropoulou, M. Hagedorn-Saupe, A. Fresa, G. Liestøl, V. Rajcic, P. Grussenmeyer (eds.) (2016). In *Proceedings of the 6th International Conference EuroMed 2016 Digital Heritage. Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection*. Nicosia, 31/10-5/11/2016, part I, pp. 116-130. Basel: Springer International Publishing AG.

Barazzetti, L., Banfi, F., Brumana, R., Previtali M. (2015). Creation of parametric BIM objects from point clouds using NURBS. In *The Photogrammetric Record*, n. 30, vol. 152, pp. 339-362. <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/phor.12122>> (consultato il 28 maggio 2019).

Bertocci, S., Bini, M. (2012). *Manuale di rilievo architettonico e urbano*. Novara: CittàStudi Edizioni.

Biagini, C., Capone, P., Donato, V., Facchini, N. (2016). Towards the BIM implementation for historical building restoration sites. In *Automation in Construction*, n. 71, pp. 74-86. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580516300425?via%3Dihub>> (consultato il 28 maggio 2019).

Bianchini, C. (2007). Laser Scanning X. In P. Paolini, E. Chiavoni (a cura di). *Metodi e tecniche integrate di rilevamento per la realizzazione di modelli virtuali dell'architettura della città*, pp. 24-31. Roma: Gangemi Editore.

Bianchini, C., Inglese C., Ippolito, A., Maiorino, D., Senatore, L.J. (2017). Building Information Modeling (BIM): Great Misunderstanding or Potential Opportunities for the Design Disciplines? In A. Ippolito, M. Cigola (eds.), *Handbook of Research on Emerging Technologies for Digital Preservation and Information Modeling*. Hershey, PA (USA): IGI Global pp. 67-90.

Bianchini, C., Nicastro, S. (2018). La definizione del Level of Reliability: un contributo alla trasparenza dei processi di Historic-BIM. In *Dn.BUILDING Information Modeling, Data & Semantics*, n. 2, pp. 46-59. <<http://www.dienne.org/>> (consultato il 22 gennaio 2019).

Bonsma, P., Bonsma, I., Ziri, A.E., Iadanza, E., Maietti, F., Medici, M., Ferrari, F., Sebastian R., Bruinenberg, S., Lerones P.M. (2018). Handling huge and complex 3D geometries with SemanticWeb technology. In *Florence Heritage - The Future of Heritage Science and Technologies*, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, n. 364, 012041.

Brumana, R., Della Torre S., Previtali, M., Barazzetti, L., Cantini, L., Oreni D., Banfi, F., (2018). Generative HBIM modelling to embody complexity (LOD, LOG, LOA, LOI): surveying, preservation, site intervention – the Basilica di Collemaggio (L'Aquila). In *Applied Geomatics*, vol. 10, n. 4, pp. 545-567. <<https://link.springer.com/article/10.1007/s12518-018-0233-3>> (consultato il 28 maggio 2019).

De Luca, L., Véron, P., Florenzano, M. (2007). A generic formalism for the semantic modeling and representation of architectural elements. In *The Visual Computer*, vol. 23, n. 3, pp. 181-205. <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00371-006-0092-5>> (consultato il 28 maggio 2019).

Di Giulio, R., Maietti, F., Piaia, E., Medici, M., Ferrari, F., Turillazzi, B. (2017). Integrated data capturing requirements for 3D semantic modelling of Cultural Heritage: the INCEPTION Protocol. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XLII-2/W3, pp. 251-257.

Fai, S., Rafeiro, J. (2014). Establishing an Appropriate Level of Detail (LoD) for a Building Information Model (BIM) – West Block, Parliament Hill, Ottawa, Canada. In *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. II-5, pp. 123-130. <<https://www.isprs-ann-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/II-5/123/2014/>> (consultato il 28 maggio 2019).

Garozzo, R. (2018). *La chiesa Madre dell'antica Misterbianco in contrada Campanarazu - Reverse Building Information Modeling per un progetto integrato di conoscenza*. Tesi di laurea in Ingegneria Edile-Architettura, relatore C. Santagati, correlatori M. Lo Turco, A. Mondello, G. Sciacca. Università degli Studi di Catania.

Historic England (2017). *BIM for Heritage. Developing a Historic Building Information Model*. Swindon: Historic England. <<https://historicengland.org.uk/images-books/publications/bim-for-heritage/heag-154-bim-for-heritage/>> (consultato il 18 febbraio 2019).

Lo Turco, M., Parisi, P., Gómez-Blanco Pontes, A., Rivas López, E. J. (2018). Modelli HBIM per la valorizzazione e gestione del patrimonio culturale. Il caso studio dell'Escuela Técnica Superior de Arquitectura di Granada. In F. Minutoli. *Atti del VI Convegno Internazionale sulla Documentazione, Conservazione e Recupero del Patrimonio Architettonico e sulla Tutela Paesaggistica ReUSO 2018. L'intreccio dei saperi per rispettare il passato interpretare il presente salvaguardare il futuro*. Messina, 11-13 ottobre 2018, pp. 2519-2530. Roma: Gangemi editore.

Messaoudi, T., Véron, P., Halin, G., De Luca, L. (2018). An ontological model for the reality-based 3D annotation of heritage building conservation state. In *Journal of Cultural Heritage*, vol. 29, pp. 100-112. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1296207417304508>> (consultato il 28 maggio 2019).

Pavan, A., Mirarchi, C., Giani, M. (2017). *BIM: Metodi e strumenti. Progettare, costruire e gestire nell'era digitale*. Milano: Tecniche Nuove.

Politano, F., Santonocito, F. (1999). Ruins of ancient "Campanarazu" buried by 1669 eruption. In *Inside Volcanoes, IXth International Symposium On Volcanospeleology of the I.U.S.* Catania, 11-19 settembre 1999, pp. 156-160.

Quattrini, R., Pierdicca, R., Morbidoni, C., Malinverni, E.S. (2017). Conservation-oriented hbim. The bim explorer web tool. In *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XLII-5/W1, pp. 275-281.

Rajala, M. (2012). *COBIM - Common BIM Requirements 2012 Series 2. Modeling of the starting situation*. <https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/cobim_2_inventory_bim_v1.pdf> (consultato il 18 febbraio 2019).

Santagati, C., Mondello, A., Garozzo, R. (2017). La Chiesa di Santa Maria delle Grazie dell'antica Misterbianco: la conoscenza della fabbrica tra rilievo, rappresentazione e documentazione. In *Tecnica e ricostruzione*, vol. LXVII, pp. 50-55.

Santagati, C., Lo Turco, M. (2017). From structure from motion to historical building information modeling: populating a semantic-aware library of architectural elements. In *Journal of Electronic Imaging*, n. 26, pp. 011007.1-12. <<https://www.spiedigitallibrary.org/journals/Journal-of-Electronic-Imaging/volume-26/issue-01/SSO-1>> (consultato il 28 maggio 2019).

UNI (2017). *UNI 11337:2017. Edilizia e opere di ingegneria civile – Gestione digitale dei processi informativi*. Milano: UNI.

RUBRICHE

Letture/Riletture

Lecture/Riletture

Il disegno è un miracolo! L'Autobiografia scientifica di Aldo Rossi

Paolo Belardi

Pubblicato per la prima volta con il titolo *A Scientific Autobiography* [Rossi 1981a] nell'ambito della collana *Oppositions Books* curata da due editor prestigiosi come Peter Eisenman e Kenneth Frampton, tradotto con grande sensibilità lirica da Lawrence Venuti e commentato con straordinaria acutezza critica da Vincent Scully (autore di una memorabile postfazione intitolata *Ideology in Form*), l'*Autobiografia scientifica* di Aldo Rossi (un racconto in chiave personale del rapporto con l'architettura e con il mestiere di architetto) è un libro assolutamente atipico, perché si presenta allo stesso tempo come un diario, come un taccuino e come un memoriale. Ma a ben guardare è molto di più. Il che risulta evidente sin dall'incipit: uno dei più coinvolgenti e in qualche modo più commoventi della letteratura italiana degli ultimi decenni. Forse perché è stato scritto da un architetto-poeta che non ha mai fatto mistero del proprio stupore tanto di fronte alle storie delle sue "care architetture" [Posocco, Radicchio, Rakowitz 1998], sospese tra mobilità e immobilità, quanto di fronte alla sua storia personale, sospesa «tra il qua e un altrove al confine tra vita e morte» [Rossi V. 2009, p. 11].

«Ho iniziato queste note più di dieci anni fa e cerco di concluderle ora perché non diventino delle memorie. Da

un certo punto della mia vita ho considerato il mestiere o l'arte come una descrizione delle cose e di noi stessi; per questo ho sempre ammirato la Commedia dantesca che inizia attorno ai trent'anni del poeta. A trent'anni si deve compiere qualcosa di definitivo e fare i conti con la propria formazione. Ogni mio disegno o scritto mi sembrava definitivo in un doppio senso; nel senso che concludeva la mia esperienza e nel senso che poi non avrei avuto più nulla da dire. Ogni estate mi sembrava l'ultima estate e questo senso di fissità senza evoluzione può spiegare molti dei miei progetti: ma per capire l'architettura o spiegarla devo ripercorrere le cose o le impressioni, descrivere o cercare un modo di descrivere» [Rossi 1990, p. 7]. Certamente l'*Autobiografia scientifica* è stato (ed è tuttora) un libro fortunato, visto che è stato rieditato molte volte e visto che è stato tradotto in molte lingue: dallo spagnolo al giapponese, dal tedesco al francese. Ma è stato anche un libro per certi versi incompreso. Almeno inizialmente, visto che è stato pubblicato in Italia dalla Pratiche Editrice di Parma solo nel 1990 [Rossi 1990] ovvero quasi dieci anni dopo la prima edizione americana per poi essere rieditato a più riprese [Rossi 1999; Rossi 2009]. Peraltro sempre con una veste editoriale austera, che appalesa molte

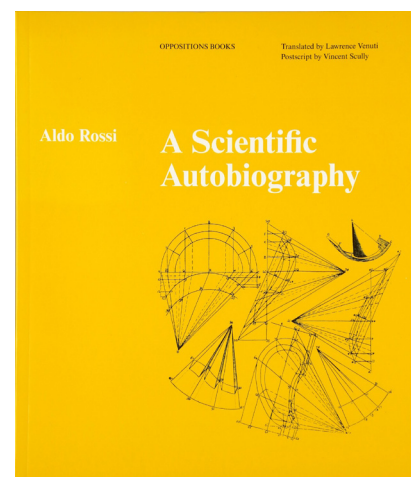


Fig. 1. Copertina della prima edizione [Rossi 1981a].

differenze rispetto all'originale, tanto nelle dimensioni fisiche quanto nel corredo iconografico: presumibilmente per scelta dello stesso Rossi, che non ha mai amato gli sfarzi editoriali.

«Dei miei progetti non parlerò, che non mi sembra questa l'occasione e il luogo: dirò solo che mi piace la loro pubblicazione in forma continua e scarna e così diversa dalle mode a cui siamo abituati, dove ridondanti sono colore e formato e commento» [Rossi 1981b, p. 7].

Infatti, mentre l'edizione americana si presenta in forma di album (22x24 cm), sfoggiando una copertina cartonata firmata da Massimo Vignelli in cui campeggia un virtuosismo rappresentativo tratto dall'*Architettura Civile* di Guarino

Guarini, ed è corredata in appendice da un corpo scelto di dodici disegni auto-grafi titolato *Drawings, Summer 1980*, la prima edizione italiana si presenta in forma tascabile (12x20 cm), con una copertina flessibile in cui è inquadrato un particolare della fotografia *Palm tree by the lake* scattata da Gianni Braghieri, ed è pressoché priva di immagini ove si eccettui il ritratto dell'autore, ripreso mentre è appoggiato a una ringhiera affacciata su un fondale lacustre e abbraccia con affetto la figlia Vera. Eppure, nonostante l'austerità editoriale (il libro è privo di ogni apparato: privo di colophon, privo di indici, privo di prefazione, privo di note e privo di bibliografia), anche in Italia l'*Autobiografia scientifica*

è assunta da subito a libro di culto: oggetto non soltanto di appassionate recensioni critiche e di dotte dissertazioni accademiche, ma anche di continue riletture. A cominciare da quella condotta con grande rigore metodologico da Giovanni Poletti nell'ambito di una tesi di dottorato discussa nel 2009 [Poletti 2009] e pubblicata nel 2011 dopo una minima revisione [Poletti 2011].

«A partire dallo studio e dal fascino subito dai grandi cortili della sua patria, della sua terra, Rossi approda – seguendo le rotte di una geografia che è sintomo anche e soprattutto dei moti esistenziali dell'essere – ad altre costruzioni delle città della Galizia e dell'Andalusia, scoprendo quanto intimamente presagiva, le



Fig. 2. Copertina della prima edizione italiana [Rossi 1990].

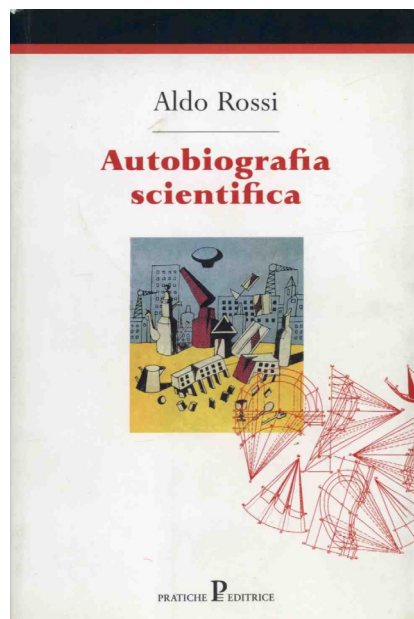


Fig. 3. Copertina della seconda edizione italiana [Rossi 1999].



Fig. 4. Copertina della terza edizione italiana [Rossi A. 2009].

correspondances (Baudelaire) tra le persone, le 'cose' e questi edifici che – pur appartenendo al loro tempo – rimandano alla memoria di cose 'altre'. Rossi scopre così il ruolo della memoria e dei luoghi: la tipologia del *corral* gli riporta al senso del presente altre corti già viste, vissute nelle case della vecchia Milano, ma anche nelle cascine della campagna lombarda e da questi paesaggi-luoghi, attraverso il ballatoio strettamente legato alla corte – per una sorta di archetipica circolarità spazio-temporale – ritorna ai *corrales* savigliani, in un continuo orbitare, rincorrersi e riconoscersi delle architetture, al di là del tempo e dello spazio» [Poletti 2011, p. 3].

Pur citando esplicitamente la *Wissenschaftliche Autobiographie* di Max Planck [Planck 1948] e pur anticipando implicitamente l'auto-monografia *S, M, L, XL* di Rem Koolhaas [Koolhaas, Mau 1998], l'*Autobiografia scientifica*, proprio perché concepita alla fine degli anni Settanta ovvero contestualmente alla proliferazione dilagante dei messaggi visivi, si propone come un'occasione preziosa per riscoprire un rapporto inverso tra testo e immagine. Laddove il testo, essendo punteggiato sia da reminiscenze personali (l'albergo Sirena, l'osteria della Maddalena, l'ospedale di Odessa) sia da reminiscenze d'affezione (il San Carlone ad Arona, la colonna del Filarete a Venezia, i contrafforti del duomo a Milano) nonché da precisi rimandi iconografici (su tutti la carta di Opicino De Canistris), emula il tono evocativo dei vecchi romanzi d'appendice, dove gli approfondimenti e le visualizzazioni erano demandati alla fantasia e, con essa, alla cultura del lettore. Così come tradisce il titolo *Autobiografia scientifica*, scelto da Rossi dopo avere a lungo pensato a un titolo molto diverso quale *Distruggere l'architettura* [Leoni 2004, p. 124]. *Autobiografia scientifica*, infatti, è

un titolo-ossimoro che «connette due diverse modalità di racconto solitamente distinte: una dichiaratamente tesa a rappresentare una vita allo specchio, l'altra scientificamente dedita a mappare strumenti rilevanti di una disciplina – campo di lavoro, arte – per l'architettura» [Marini 2017].

«Il riferimento più importante è certamente l'*Autobiografia scientifica* di Max Planck. Max Planck, in questo libro, risale alle scoperte della fisica moderna ritrovando l'impressione che gli fece l'enunciazione del principio di conservazione dell'energia: questo principio risultò in lui sempre legato alla descrizione del suo maestro di scuola, il maestro Müller, descrizione che egli definisce come il racconto del muratore che solleva con grande sforzo un blocco di pietra sul tetto di una casa. Planck era colpito dal fatto che il lavoro spesso non va perduto, rimane immagazzinato per molti anni, mai diminuito, latente nel blocco di pietra, finché un giorno può capitare che il blocco si stacchi e cada sulla testa di un passante uccidendolo. Può sembrare strano che Planck e Dante associno la loro ricerca scientifica e autobiografica con la morte; una morte che è in qualche modo continuazione di energia. In realtà, in ogni artista o tecnico, il principio della continuazione dell'energia si mescola con la ricerca della felicità e della morte. Anche in architettura questa ricerca è legata con il materiale e con l'energia, senza questa osservazione non è possibile comprendere qualsiasi costruzione né dal punto di vista statico né da quello compositivo. L'uso di ogni materiale deve prevedere la costruzione di un luogo e la sua trasformazione» [Rossi 1990, pp. 7-8].

L'*Autobiografia scientifica* è un libro inafferrabile: aperto e chiuso allo stesso tempo. È un libro aperto perché, seppure prende le mosse da un punto

di partenza prestabilito, non approda a un punto di arrivo prefissato, sviluppandosi liberamente all'interno di una scenografia che contamina luoghi molto distanti geograficamente (Belo Horizonte, Berlino, Cordoba, Galveston, Granada, Milano, New York, Sintra, Siviglia, Zurigo) e nell'ambito di una sceneggiatura che coinvolge personaggi ancor più distanti storicamente (Leon Battista Alberti, Dante Alighieri, Rosso Fiorentino, Ernest Hemingway, Edward Hopper, William Shakespeare) se non addirittura epici (Alceo, Amleto, Melville). Ma l'*Autobiografia scientifica* è anche un libro chiuso su sé stesso perché, ripercorrendo le tappe salienti di dieci lunghi anni di attività progettuale dell'autore (scanditi da capolavori assoluti come l'ampliamento del cimitero civico a Modena, i progetti di concorso per una casa dello studente a Chieti e per un nuovo centro direzionale a Firenze, il teatro del Mondo a Venezia, il monumento della Resistenza a Cuneo), si perde in un andamento circolare *ad libitum*. Nella ricerca della felicità.

«Proseguendo queste note autobiografiche dovrei parlare di alcuni progetti che caratterizzano dei momenti della mia vita; sono progetti molto conosciuti e ho sempre evitato di parlarne direttamente. Il primo è il progetto per il cimitero di Modena e il secondo il progetto per una casa dello studente a Chieti; credo che il primo progetto, per suo tema stesso, esprima la liquidazione della giovinezza e dell'interesse per la morte; il secondo una ricerca di felicità come condizione di maturità. In entrambi i progetti non ho rinunciato alla forma liturgica dell'architettura, nel senso che non si deve dire molto di più di quello che è stabilito, ma i risultati sono abbastanza diversi. Il primo progetto è fortemente legato a dei fatti e alla conclusione della ricerca sulla forma oste-

ologica dei frammenti, il secondo a una condizione di felicità. È come il giorno di Natale e in misura diversa ogni domenica. La ricerca della felicità si identifica con un giorno felice, un giorno di festa – anche perché nel fermarsi delle cose sembra che la felicità non possa essere contrastata» [Rossi 1990, p. 16]. «Nel progetto per il centro direzionale di Firenze ponevo nella piazza statue rifatte, come il Davide di alabastro, destinate al turismo, pensando sempre che la copia non si stacca dall'originale, che nei quadri plastici di Venezia, con la lampadina incorporata, disposti in cucine povere ma discrete, tra i ritratti di famiglia, questo Davide e questa Venezia ripetono il mistero del teatro di cui ci importa relativamente l'esecuzione. Detestiamo i registi che stravolgono il testo e ignorano i tempi; questa è una delle regole fondamentali dell'architettura e del teatro, il rito e quindi il momento in cui si compiono le azioni. Così sono i luoghi delle città. Pensavo a tutto questo durante questo autunno veneziano nel costruire e vivere il Teatro del mondo, questa singolare costruzione che mi rendeva lieto e dove ritrovavo fili antichi dell'esperienza e recenti della mia storia. Sorgeva anche forse dall'acqua il cubo di Modena o quello di Cuneo ma la fissità era diventata una condizione di sviluppo. La coazione a ripetere può essere una mancanza di speranza ma mi sembra ora che continuare a rifare la stessa cosa perché risulti diversa è più che un esercizio, è l'unica libertà di trovare. Così devo forse ora vedere in successione i miei progetti nella luce del non finito e dell'abbandono o seguendo l'imprevisto di un altro avvenimento? Mi sembra che l'avvenimento sia la novità della cosa e per questo parlavo di un concorso, di un luogo e di un monumento» [Rossi 1990, pp. 68-69].

Ma soprattutto l'*Autobiografia scientifica* è un libro sul disegno, interpretato nella sua accezione albertiana di forma di pensiero. Né avrebbe potuto essere diversamente visto che, nell'opera di un maestro controverso come Aldo Rossi (che ha condiviso con Robert Venturi la palma dell'architetto più detestato e allo stesso tempo più amato dai contemporanei), scrittura, disegno e costruzione convivono tumultuosamente [Dal Co 1999], dando vita a un triangolo che, caso per caso, diventa equilatero, isoscele o scaleno. Ma che rimane pur sempre un triangolo ovvero una figura geometrica propria del cantiere edilizio, dove consente di stabilire ortogonalità e tracciare fabbricati.

«Ho sempre associato alla misura lineare un senso più complesso, in particolare allo strumento del metro, il metro di legno ripiegato dei muratori. Senza questo metro non vi è architettura, esso è uno strumento e un apparecchio; il più preciso apparecchio dell'architettura. Questo senso della misura e delle distanze mi ha fatto amare particolarmente l'esame di topografia del professore Golinelli al Politecnico milanese. Si passavano intere mattinate con gli strumenti a misurare piazza Leonardo da Vinci, forse la più brutta piazza del mondo ma certamente la più misurata da generazioni di architetti e ingegneri milanesi. Ora accadeva che, avvenendo le misurazioni di primavera e con una certa svogliatezza e per mille motivi che non risultavano nelle probabilità di inesattezza, spesso le triangolazioni non si chiudevano. La forma finale della piazza era una forma assolutamente originale; ed io trovavo in quella incapacità di chiudere queste triangolazioni non solo e certamente la nostra incapacità e indolenza ma anche qualcosa di mitico come una dimensione in più dello spazio. Forse da queste esperienze nascono i primi progetti del ponte della

Triennale e del monumento di Segrate. Il triangolo chiuso era un'affermazione volontaristica di una geometria più complessa che d'altra parte riuscendo inesprimibile poteva esprimere solo i dati più elementari» [Rossi 1990, p. 61]. Paradossalmente l'*Autobiografia scientifica* è un libro sul disegno proprio perché, pur non essendo illustrato da disegni, propone una riflessione sulla biunivocità delle relazioni che, attraverso la pratica del disegno, serrano in un tutt'uno passato e futuro, rilievo e progetto, conoscenza e ideazione. Anche se Rossi, facendo leva sull'interesse per la ricomposizione dei frammenti e procedendo a feed-back tra ordine e disordine, non elenca in forma di prontuario gli strumenti grafici e non descrive in forma di compendio le tecniche rappresentative, ma reinterpreta in forma di poema i fondamenti del "Fattore D". «Il professor Sabbioni, che io stimavo particolarmente, mi dissuadeva dal fare architettura, dicendomi che i miei disegni sembravano quelli dei muratori o capomastri di campagna che tiravano un sasso per indicare all'incirca dove si doveva aprire una finestra. Questa osservazione, che faceva ridere i miei compagni, mi riempiva di gioia; e oggi cerco di recuperare quella felicità del disegno, che si confondeva con la imperizia e la stupidità, che ha poi caratterizzato la mia opera. In altri termini mi sfuggiva e ancora oggi mi sfugge gran parte del significato dell'evolversi del tempo; come se il tempo fosse una materia che osservo dall'esterno. Questa mancanza di evoluzione è fonte di alcune mie sventure ma anche mi appartiene con gioia» [Rossi 1990, pp. 44-45]. «Disegnare fu per molto tempo l'unico modo concreto di fare architettura per Aldo e non solo nel senso di progettare, ma anche nel senso di accarezzare i frutti della sua fantasia come fossero

piccoli oggetti da appoggiare su un tavolo, dotati di una concretezza e di una vitalità, spesso manifestata attraverso il colore, un colore ora impastato di dense ombre, ora squillante e assoluto come quell'azzurro del cielo che fa la sua apparizione nei disegni per il cimitero di Modena. [...] Già negli anni Settanta il modo di disegnare rivela la sintonia con certi aspetti della pittura moderna: Sironi anzitutto, ma anche il cubismo, la metafisica e la pittura tonale. In particolare la tecnica del collage gli consente di introdurre, già in un disegno del 1970, la citazione storica decontestualizzata che solo più tardi trasmigrerà nella architettura progettata e costruita» [Portoghesi 1999, p. 7].

L'*Autobiografia scientifica* parla prevalentemente del disegno di progetto, ma parla anche del disegno di rilievo, contestando i concetti di misura e dimensione, così come intesi nei manuali tecnici, ovvero celebrando la fecondità dell'imprecisione metrica. E delle distanze invisibili (ma anche delle distanze incolmabili) tra pensiero e comunicazione, tra passato e presente.

«Come stabilire la dimensione e quale dimensione? In questa estate del 1977 stavo all'Osteria della Maddalena quando nel corso di una conversazione poco afferrabile ho colto una definizione architettonica. L'avevo trascritta: C'era uno strapiombo di dieci metri nel punto più alto della stanza. Ignoro a quale contesto si riferisse questa frase ma trovo che una nuova dimensione si era stabilita: è possibile vivere in una camera con strapiombo? Esiste la possibilità di un progetto di questo tipo che sia rappresentabile oltre la memoria e l'esperienza? È inutile che io dichiaro che ho tentato inutilmente di disegnare questo progetto o questa camera: potrei farlo ma sempre si arresta ad un vuoto che non si può rappresentare.

Per molti versi questo vuoto è la felicità o la sua assenza» [Rossi 1990, p. 29].

«Quando scrivo di architettura mi sembra di poter comprendere queste cose in un disegno generale, e non so quanto questo riguardi solo la mia architettura. Ora mi sembra che quel qualcosa, forse un nulla, che sempre esisteva tra pensiero e comunicazione, tra passato e presente, sempre più insistentemente scomparse. Così quando ho scritto "È strano come io assomigli a me stesso" ancora mi sembra non sapevo come considerare quel qualcosa che stabilisce le differenze o qualche differenza tra ciò che facciamo» [Rossi 1989, p. 244]. «Ma è proprio il collezionismo a sottolineare la separazione, la riduzione a frammento di ogni cosa, senza più possibili rapporti, in cui anzi le distanze diventano incolmabili» [Moschini 1979, p. 8]. Non solo. L'*Autobiografia scientifica* infatti, sviluppando tematiche già affrontate da Rossi in altri scritti, parla anche implicitamente del disegno di rilievo, eleggendolo a medium di un rinnovato rapporto sinergico tra il nuovo e l'antico.

«Finally, any statement of the relationship between new buildings and the pre-existing configuration of the town and its architecture is more than a mere correlation between different qualities and quantities. (The attempt to discover that relationship in external facts stems from a mechanical point of view). Any such statement to be capable of affording a solution to more general problems, must be generated from within the project according to the limits of the theme developed» [Rossi 1976].

D'altra parte, «come misurare gli edifici se un anfiteatro può diventare una città e un teatro una casa?» [Rossi 1990, p. 97]. E, soprattutto, come misurare il tempo? «Il doppio senso del tempo, atmosferico e cronologico, presiede ad ogni costruzione; questo doppio senso dell'energia è ciò che ora vedo chiaramente nell'ar-

chitettura, come potrei vederlo in altre tecniche o arti. Nel mio primo libro, *L'architettura della città*, identificavo questo stesso problema con il rapporto tra la forma e la funzione; la forma e presiedeva alla costruzione e permaneva, in un mondo dove le funzioni si modificavano continuamente e nella forma si modificava il materiale. Il materiale di una campana si trasformava in una palla di cannone, la forma di un anfiteatro in quella di una città, quella di una città in un palazzo» [Rossi 1976, p. 8].

«Sapevo da sempre che l'architettura era determinata dall'ora e dalla vicenda ed era quest'ora che cercavo inutilmente, confondendosi con la nostalgia, la campagna, l'estate: era un'ora di sospensione, le mitiche *cinco de la tarde*, di Siviglia, ma anche l'ora dell'orario ferroviario, della fine della lezione, dell'alba. Amavo l'orario ferroviario e uno dei libri che più ho letto attentamente è l'orario ferroviario delle ferrovie svizzere; è questo un volume completamente scritto con piccoli e preziosi caratteri dove il mondo si interseca attraverso il nero dei caratteri tipografici e treni, autobus, battelli, traghetto vi portano da oriente a occidente e solo alcune pagine, le più misteriose per luoghi e lontananze, sono velate da un rosa pallido. Così mi avvicinavo all'idea di analogia che era per me dapprima un campo di probabilità, di definizioni che si avvicinavano alla cosa rimandandosi l'una all'altra, si incrociavano come gli scambi dei treni» [Rossi 1976, p. 100].

Leggendo le pagine dell'*Autobiografia scientifica* si fanno strada molti interrogativi. Ad esempio, viene da chiedersi com'è possibile che un libro così legato a un'esperienza personale sia tutto amato e divorato da culture molto lontane. Così come viene da chiedersi come sia possibile che, in un mondo dominato dalla manipolazione iconica e dagli automatismi euristici, questo

piccolo libro, che pone al centro della sua trattazione il disegno manuale, possa risultare ancora d'interesse. Sinceramente non lo so. O forse sì. Perché, avendo instaurato un buon rapporto interpersonale con Aldo Rossi all'epoca della realizzazione della piazza Nuova di Perugia, so che amava molto il cinema. In particolare, so che amava la sequenza iniziale del film *Good Morning Babilonia*, diretto dai fratelli Taviani, in cui il vecchio imprenditore Bonanno, al termine dei lavori di restauro della cattedrale di Santa Maria Assunta a Pisa, si siede solennemente su una sedia e, contemplando la facciata insieme ai suoi operai, esclama estasiato: "È un miracolo!". Ciò che molti di noi pensano ammirando gli scritti, i disegni e, soprattutto, i disegni-scritti

lasciatici in eredità da Aldo Rossi: «una visione umana della città, [...] che oggi si dissolve nelle audaci visioni architettoniche di Dubai» [Scully 2009, p. 13]. Forse perché, in un momento in cui la ricerca è soffocata dall'assuefazione all'esibizionismo della modellazione parametrica, abbiamo bisogno di tornare a respirare la libertà poetica del disegno manuale. «Pensavo, in questo libro, di analizzare i miei progetti e i miei scritti, il mio lavoro, in una sequenza continua; comprendendoli, spiegandoli e nello stesso tempo riprogettandoli. Ma ancora ho visto come, scrivendo di tutto questo, si crei un altro progetto che ha in sé qualcosa di imprevedibile e di imprevisto; ho detto che ho sempre amato le cose che si concludono e che ogni esperienza mi è

sempre parsa conclusiva, il fare qualcosa che esaurisce per sempre la capacità creativa. Ma, come sempre, questa possibilità mi sfugge anche se la possibilità di una autobiografia o di una sistematizzazione della propria formazione poteva essere l'occasione decisiva. Altri ricordi, altri motivi sono emersi modificando il progetto originale, che pure mi era molto caro. Ma anche qui amo un discreto disordine. Così è forse semplicemente la storia di un progetto e come ogni progetto deve in qualche modo concludersi anche solo per poter essere ripetuto con piccole variazioni o spostamenti, o anche per non essere assimilato a nuovi progetti, nuovi luoghi e nuove tecniche, altre forme di vita che sempre intravediamo» [Rossi 1990, p. 106].

Autore

Paolo Belardi, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università degli Studi di Perugia, paolo.belardi@unipg.it

Riferimenti bibliografici

Dal Co, F. (1999). *Aldo Rossi. I quaderni azzurri 1968-1992*. Milano: Electa/The Gehry Research Institute.

Ferlenga, A. (1999). *Aldo Rossi tutte le opere*. Milano: Electa.

Koolhaas, R., Mau, B. (1998). *S, M, L, XL*. New York: Monacelli Press.

Leoni, G. (2004). Intervista a Gianni Braghieri. In *d'Architettura*, XIV, 23, pp. 120-125.

Marini, S. (2017). L'architettura dell'autobiografia scientifica. In *Engramma*, n. 150, <http://www.engramma.it/eOS/index.php?id_articolo=3279> (consultato il 24 aprile 2019).

Moschini, F. (1979). Ora tutto questo è perduto. Moschini, F. (a cura di). *Aldo Rossi. Progetti e disegni 1962-1979*, pp. 7-11. Firenze: Centro Di.

Planck, M. (1948). *Wissenschaftliche Autobiographie*. Leipzig: Johann Ambrosius Barth-Verlag.

Poletti, G. (2009). *Aldo Rossi, Autobiografia scientifica, scrittura come progetto. Indagine critica tra*

scrittura e progetto di architettura. Tesi di Dottorato di Ricerca in Composizione Architettonica. Relatore prof. G. Braghieri. Correlatore prof. G. Leoni, Alma Mater Studiorum-Università di Bologna.

Poletti, G. (2011). *L'Autobiografia scientifica di Aldo Rossi. Un'indagine critica tra scrittura e progetto di architettura*. Milano: Bruno Mondadori.

Portoghesi, P. (1999). I disegni di Aldo Rossi. "Cara architettura!". Brandolisio, M., da Pozzo, G., Scheurer, M., Tadini, M. (a cura di). *Aldo Rossi: disegni 1990-1997*, pp. 6-21. Milano: Federico Motta Editore.

Posocco, P., Radicchio, G., Rakowitz, G. (a cura di). (1998). *Scritti su Aldo Rossi. «Care architetture»*. Torino-Londra-Venezia: Umberto Allemandi.

Rossi, A. (1966). *L'architettura della città*. Padova: Marsilio.

Rossi, A. (1976). Thoughts About My Recent Work. In *a+u Architecture and Urbanism*, n. 65, p. 83.

Rossi, A. (1981a). *A Scientific Autobiography*. Cambridge (Mass.)-London: The MIT Press.

Rossi, A. (1981b). Premessa. Braghieri G. (a cura di). *Aldo Rossi*, pp. 6-7. Bologna: Nicola Zanichelli Editore.

Rossi, A. (1989). Le distanze invisibili. Ciucci G. (a cura di). *L'architettura italiana oggi. Racconto di una generazione*, pp. 237-246. Roma-Bari: Editori Laterza.

Rossi, A. (1990). *Autobiografia scientifica*. Parma: Pratiche Editrice.

Rossi, A. (1999). *Autobiografia scientifica*. Milano: Nuove Pratiche Editrice.

Rossi, A. (2009). *Autobiografia scientifica*. Milano: il Saggiatore.

Rossi, V. (2009). Crescendo. In Rossi A. 2009, pp. 11-12.

Scully, V. (2009). Missing Rossi. In Rossi A. 2009, pp. 13-14.

Recensioni

Recensioni

Carlos L. Marcos, Ángel Allepuz Pedreño (eds.)

Alberto Campo Baeza.
El bisturí en la línea

Alicante, Universitat de Alicante
2018
pp. 168
ISBN 978-84-16724-98-7



El Bisturí en la línea se presentó integrado en el XVII congreso de Expresión Gráfica Arquitectónica, realizado el pasado julio en la Universidad de Alicante. El libro surgió como complemento a la exposición de dibujos y maquetas cuyo autor es el Profesor catedrático de Proyectos de la Escuela de Arquitectura de Madrid Alberto Campo Baeza.

Tuve el enorme privilegio de disfrutar de la magnífica conferencia previa a la presentación del libro y exposición. La primeras palabras de Campo Baeza (p. 15) fueron dedicadas al «trabajo más hermoso del mundo», profesión que el arquitecto de Valladolid defiende de forma apasionada.

No obstante, a lo largo de su extensa obra, esa pasión, siempre estuvo aliada a la razón, a la investigación sobre los elementos que han ido materializando sus proyectos.

Para el Maestro «los dibujos son investigación»: sus herramientas gráficas, buscan con la precisión de un bisturí, los conceptos de la arquitectura. Lo confirma Campo Baeza en la preciosa metáfora presente en la introducción del libro que aquí presento: «¿Qué es un dibujo sino la sombra de una idea tras ser iluminada por la luz del conocimiento?».

Los dibujos presentes en esta publicación son así gérmenes de proyectos, asumiéndose como «signos del lenguaje de la arquitectura», de acuerdo con el magnífico prólogo de María Elia

Gutiérrez-Mozo y Andrés Martínez-Medina (pp. 9-13).

Son mayoritariamente dibujos esquemáticos que, sin buscar el virtuosismo gráfico, consiguen explorar, fijar y comunicar ideas. Los editores Carlos L. Marcos y Ángel Allepuz Pedreño organizaron cuidadosamente estos dibujos en 10 capítulos, que incluyen cada uno de ellos una interesante introducción teórica que contextualiza las ilustraciones.

Además, es presentada una sugestiva 'Tabla taxonómica' (pp. 42-43) que según los editores «permitiera agrupar a partir de unos criterios el material a exponer», inspirada en trabajos similares de Peter Eisenman y Alejandro Zaera Polo (Foreign Office Architects). Los bocetos y diagramas de Baeza me recuerdan, por su sintética línea expresiva, los de otros maestros como Álvaro Siza Vieira u Oscar Niemeyer. Son no obstante, dibujos más pragmáticos que los del arquitecto portugués (donde a menudo conviven caballos o ángeles entre las ideas de proyectos). Naturalmente, son menos orgánicos de los que realizaba Niemeyer en su estudio en Copacabana; al final los dibujos siempre son un reflejo de la obra construida de cada arquitecto, o viceversa.

Otros croquis recuerdan los del arquitecto Peter Zumthor, producidos por potentes manchas que van formando huecos o espacios negativos para generar espacios habitables. Aunque el arquitecto suizo use normalmente

materiales que definen directamente la mancha, abdicando de la línea de contorno, mientras el maestro español raramente abdique de la línea como límite de las sombras, ambos buscan con estos dibujos lo 'estereotómico de la arquitectura'. Este concepto es explicado de forma muy clara por Baeza en su texto *De la cueva a la cabaña* y los editores de este libro le dedican aquí también varias páginas. De los miles de dibujos realizados por Baeza (el arquitecto escribió que había realizado 7.777, pero sabemos que son muchos más), se presenta

una pequeña muestra donde cohabitan planos, axonometrías, secciones y perspectivas cónicas. Estas, son mayoritariamente centrales (un punto de fuga) y la gran mayoría desde el punto de vista 'humano', lo que nos hace imaginar los espacios que un día eventualmente se transformarán de las 2 a las 3 dimensiones. Me gustaría destacar algunas representaciones híbridas como la secciones fugadas. En este tipo de representación el arquitecto norteamericano Paul Rudolph siempre es una referencia, no obstante, los dibujos que mejor conocemos de éste, son

ilustraciones de representación, mientras que Baeza los usa para pensar: «pensar con las manos». Fernando Pessoa, parafraseando al general romano Pompeu, escribió «Navegar es preciso; vivir no es preciso». En *El Bisturí en la línea* podemos antever el proceso de como Alberto Campo Baeza 'navega' por sus ideas a través de los dibujos. Seguro que este libro, bien maquettato y tratado con un exquisito rigor metodológico, será seguramente disfrutado por los amantes del dibujo y la arquitectura.

Hugo Barros Costa

Autor

Hugo Barros Costa, Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica, Universitat Politècnica de València, hubarda@ega.upv.es

Recensioni

Andrea Casale

**Forme della percezione
dal pensiero all'immagine**

Franco Angeli, Milano 2018

pp. 264

ISBN 978-88-917-7076



«Percepire un'immagine visuale implica la partecipazione dell'osservatore ad un processo di organizzazione, poiché l'esperienza di un'immagine è un atto creativo di integrazione» [Kepes 1971, p. 17]. Così scrive Gyorgy Kepes nell'introduzione del suo fondamentale *Il linguaggio della visione* a cui il bel saggio di Andrea Casale, che qui presentiamo, deve certamente la chiarezza di impostazione con cui guarda al tema dell'immagine non già come dato in sé, bensì come processo, come atto di una disciplina di organizzazione di cui visione, percezione e memoria sono i protagonisti. L'urgenza di riflettere sul modo di intendere il linguaggio visuale come sussidio per "pensare in termini di forma" attraversa le pagine del volume di Casale. Una certa ansia nel constatare la necessità di riappropriarsi della visione come fondamentale strumento per orientarsi e dunque per valutare e organizzare eventi spaziali traspare scorrendo i capitoli e l'approccio al tema non è scontato. Quelli del *Linguaggio della visione* erano anni in cui l'entusiasmo intorno alla rivisitazione del modello bauhausiano proposta dalla Scuola di Ulm animava ancora le Scuole di Architettura di tutto il mondo, in una vivace dialettica che aveva intensamente coinvolto anche gli statuti della geometria e della rappresentazione. Quello che accadde di lì a poco è storia nota. L'investigazione intorno al concetto di percezione e di pensiero visivo finirono con l'essere marginaliz-

zate nei percorsi formativi dell'architettura; sottovalutate e in qualche modo abdicata la funzione propedeutica al progetto di un'educazione alla visione che sottende, invece, l'esercizio al controllo della forma e dell'idea di spazio. E così un settore ampio e affascinante dell'investigazione sul pensiero visivo è sfuggito per lungo tempo alla riflessione dell'area della rappresentazione, mentre un diluvio di immagini, tanto pervasive quanto invisibili, iniziava ad invadere l'esperienza del quotidiano. Il primo merito del saggio di Andrea Casale è dunque quello di riconoscere innanzitutto la necessità di ridare importanza e centralità al tema di un'educazione alla visione, che sia capace di ridefinire orizzonti emotivi e strumenti categoriali utili, oggi più che mai, a muoversi con consapevolezza nel variegato scenario dei nuovi media. Calvino in una pagina memorabile delle *Lezioni americane* [Calvino 1993, p. 103] aveva messo in guardia sul rischio di perdere la facoltà di pensare per immagini e aveva invocato la necessità di una "pedagogia della visione". Non sembra azzardato affermare che con il suo saggio Andrea Casale tenta in fondo di dare risposta a quella inquietudine ponendosi alcune fondamentali domande: che cosa succede davvero quando guardiamo? che cosa è un'immagine? che cosa facciamo quando usiamo le immagini? come conosciamo quando conosciamo per immagini? E Andrea Casale lo fa con una particolare attenzione a inserire le sue

riflessioni in un contesto ampio in cui la psicologia della percezione, tradizionalmente utilizzata per spiegare i fenomeni visivo-percettivi, si lascia contaminare e arricchire da ambiti differenti, dalla fisiologia dell'occhio alle neuroscienze, dalla filosofia all'arte, in un gioco di rimandi in cui traspare l'appartenenza dell'autore al tempo stesso alla categoria del ricercatore e dell'artista.

Ma procediamo con ordine. Il saggio si apre con un capitolo dedicato al fondamentale rapporto tra *Occhio e mente*, elemento cardine di quel processo che dai dati sensibili arriva alla consapevolezza e cioè alla definizione di forme dotate di un significato. L'orizzonte critico inserisce il riferimento inevitabile al paradigma della *Gestalt* in un più ampio respiro di riflessioni che ne definisce limiti e confronti con teorie coeve e successive – dai comportamentisti ai cognitivisti – che senza negarne il ruolo nell'evoluzione del pensiero visivo ne contestualizzano il senso nell'ambito del pensiero contemporaneo. Sicché le argomentazioni del successivo capitolo *Dalla matita alla matita* si fondano su un riferimento critico ben delineato e sviluppano con chiarezza disciplinare e di metodo la questione ampia della percezione intesa come processo cognitivo «complesso e sofisticato d'interpretazione degli stimoli ambientali, dinamicamente e attivamente modificato dalla mente nella continua esplorazione dell'ambiente» [p. 33]. Le nozioni di sensazione e percezione ritornano inserite ciascuna per la propria specificità nel processo di riconoscimento in cui va chiarendosi il ruolo della memoria – sia essa dichiarativa o procedurale – in una progressiva consapevolezza dei fenomeni che ci appaiono sotto l'aspetto visuale a cui l'intero capitolo è dedicato. La definizione chiara dell'idea di percezione del “fatto visivo” come il

risultato dell'interazione dinamica tra segnali provenienti dall'esterno e informazioni immagazzinate nella memoria introduce il ruolo dell'immaginazione nella costruzione del processo di riconoscimento degli oggetti e dello spazio che ci circonda. Processo a cui i contenuti dei capitoli successivi (*Lo spazio e il tempo* e *Rappresentazione mentale, rappresentazione iconografica*) forniscono ulteriori specificazioni e qualificazioni di senso. La via del “cosa” e quella del “come” percepiamo si calano nella dimensione spazio-temporale intesa, in senso contemporaneo come «costruzione mentale che, a partire da specifiche informazioni avute dai sensi, arrivi a dedurre la posizione reciproca degli oggetti e dell'ambiente e di noi rispetto ad essi» [p. 87] attivando al tempo stesso strutture mentali, “schemi” che categorizzano e raggruppano gli oggetti in rappresentazioni astratte in cui la conoscenza generale dei fenomeni prende forma. «Il nostro cervello più che processare immagini costruisce, attraverso la gestione attiva degli impulsi neuronali soprattutto interni, insieme a poche informazioni che provengono dall'esterno, condizioni concettuali simboliche complesse che potremmo definire modelli mentali spaziali» [p. 100]. Il linguaggio con cui questi modelli mentali comunicano verso l'esterno, ma soprattutto verso l'interno durante il nostro agire occupa le riflessioni dell'autore sul filo del rapporto tra immagine mentale e immagine iconografica e nel sottile rapporto che lega l'una all'altra. Il riferimento agli scritti di Nelson Goodman aiuta a definire, in questo contesto, il concetto di somiglianza e forse utile sarebbe stato il richiamo a quei “gradi di iconicità” in cui Abraham Moles riassume l'intero spazio linguistico delle rappresentazioni possibili di un oggetto collocando ai suoi estremi l'oggetto

reale e la sua controparte astratta, la parola.

Il tono delle argomentazioni di questa prima parte del volume, in cui spesso si toccano temi complessi, è nel suo insieme piacevolmente discorsivo, senza tuttavia essere mai banale. L'intenzione è chiaramente quella di costruire un documento chiaro e agile sui temi della percezione, intesa come “soluzione mentale” a un problema posto dai sensi, e sul rapporto tra pensiero e immagine. Gli esempi e le sperimentazioni visive proposte sono utili a esplicitare i concetti. Adeguati i riferimenti bibliografici estesi in un arco temporale significativo che giunge al contemporaneo e che rendono solido l'impalcato teorico arricchendolo di contributi trasversali.

Il “disegno” resta per ora sullo sfondo, pronto ad entrare in gioco nei capitoli successivi in cui è invece il grande protagonista. In *Il bambino e il disegno* l'autore tratteggia il bisogno che ciascuno di noi ha di comunicare con il segno grafico, dallo scarabocchio all'espressione grafica, proponendo come chiave di lettura di questo processo la sottile linea di sviluppo che va dal realismo casuale al realismo mancato sino al realismo intellettuale e a quello verista sottolineandone gli aspetti e i contesti culturali. Ma è soprattutto nel capitolo successivo, *Lo strano fenomeno della prospettiva*, che lo studioso, esperto di geometria, ritrova il proprio registro più sincero di “rappresentatore” proponendo una chiave di lettura interessante e per nulla scontata di quello strumento “diabolico” assai più che “simbolico”, per dirla con Vittorio Ugo, che è la prospettiva. Casale entra nella *querelle* che da sempre vede contrapporsi chi accusa la prospettiva di tradire la realtà con la sua “forma simbolica” e chi ne sottolinea la valenza di “modello geometrico-matematico” dello spazio, cambiando radicalmente,

ed è il caso di dirlo, il punto di vista! La distinzione netta tra autore e fruitore dell'immagine prospettica «in quanto il primo costruisce l'immagine attraverso ciò che conosce e quindi dal modello mentale dell'oggetto, [mentre il secondo] costruisce il proprio modello mentale riconoscendo nella rappresentazione i caratteri dedotti dalla sua esperienza percettiva» [p. 159], definisce i contorni di questa impostazione che privilegia lo sguardo del fruitore e consente ad Andrea Casale di collegare le ipotesi di lettura sullo spazio prospettico a tutto il contesto di riflessioni precedenti. La relazione geometrica che si genera tra oggetto, osservatore e quadro è al tempo stesso origine ed esito di un processo che è volto a generare per un verso l'illusione della

realtà, per un altro la rappresentazione di una verità, ed entrambi i concetti di verità e di illusione sono interpretati da Casale come distinti binari su cui l'esperienza del fruitore si muove nella sua ricognizione sullo spazio prospettico e sul suo significato, al tempo stesso percettivo e cognitivo. Ancora una volta la descrizione dei contesti culturali e di metodo è chiara e coinvolgente e consente all'autore di sottolineare, attraverso casi esemplari, il tono colloquiale dell'immagine sia nel suo rapporto con l'artista che poi nella sua relazione con il fruitore sino a trasformarsi «in sistema di trasmissione tra mente e mente» [p. 19] e dunque sistema di comunicazione. *Arte da vedere* e *Il bello del disegno* sono i due capitoli finali in cui questo tentativo di spostare la riflessio-

ne sull'immagine per il suo fondamentale ruolo di comunicazione, nell'ambito della produzione artistica o del progetto di architettura, trova la propria cifra espressiva più chiara. Forse appena meno convincenti sul piano dell'impostazione e sulla solidità dell'impalcato teorico, i due capitoli sono invece il tentativo limpido e coraggioso di riportare tutto il percorso di riflessione nell'alveo della produzione di immagini in cui l'artista e l'architetto (e Andrea Casale interpreta entrambi i ruoli) sono impegnati nel loro lavoro quotidiano, completando così l'itinerario di riflessione intorno al processo che dal pensiero conduce all'immagine con un richiamo forte al ruolo che il "pensiero visivo" ha nella dimensione del progetto e, più in generale, del processo creativo.

Alessandra Cirafici

Autore

Alessandra Cirafici, Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale, Università della Campania "Luigi Vanvitelli", alessandra.cirafici@unicampania.it

Riferimenti bibliografici

Kepes, G. (1971). *Il linguaggio della visione*. Bari: Dedalo.

Calvino, I. (1993). *Lezioni Americane. Sei proposte per il prossimo millennio*. Milano: Mondadori.

Recensioni

Livio Sacchi

**Metropoli
il disegno delle città 2**Gangemi Editore International,
Roma 2018

pp. 239

ISBN 9788849283419



Dopo che l'interesse verso i temi della città si era ridotto sul finire del XX secolo, dopo essere stato tanto in voga almeno fino a tutti gli anni '70 del Novecento, con il nuovo secolo, o meglio con il nuovo millennio, tali tematiche sono riesplose ed il reciproco rapporto tra l'*urbs* e la *cives*, tra la realtà fisica e quella relazionale, tra le infrastrutture e le persone, sono oggi di grandissima attualità. In questo scorcio di storia, tutti sono tornati a parlare di città, non solo per i suoi aspetti tecnici e specialistici, ma come il luogo della sopravvivenza del genere umano, quindi di prioritaria importanza. È infatti allo scoccare del primo decennio del 2000 che, per la prima volta nella storia, la maggior parte degli uomini sul pianeta abita nelle città, e non è sparsa nel territorio. Non solo le statistiche ci dicono che alla metà del secolo almeno il 75% degli uomini abiteranno in città, e che il loro numero sfiorerà i 10 miliardi, ma che probabilmente le città rappresenteranno e forse già ora rappresentano l'unico "luogo" in cui si può "vivere", almeno in una accezione contemporanea. Se infatti nella seconda metà del secolo XX la città ha avuto spesso il problema di rappresentare non il meglio della qualità della vita (grande densità abitativa, mobilità complessa, livelli di rumore e di qualità dell'aria ben lungi dall'essere desiderabili ecc.), dall'inizio dell'era digitale il vivere in un luogo connesso, dotato delle infrastrutture culturali e di comunicazione, delle reti, della formazione, è sinonimo di *wellness* e di *welfare*. Sempre le statistiche ci dicono che, contrariamente a quanto si poteva immaginare venti o trenta anni fa, più le città sono gran-

di e più crescono; le metropoli o meglio ancora le megalopoli, diverranno il luogo privilegiato o forse indispensabile per una buona parte del genere umano. Non è difficile capire il perché, anche se le ragioni sono molte ed intersecate tra loro, leggibili solo attraverso quella complessità che pare caratterizzare l'attuale fase della vita del pianeta (Edgar Morin *docet*). Eccetto pochi casi in cui si verifica una contrazione, perlopiù le grandi città del mondo si caratterizzano per una crescita che sembra inarrestabile: nella forma delle metropoli, nel loro cambiamento, nei principi aggregativi delle nuove periferie, in un mutato rapporto con il centro o con i centri, nei fenomeni di rigenerazione delle parti compromesse o di densificazione di porzioni aberrate, esse modificano continuamente nell'aspetto e nella sostanza.

Solo coloro che ignorano l'architettura e il suo ruolo urbano infatti possono pensare che la sostanza di una mutazione costruttiva non si faccia immagine, perché anche se tali fenomeni sembrano essere globalizzati e quindi tendono ad assomigliarsi a ogni latitudine e longitudine, in realtà le città europee si discostano da quelle asiatiche nel loro sviluppo e nel modo in cui ciò avviene, quelle nordamericane si distinguono da quelle sudamericane o da quelle asiatiche. Questa differenza comporta in ciascuna metropoli un differente "disegno", derivato non solo da una matrice morfologica statutaria, dall'impianto originale, dalla morfologia del territorio su cui è cresciuta, ma moltissimo anche da paradigmi endogeni, di cultura, religione, costumi, che, anche in

un farsi città contemporanea e massimizzata, detiene delle differenti impostazioni identitarie.

Dopo il primo volume dal titolo *Metropoli. Il disegno delle città* in cui Livio Sacchi ci ha condotto per le principali metropoli europee (Amsterdam, Copenaghen, Berlino, Istanbul, Rotterdam, Torino, Londra, Madrid, Milano, Parigi), questo secondo volume ci accompagna in altre 23 metropoli equamente sparse per il mondo: ancora Europa (Amburgo, Barcellona, Dublino, Helsinki, Lione, Manchester, Monaco, Mosca, Oslo e Stoccolma), ma anche Asia (Dubai, Hong Kong, Nuova Delhi, Pechino, Riyadh, Shanghai), America del Nord (San Francisco e Los Angeles) e del Sud (Bogotà e San Paolo) e Africa (Il Cairo, Nairobi e Cape Town). Per ogni città, o meglio metropoli, le informazioni restituite, sempre accompagnate da grafici e diagrammi molto esplicativi, forniscono un chiaro dimensionamento della estensione planimetrica della conurbazione, della sua forma, del numero dei suoi abitanti, e di conseguenza delle informazioni urbanistiche (densità *in primis*) atte a dare da subito una prima idea delle specificità e delle similitudini tra i differenti casi.

Quasi sempre vi sono i diagrammi atti a comprendere l'evoluzione nel tempo della dimensione e della forma urbana. Il confronto avviene in genere con la morfologia del territorio e la presenza delle principali caratteristiche geografiche (orografia, mare, fiumi ecc.). Circoscrizioni, quartieri, numerosità dei residenti divisi spesso per etnia o per provenienza, vogliono far entrare subito nella dimensione della eterogeneità di queste città, come simboli autentici della contemporaneità, fatta di globalizzazione da un lato ma dall'altro di una unicità che le caratterizza. Sono rappresentati schemi, illustrazioni e dati accompagnati da immagini, render e foto dei progetti di architettura

che hanno caratterizzato gli ultimi anni di sviluppo, e anche quelli che sono in programma e/o in corso di definizione, di cui attualmente la metropoli ancora dibatte.

L'insieme di queste immagini fornisce un possibile disegno della città anche sotto il profilo comunicativo e di immagine. Molta attenzione è data alle linee e alle infrastrutture di trasporto, quali aeroporti, stazioni, metropolitane, segni distintivi e caratterizzanti di una grande città, identificata e riconoscibile per le attrezzature che ne definiscono il livello di efficienza e di contestualizzazione internazionale. Dalla documentazione riprodotta in merito agli ultimi masterplan urbanistici, presentati nella conurbazione analizzata, appare chiaro l'immediato futuro immaginato dalle comunità in termini di urbanizzazione e consumo di suolo e quali le risposte che le singole città danno al tema della rigenerazione e dell'organizzazione urbana, tra crescite concentriche o policentriche, tra organizzazioni in suburbi dipendenti o autonomi. I rapporti tra crescita urbana e crescita demografica, attraverso interventi pianificati atti a governare la crescita dimensionale, tendono a migliorare la qualità piuttosto che a gestire la quantità.

Molto spesso sono riportati progetti specifici per combattere l'inquinamento o per ridurre i rischi derivanti dall'innalzamento dei mari, soprattutto per le città costiere (San Francisco *in primis*). Dall'ampio confronto poi tra le metropoli si possono comprendere l'importanza dei differenti flussi demografici (in particolare nei paesi arabi, africani, ed asiatici) in cui le dimensioni portano più verso le megalopoli che non le metropoli, con crescite che influiscono sugli aspetti sociologici dovuti alle multiple culture e confessioni religiose presenti.

La città evocata dal volume non è quindi una città ideale, ma una ricognizione plu-

rale che evidenzia la tensione multidirezionale, pur in un mondo globalizzato, verso una identità dei luoghi quale elemento imprescindibile di una ritrovata "superiorità" urbana. L'*Agenda 2030*, i cui 17 *goals* sono stati firmati dai 193 paesi afferenti alle Nazioni Unite, definisce gli obiettivi che tutto il pianeta e le città in particolare debbono raggiungere rapidamente. I dati raccolti all'interno del volume su aspetti ambientali della qualità della vita all'interno delle metropoli (aria, acqua, CO2 ecc.) fanno capire come l'ecologia urbana stia diventando il "luogo" strategico per il successo politico ed istituzionale di una comunità insediata che guardi al benessere del proprio futuro. In conclusione, pur essendo, quella realizzata nella ricerca, un'analisi condotta su dati storici, purché recenti, dalle schede del volume traspare un percepibile senso di futuro che accompagna il lettore, facendo intravedere le strategie delle città, ormai in competizione tra loro, e le opportunità prossime dei loro abitanti. Si scorge cioè il loro disegno futuro: il disegno delle città. Ognuno diverso, ognuno profondamente ancorato alle proprie origini, ma tutti altrettanto in procinto di disporsi verso una modificazione costante: questa infatti rimane la cosa più sfidante a cui le città dovranno rispondere nell'immediato. Solo la metropoli che riuscirà a mutare, pur nella immanenza delle strutture edilizie di cui è fatta (edifici, reti, infrastrutture), e a rimanere costantemente attrattiva e stimolante, potrà competere sullo scenario internazionale, pena la dissipazione delle competenze messe in gioco. Emerge chiaro dalle innumerevoli raffigurazioni e dai dati presentati, che la vera sfida si trasferirà infatti dalle relazioni materiali a quelle immateriali, dai valori fisici delle città a quelli relazionali, in termini di salute, opportunità e qualità della vita delle persone.

Paolo Giandebiaggi

Autore

Paolo Giandebiaggi, Dipartimento di Ingegneria e Architettura, Università di Parma, paolo.giandebiaggi@unipr.it

Recensioni

Silvia Masserano

Le prospettive architettoniche di Paolo Veronese. Analisi grafica e restituzione di alcuni teleri

EUT - Edizioni Università di Trieste, Trieste 2018

pp. 298

ISBN 978-88-8303-968-3 (printed)

ISBN 978-88-8303-969-0 (online)

Silvia Masserano

Le prospettive architettoniche di Paolo Veronese

Analisi grafica e restituzione di alcuni teleri

EUT

Questo libro è l'esito finale di un lavoro di ricerca scientifica iniziato alcuni anni fa quando Silvia Masserano, autrice di questo volume e impegnata nell'attività didattica presso l'Università di Trieste, ha realizzato la sua tesi di dottorato intitolata *Prospettive architettoniche dei teleri di Paolo Caliari, detto il Veronese. Analisi, comparazione e restituzione*. La tesi è stata recentemente premiata con due premi: la *Menzione Gaspare De Fiore 2017* dell'Unione Italiana per il Disegno e il *Premio Tesi di Dottorato EUT* delle Edizioni Università di Trieste. Questo ultimo premio le ha permesso di pubblicare la ricerca in un volume, grazie al finanziamento e al supporto istituzionale della sua università.

Questo lavoro è il risultato di tutte le ricerche precedenti sull'analisi della prospettiva nei dipinti di Paolo Caliari, meglio conosciuto come Paolo Veronese o, semplicemente, "il Veronese", che è, senza dubbio, uno dei migliori esponenti della pittura veneziana del Cinquecento. Veronese ha lavorato alla decorazione pittorica di alcuni edifici di Andrea Palladio, il quale si riferisce a lui nel secondo libro del suo trattato [Palladio 1570, p. 8] come «Messer Paolo Veronese Pittore eccellentissimo», come sottolinea Alberto Sdegno, supervisore della tesi e autore della prefazione di questo volume.

Il libro è diviso in tre parti, la prima delle quali è introduttiva, e comprende la biografia di Veronese, un'interessante analisi sull'ambiente sociale

e culturale dell'artista e le influenze architettoniche che hanno ispirato il carattere dei suoi fondali scenografici. Silvia Masserano spiega come queste conoscenze siano state acquisite da architetti come Michele Sanmicheli, Jacopo Sansovino e dalla collaborazione con lo stesso Palladio. Il supporto essenziale del fratello Benedetto e di altri discepoli nelle opere di Paolo Veronese è evidenziato anche in questa parte, così come la metodologia di lavoro, che è stata utilizzata nel laboratorio dell'artista. Questa sezione si conclude con un'interessante raccolta di trattati precedenti e contemporanei dai quali Veronese avrebbe acquisito le regole prospettiche per rappresentare le sue scene pittoriche.

I contenuti principali della ricerca sono esposti dopo la parte introduttiva e derivano dallo studio approfondito della prospettiva in alcuni dipinti dell'artista. Questo lavoro è indubbiamente insolito nella sua specificità, dal momento che analizza in maniera molto rigorosa l'impiego della prospettiva nello studio di un'opera d'arte, ed è stato possibile grazie al sostegno istituzionale del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca che lo ha finanziato attraverso il progetto intitolato *Prospettive architettoniche: conservazione digitale, divulgazione e studio* coordinato a livello nazionale da Riccardo Migliari della Sapienza Università di Roma (PRIN 2010). I risultati di questo importante progetto

di ricerca sono stati pubblicati in due libri [Valenti 2014, Valenti 2016].

Nella seconda parte, l'autrice espone un eccellente studio sull'evoluzione della metodologia utilizzata dall'artista nelle sue prospettive, attraverso l'analisi dei punti di fuga della prospettiva in molte sue opere. Inizialmente Veronese seguì con rigore le regole della proiezione centrale che si trovano nei trattati, come si vede nella *Cena a casa di Simone*, dipinta nel 1556, in cui viene usato un singolo punto di fuga. Tuttavia, questo metodo non sembra aver soddisfatto pienamente l'artista, poiché determinava distorsioni eccessive negli oggetti rappresentati nella parte superiore della tela. Tale problema era dovuto principalmente alle grandi dimensioni dell'opera e alla collocazione dell'osservatore nel registro inferiore che costringeva il pittore a definire una linea di orizzonte piuttosto bassa. Questa ragione giustifica la scelta dell'artista di utilizzare un metodo più flessibile, multifocale, che consisteva nell'utilizzare diversi punti di fuga, disposti su di un unico asse verticale, fornendo un aspetto più naturale alle sue opere di dimensioni maggiori, come le *Nozze di Cana* del 1563, o un'altra *Cena in casa di Simone*, dipinta intorno al 1570.

Sono poi trattati anche alcuni esempi, dipinti su soffitto, cioè in posizione orizzontale. Queste opere erano chiamate 'prospettive di sotto in su', perché erano viste dall'osservatore dal basso e guardando verso l'alto. Tale diverso rapporto spaziale tra spettatore e dipinto ha portato l'artista a utilizzare un altro metodo che, secondo l'autrice dello studio, era basato sull'impiego di uno specchio, metodo attribuito a Giulio Romano e descritto da Cristoforo Sorte. Questa metodologia consisteva nella costruzione di un modello archi-

tettonico in scala che veniva collocato su di uno specchio con un reticolo che permetteva di trasferire il riflesso del modello su di un disegno preparatorio. Sebbene questo sistema di lavoro possa sembrare un semplice esercizio di disegno, la Masserano sostiene che è necessario avere una buona preparazione scientifica e conoscere le basi della prospettiva al fine di stabilire il punto di osservazione appropriato da cui osservare il riflesso nello specchio. La ragione di ciò sta nel fatto che vi deve essere una proporzione tra distanza dal modello in scala e condizioni effettive di osservazione del dipinto finale dopo il posizionamento a soffitto, per poter ottenere un convincente effetto illusorio.

L'ultima parte contiene due casi di studio in cui l'autrice applica le sue conoscenze della prospettiva inversa; viene eseguita, infatti, la ricostruzione tridimensionale della scenografia architettonica rappresentata in due importanti opere del Veronese: *Il convito in casa di Levi*, dipinto nel 1573, e una prospettiva 'sotto in su', posta su di un soffitto del Palazzo Ducale di Venezia, conosciuta come *L'Apoteosi di Venezia*, eseguita nel 1582.

Il primo caso di studio rappresenta una scena con una loggia e una scala la cui prospettiva contiene diversi punti di fuga, realizzata con il metodo utilizzato dall'artista per evitare aberrazioni marginali. Questo approccio multifocale rende più difficile il processo di restituzione, che costringe l'autrice a restituire il modello digitale a partire dalla parte inferiore della loggia rappresentata sulla tela. Questa proiezione può essere considerata una prospettiva rigorosa, poiché le rette ortogonali al piano dell'immagine convergono in un unico punto di fuga. Ciò consente di restituire il punto

di vista della prospettiva e procedere alla ricostruzione della pianta del modello, prendendo come riferimento le vere dimensioni di un frammento della pavimentazione lì rappresentata. Il prospetto del modello è costruito utilizzando le proporzioni reali presenti sull'opera e confrontando il repertorio architettonico classico nelle proporzioni descritte all'interno dei trattati sugli ordini.

È così possibile comprendere facilmente il processo di ricostruzione virtuale, grazie anche alla chiarezza espositiva e all'insieme di immagini elaborate che descrivono l'intero rigoroso e preciso processo. Il risultato finale consiste in un modello tridimensionale molto dettagliato rappresentato in modo accurato e verosimile, grazie all'analisi condotta per restituire la direzione della luce nell'opera originale, assieme allo spazio in cui il dipinto era originariamente collocato.

Nel secondo caso, si procede analogamente alla restituzione della facciata con colonne salomoniche e porticato centrale presenti nell'*Apoteosi di Venezia*. Si tratta di una prospettiva monofocale ottenuta per mezzo del metodo dello specchio, usato dall'artista nelle sue prospettive a soffitto, come prima descritto. La Masserano spiega questa metodologia in modo puntuale usando una quantità significativa di figure. Il risultato è un modello digitale molto accurato e dettagliato.

Il volume si conclude con un'interessante appendice, in cui viene esposta una metodologia divulgativa di tipo innovativo, usando procedure di Realtà Aumentata, che sono utilizzate per la diffusione interattiva del modello della loggia del primo caso di studio. Questo modello in Realtà Aumentata può essere visualizzato da qualsiasi dispositivo mobile o da computer dotato di

webcam, per qualsiasi punto di vista. Tale esempio è un significativo contributo per comprendere le recenti tecniche di musealizzazione virtuale per la divulgazione. L'appendice descrive anche la metodologia utilizzata per la complessa acquisizione fotografica dei dipinti col-

locati sul soffitto del Palazzo Ducale di Venezia, che vengono ripresi utilizzando le più recenti tecniche di fotogrammetria automatica di tipo SfM (Structure from Motion) per ottenere una ortofotografia ad alta risoluzione. Per il suo rigore e la sua chiarezza, quindi, il libro potrebbe essere sugge-

rito a chiunque si occupi di prospettiva applicata alle opere d'arte. La sua lettura non deluderà gli studiosi di prospettiva e storia dell'arte, che saranno sicuramente interessati ai contenuti e alle figure molto accurate che illustrano il volume, che è disponibile in open access [1].

Pedro M. Cabezas-Bernal

Note

[1] Il link per il download del libro è: <<http://hdl.handle.net/10077/22465>> (consultato il 10 maggio 2019).

Autore

Pedro M. Cabezas-Bernal, Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica. Universitat Politècnica de València, pcabezas@ega.upv.es

Riferimenti bibliografici

Palladio, A. (1570). *I Quattro Libri dell'Architettura*. Venetia: Dominico de' Franceschi.

Valenti, G. (a cura di). (2014). *Prospettive architettoniche: conservazione digitale, divulgazione e studio. Volume I*. Roma: Sapienza Università Editrice.

Valenti, G. (a cura di). (2016). *Prospettive architettoniche: conservazione digitale, divulgazione e studio. Volume II*. Roma: Sapienza Università Editrice.

Eventi

Eventi

UID PhD Summer School

Rilievo del patrimonio culturale e rappresentazione inclusiva

Giuseppe Amoruso

Il Polo Universitario di Gorizia dell'Università di Trieste ha ospitato, dal 24 al 28 settembre 2018 (fig. 1), la prima *PhD Summer School* dell'Unione Italiana per il Disegno sul tema del rilievo del patrimonio culturale e della rappresentazione inclusiva dedicata alla formazione avanzata per il dottorato nelle discipline della rappresentazione [1].

La *Summer School* ha permesso ai partecipanti di vivere un'esperienza diretta degli strumenti e dei metodi più avanzati per l'analisi, la documentazione e la comunicazione dei beni culturali. Inoltre i partecipanti hanno potuto applicare le tecnologie della rappresentazione nell'ambito della conoscenza e della divulgazione scientifica, con particolare attenzione all'accessibilità delle collezioni e alla loro reale fruibilità.

Come evidenziato dal sottotitolo dell'iniziativa, *comunicazione avanzata e figurazione tattile dei beni culturali per l'accessibilità museale*, le attività hanno dovuto affrontare la risoluzione delle problematiche operative legate al rilievo di beni storico-artistici all'interno di spazi museali orientandole a una strategia complessiva di valorizzazione dei *dataset* di rilievo sia in ottica di comunicazione e diffusione visuale tramite i sistemi digitali che di accessibilità ed esperienza rivolta a persone con ridotta

capacità sensoriale. L'impiego delle nuove tecnologie di campionamento tridimensionale, di trattamento avanzato, di prototipazione rapida e di fruizione attraverso interfacce aptiche costituisce oggi una metodologia che richiede lo sviluppo di specifiche competenze.

Per i sistemi museali si tratta di un valore aggiunto da tenere in considerazione per la disseminazione della conoscenza del proprio patrimonio, talvolta orientato agli specialisti ovvero esposto in forma di collezione e catalogo e con scarsa possibilità di interazione e reale apprendimento da parte dei visitatori.

La *Summer School* del Dottorato è stata inaugurata da una Open Conference presso il Museo Archeologico Nazionale di Aquileia, dal titolo *Rilievo dei Beni Culturali e Rappresentazione Inclusiva per l'accessibilità Museale* (fig. 2). Il Vicepresidente dell'Unione Italiana per il Disegno, Mario Centofanti, ha illustrato proprio "le ragioni di una scelta" e l'investimento in formazione e ricerca applicata attraverso l'educazione dei giovani dottorandi delle diverse sedi coinvolte. I numerosi temi di approfondimento sono stati introdotti da Mario Docci con la relazione sul ruolo dei modelli virtuali 3D per la conservazione e la

valorizzazione dei beni architettonici e archeologici. Giuseppe Amoruso, Politecnico di Milano, ha presentato il caso di studio dell'ipotesi di ricostruzione dell'anfiteatro romano di Milano, un procedimento di modellazione geometrica che utilizza tecniche generative a partire dal rilievo dei setti di fondazione rimasti per simulare la costruzione geometrica e architettonica dell'anfiteatro. Una tecnica innovativa, procedurale, applicata per la prima volta nel settore della rappresentazione dei beni archeologici e che apre la strada a future applicazioni di natura esperienziale da integrare con la comunicazione diretta sul sito.

Sono stati inoltre presentati numerosi casi studio da parte di esperti del settore come Marta Novello, direttrice del Museo Archeologico Nazionale di Aquileia, per l'accessibilità nel nuovo allestimento del Museo che espone le antichità dell'antica città romana e dell'area archeologica, iscritta al Patrimonio mondiale dell'umanità (Unesco) dal 1998. In particolare l'allestimento privilegia le opere di scultura del ciclo imperiale di età giulio-claudia oltre ai numerosi ritratti dei volti degli antichi abitanti, che permettono idealmente di scoprire l'antica città.

PHD SUMMER SCHOOL
AQUILEIA-GORIZIA 24-28/9/2018
 Unione Italiana per il Disegno

Università degli Studi di Trieste
 Dipartimento di Ingegneria e architettura
 Polo Universitario di Gorizia

con
 il Museo Archeologico Nazionale di Aquileia
 e l'Ordine degli Architetti, Pianificatori,
 Paesaggisti e Conservatori della Provincia di Udine

Open Conference

**RILIEVO DEI
 BENI CULTURALI E
 RAPPRESENTAZIONE
 INCLUSIVA PER
 L'ACCESSIBILITA'
 MUSEALE**

Lunedì 24 settembre 2018
ore 9.00 - 18.30

Museo Archeologico Nazionale
 di Aquileia, Sala centrale

Via Roma, 1
 Aquileia



Ilaria Garofolo, dell'Università di Trieste, ha posto alcuni spunti di riflessione con riferimento alla qualità della riqualificazione di luoghi di interesse paesaggistico o architettonico con riferimento alla progettazione inclusiva per l'accessibilità e il patrimonio culturale. Un contributo per indirizzare le soluzioni che migliorano la fruizione della cultura in maniera universale, attraverso espedienti formali e tecnologici per l'eliminazione e la mitigazione degli ostacoli fisici e percettivi. Elisa Perego, dell'Università di Trieste, ha presentato alcune buone pratiche sul ruolo della traduzione audiovisiva per migliorare la fruibilità dell'opera d'arte, un'area di accessibilità e ricerca della traduzione audiovisiva abbastanza trascurata, al fine di individuare le caratteristiche salienti di questo tipo di testo e metterle in relazione con la letteratura e le linee guida attuali.

La ricerca di Ivana Passamani, dell'Università di Brescia, dalla comunicazione ottica a quella aptica, evidenzia come la comunicazione per gli ipovedenti delle informazioni su paesaggio e architettura non ha avuto ancora una effettiva sistematizzazione procedurale e grafica; per questo motivo è necessario un "sistema di codici" sia per quanto riguarda i modelli tridimensionali che quelli bidimensionali, per i quali si dovranno individuare metodologie e modalità esecutive. Aldo Grassini, direttore del Museo Tattile Statale Omero di Ancona, ha portato la sua decennale esperienza sulla scoperta dei valori della tattilità per promuovere l'integrazione delle persone con disabilità visiva. Il museo offre a enti, istituzioni e privati supporto tecnico-scientifico e realizza allestimenti di percorsi museali ed esposizioni temporanee accessibili

e dotate dei sussidi per non vedenti e ipovedenti. Grassini ci ricorda che l'arte ha bisogno dei sensi e del mondo per trasformarlo in un'autentica esperienza estetica. Il tatto, il più bistrattato fra i sensi ma anche il meno conosciuto, nasconde risorse inimmaginabili se si comincia a considerarlo senza pregiudizi e a sperimentarne seriamente le potenzialità. Anche Loretta Secchi, del Museo Tattile statale Anteros di Bologna, ha indirizzato il suo contributo verso l'universo misterioso e pure così naturale del toccare con gli occhi e del vedere con le mani. In particolare ha evidenziato come sono importanti le funzioni cognitive e conoscitive dell'educazione estetica per giungere all'obiettivo della multi-sensorialità.

Christina Conti, dell'Università di Udine, ha presentato l'esperienza applicata al Museo Archeologico Nazionale di Aquileia finalizzata a trasformare i tradizionali percorsi di conoscenza dei reperti in esperienze multisensoriali, educative e pedagogiche che coinvolgono e rendono tutti i visitatori partecipi indipendentemente dall'età, dalla formazione culturale e dalle abilità fisiche e senso-percettive. Nell'ambito delle ricostruzioni virtuali per la fruizione delle aree archeologiche di Aquileia, Cristiano Tiuissi della Fondazione Aquileia, ha presentato il progetto *Aquileia 3D*: tutte le ricostruzioni del tessuto urbano dell'antica Aquileia sono state rese navigabili tramite una applicazione che contiene le animazioni dei suoi luoghi simbolo (foro, porto fluviale, mercati, anfiteatro, mura repubblicane ecc.), le esplorazioni interattive di tutte le aree archeologiche, le schede di approfondimento e 60 ricostruzioni virtuali statiche.

Fig. 1. Locandina dell'evento.



Fig. 2. Open conference della Summer School.

Pedro Manuel Cabezas Bernal, dell'Università Politècnica de València, ha presentato le tecniche di musealizzazione virtuale per la valorizzazione dei beni culturali. La fotogrammetria SfM permette di documentare il patrimonio attraverso modelli 3D che possono essere condivisi sulle piattaforme di *repository* e esplorati tramite diverse modalità di visualizzazione. Questo implica un grande avanzamento per la valorizzazione del patrimonio tramite un museo virtuale, come nel caso dei capitelli romanici del chiostro del monastero di San Cugat, dove lo studio delle

loro forme simboliche ha evidenziato il rapporto tra la forma, la soluzione artistica e le possibili teorie collegate alla musica sacra.

Il contributo di Silvia Grion di Italia Nostra ha affrontato il tema della accessibilità al patrimonio culturale; coordinatrice del progetto *Gorizia conTATTO*, per un patrimonio culturale più accessibile a non vedenti e ipovedenti, ha illustrato i progetti in corso in collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria e Architettura dell'Università di Trieste: la progettazione di una mappa tattile del Castello di Gorizia con tabella in carat-

teri *Braille* (a cura di Paola Cochelli) e l'installazione di una mappa tattile presso la Chiesa di Sant'Ignazio (a cura di Veronica Riavis).

Il seminario si è concluso con la presentazione di Alberto Sdegno, promotore e coordinatore dell'iniziativa, sul rilievo e la percezione tattile di sculture con le nuove tecnologie. In collaborazione con la Fondazione Coronini di Gorizia e Italia Nostra è stata realizzata la riproduzione in stampa 3D delle due teste di Messerschmidt conservate presso la Fondazione. La ricerca ha mostrato le sorprendenti immagini delle fasi di acquisizione delle teste scultoree e poi in dettaglio il processo di prototipazione e stampa.

I partecipanti ed i docenti della *PhD summer school* hanno proseguito i lavori con la sessione applicativa all'interno del Museo Archeologico di Aquileia e, presso il Polo Universitario di Gorizia [2]. Sono state effettuate numerose sessioni di rilievo con l'utilizzo di sistemi di scansione laser a luce strutturata, scanner di precisione di ultima generazione e campionamento fotografico per gli applicativi di fotogrammetria SfM (*Agisoft Photoscan* e *3DF Zephyr*). In particolare i test di scansione 3D e fotomodellazione sono stati svolti su sculture di epoca romana e poi sviluppati con gli applicativi dedicati. Al termine della fase di produzione e ricostruzione dei prototipi digitali sono state avviate alcune stampe sperimentali per verificare e validare la geometria dei reperti e la qualità dei modelli.

Una particolare attenzione quindi è stata rivolta, più in generale, ai temi relativi all'accessibilità inclusiva, alla fruibilità da parte di utenti con ridotta capacità sensoriale e alle nuove tecnologie di visualizzazione.

Note

[1] La *summer school* è stata promossa dalla Unione Italiana per il Disegno, dall'Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Ingegneria e Architettura e dal Dottorato di Ricerca in Ingegneria Civile-Ambientale e Architettura interateneo con l'Università degli Studi di Udine in collaborazione con il Museo Archeologico Nazionale di Aquileia. È stata patrocinata dall'Ordine degli Architetti, Pianificatori, Paesaggisti e Conservatori della Provincia di Udine ed è stata realizzata nell'ambito dell'iniziativa "UID – *Survey and Re-*

presentation Days – Seminari specialistici nelle discipline del Disegno per Dottorandi".

[2] Docenti: Giuseppe Amoruso (Politecnico di Milano), Pedro Manuel Cabezas Bernal (Universitat Politècnica de València), Alberto Sdegno (Università di Trieste) – coordinatore. Tutor: Silvia Masserano. Segreteria organizzativa: Barbara Chiarelli, Paola Cochelli, Silvia Masserano, Veronica Riavis. Dottorandi: Antonio Camassa (Università di Roma Tre), Barbara Chiarelli (Università di Trieste),

Paola Cochelli (Università di Trieste), Sara Eliche (Università di Genova), Francesca Guadagnoli (Sapienza Università di Roma), Andrea Improta (Università della Campania "Vanvitelli"), Gianluca Manna (Università della Campania "Vanvitelli"), Sofia Menconero (Sapienza Università di Roma), Sandra Mikolajewska (Università di Parma), Carla Mottola (Università della Campania "Vanvitelli"), Margherita Pulcrano (Università di Napoli "Federico II"), Veronica Riavis (Università di Trieste), Pablo Angel Ruffino (Politecnico di Torino).

Autore

Giuseppe Amoruso, Dipartimento di Design, Politecnico di Milano, giuseppe.amoruso@polimi.it

Eventi

FORTMED 2018

Stefano Brusaporci

Il 18, 19 e 20 ottobre 2018, presso il Dipartimento di Architettura e Design (DAD) del Politecnico di Torino, nella magnifica sede del Castello del Valentino, si è svolta la *Conferenza Internazionale FORTMED* a cura delle Professoressa Anna Marotta e Roberta Spallone. L'evento è stato dedicato a ricerche inerenti fortificazioni di epoca moderna in area mediterranea. L'iniziativa ha reso possibile lo scambio di conoscenze ed esperienze al fine di favorire una migliore comprensione e valorizzazione dei fenomeni culturali del patrimonio architettonico che si sono sviluppati nei paesi del Mediterraneo (tra cui Spagna, Francia, Italia, Malta, Tunisia, Cipro, Grecia, Albania, Algeria, Marocco), ma anche di altre esperienze, provenienti dall'America centrale e meridionale, caratterizzate da simili dinamiche storiche (quali ad esempio Cuba, Porto Rico, Filippine, Panama). Alle tre giornate hanno preso parte oltre duecento studiosi di diverse discipline, provenienti da vari paesi non solo dell'area del Mediterraneo. Gli interventi sono stati presentati in quattro sessioni parallele, e hanno riguardato le seguenti tematiche: problemi di carattere storico, anche nel campo della cartografia e delle tecniche costruttive; ingegneria militare e sistemi difensivi, con particolare riferimento a

nuovi modi di difesa; la ricerca sul patrimonio costruito architettonico di castelli, torri e fortezze e relativi interventi di manutenzione e conservazione; lo studio dei materiali da costruzione e dei processi di alterazione, con proposte di intervento di restauro; il rilievo digitale (*Digital Heritage*) con l'utilizzo delle strumentazioni di acquisizione

3D, quali laser scanner e fotogrammetria, e la modellazione avanzata, con lo studio dell'evoluzione della rappresentazione nelle forme della Realtà Virtuale e della Realtà Aumentata; la gestione e valorizzazione del patrimonio fortificato e il turismo culturale. Infine sono state presentate ulteriori esperienze in una sezione che non comprendeva gli

Fig. 1. Locandina del convegno.



argomenti precedenti, ma che affrontava anche temi di carattere generale, pur sempre pertinenti con il tema principale del convegno.

Alla call della conferenza hanno aderito 354 studiosi da 19 paesi, sottoponendo 235 abstract. In seguito a revisione da parte dei membri del comitato scientifico, sono stati accettati e pubblicati negli atti 190 contributi, ad opera di oltre 310 autori, provenienti dalle seguenti nazioni: Italia, Spagna, Albania, Algeria, Cipro, Croazia, Francia, Germania, Grecia, Israele, Marocco, Malta, Polonia, Portogallo, Romania, Svezia, Turchia, Regno Unito, Venezuela. I volumi degli atti [1], editi all'interno della collana editoriale che raccoglie gli esiti delle precedenti conferenze FORTMED, sono stati pubblicati in open access attraverso una piattaforma dedicata [2].

Nel corso della manifestazione sono stati premiati alcuni relatori, all'interno di tre categorie specifiche: Best full paper, Best Short Paper e Best Student Prize. Tali premi sono stati assegnati a Marco Carpicci e Fabio Colonnese (Best Full Paper), per l'intervento intitolato *Labyrinth as passive defense system: an analysis of Renaissance treatise of Francesco di Giorgio Martini*, ex-aequo con Antonio Bravo-Nieto e Sergio Ramírez-González per *Arquitectura religiosa en fortificaciones de Orán y Mazalquivir en el siglo XVI: varias obras de Jacome Palearo Fratrín y Juan Bautista Antonelli*; il Best Short Paper è stato assegnato a Marco Giamello, Andrea Scala, Sonia Mugnaini e Stefano Columbu per l'intervento dal titolo *Analisi compositiva comparativa delle malte di allettamento delle Fortezze del Peruzzi e dei Medici prima e dopo la caduta dello Stato di Siena*; e infine il Best Student Paper vinto da Vito Antonio Di Leo e Nicola Vulpio con *Il castello di Seracapiola: rilievo e analisi per una lettura dell'architettura fortificata*.

La conferenza è stata organizzata nell'ambito del progetto intitolato *Surveillance and Defense Towers of the Valencian Coast. Metadata generation and 3D models for interpretation and effective enhancement* con il coordinamento scientifico (principal investigator) del professor Pablo Rodríguez-Navarro [3]. L'iniziativa torinese rappresenta la quarta edizione della conferenza FORTMED, le cui precedenti si sono svolte presso l'Istituto Universitario di Restauro del Patrimonio dell'Universitat Politècnica de València (2015), presso il Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Firenze (2016) e presso la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universitat de Alacant (2017).

La prossima edizione della conferenza FORTMED si terrà a Granada dal 26 al 28 marzo 2020 e sarà organizzata dal

Laboratorio de Arqueología y Arquitectura de la Ciudad, della Escuela de Estudios Árabes (CSIC) [4].

I convegni FORTMED sono organizzati nell'ambito delle attività dell'Associazione Internazionale per le Fortificazioni del Mediterraneo. FORTMED, che ha come obiettivo lo studio, la salvaguardia e la valorizzazione della cultura e del patrimonio sviluppati sulla costa mediterranea [5].

Senza ombra di dubbio, si può ritenere che la serie di conferenze FORTMED sia venuta ormai a costituirsi quale riferimento per la comunità scientifica internazionale. Particolare punto di forza è rappresentato non solo da temi di specifico interesse, ma anche dal coinvolgimento di figure accademiche e professionali di elevato livello, provenienti da vari ambiti, tra i quali quelli dell'architettura, dell'ingegneria, dell'archeologia,

Fig. 2. Sessione di lavoro all'interno della conferenza FORTMED 2018.



della storia, del restauro, della geografia, della cartografia e della comunicazione. Volendo tracciare una sintesi delle tre giornate di lavoro a Torino, si può af-

fermare che la conferenza FORTMED 2018 è stata caratterizzata da contributi di elevato valore, favorendo l'incontro di studiosi di differenti settori e lo scambio

di esperienze di particolare interesse. Un esito più che positivo, reso possibile anche dalla puntuale e molto attenta organizzazione dei padroni di casa.

Note

[1] Gli atti sono costituiti dal libro degli *abstract*: Marotta, A., Spallone, R. (eds.). *FORTMED2018 Torino Book of Abstracts*. Torino: Politecnico di Torino; e dai tre volumi: Marotta, A., Spallone, R. (eds.). *Proceedings of the International Conference on Modern Age Fortification of the Mediterranean Coast. FORTMED 2018*. Voll. 7, 8, 9. Torino: Politecnico di Torino.

[2] Si veda <<https://fortmed2018.blog/>> (consultato il 10 maggio 2019).

[3] Codice di riferimento del progetto HAR2013-41859-P, finanziato dal National Program for Fostering Excellence in Scientific and Technical Research, National Sub-Program for Knowledge Generation, Ministry of Economy and Competitiveness (Government of Spain).

[4] Informazioni relative all'edizione del 2020 sono disponibili all'indirizzo: <<https://fortmed2020.wordpress.com/>> (consultato il 10 maggio 2019).

[5] L'associazione è presieduta da Pablo Rodríguez-Navarro dell'Universitat Politècnica de València, con vicepresidente Giorgio Verdiani dell'Università degli Studi di Firenze e segretario Teresa Gil-Piqueras dell'Universitat Politècnica de València. Maggiori informazioni sull'associazione sono disponibili al sito <<https://fortmed.blogs.upv.es/it/>> (consultato il 10 maggio 2019), dove è possibile reperire anche gli atti delle precedenti conferenze.

Autore

Stefano Brusaporci, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile-Architettura, Ambientale, stefano.brusaporci@univaq.it

Eventi

Congresso EGraFia, Argentina 2018

Emanuela Chiavoni

La Facoltà di Architettura e Urbanistica dell'Università Nazionale di La Plata è stata scelta nuovamente, dopo la felice esperienza sviluppata nell'anno 2012, per ospitare il Congresso Internazionale di Espressione Grafica (*VII Congreso Internacional de Ingeniería, Arquitectura e carreras afines*), organizzato congiuntamente con EGraFia (*XV Congreso Nacional de Ingeniería, Arquitectura e carreras afines*) in Argentina nelle giornate del 4 e del 5 ottobre 2018.

Il titolo del Congresso, la cui frequenza è annuale, è stato *Campos, soglie e poetica del disegno* e ha visto lo svolgersi di numerose e interessanti presentazioni collegate alle attività di ricerca, di formazione e di livello professionale nel settore. Si sono svolte conferenze, esposizioni e mostre con progetti, disegni e elaborazioni grafiche anche provenienti dal lavoro svolto durante la "carovana grafica", un *tour* di visite presso edifici significativi della città di La Plata.

Il Convegno ha avuto positivi riscontri a livello nazionale ed internazionale e ha suscitato notevole interesse sia tra i docenti delle diverse Università che presso i professionisti locali, grazie al forte interesse delle tematiche attuali affrontate.

Le tematiche delle due giornate del congresso hanno riguardato quattro

argomenti; la ricerca, la didattica, il trasferimento culturale nel sociale e la professione.

Nella parte dedicata alla ricerca sono state affrontate problematiche relative alla grafica analogica e alla grafica digitale prendendo in esame anche le nuove strumentazioni e le potenzialità dei diversi e sempre più sofisticati sistemi grafici. Attenzione particolare è stata rivolta al ruolo dell'espressione grafica, come manifestazione culturale, nelle diverse discipline del disegno ed anche riguardo al suo futuro.

Alla didattica è stato riservato uno spazio importante per riflettere sulla capacità dell'espressione grafica nelle carriere legate alle discipline del disegno, sull'educazione pubblica, sulle nuo-

ve tecniche pedagogiche per l'insegnamento anche rispetto alle linee guida di riferimento curriculari di settore.

L'area del trasferimento culturale nel sociale ha valutato la relazione tra gli insegnamenti dell'espressione grafica e la società, la sua diffusione a livello extra disciplinare ed anche la partecipazione pubblica a tutte le esperienze da essa derivate.

Infine, l'ultima tematica è stata quella relativa alla professione; sono state presentate esperienze professionali di espressione grafica con i problemi relativi al trasferimento della formazione accademica alla professione ed è stato indagato il ruolo di interazione tra l'Università e il Collegio Professionale per pensare alla relazione tra la domanda

Fig. 1. Locandina del convegno.



sociale e la risposta professionale ma anche con un'attenzione al futuro per i professionisti latino-americani.

Proprio nell'anno 2018 ricorreva il XX anniversario dell'associazione EGraFia, che è divenuta, negli anni, un importante punto di riferimento indiscusso nel campo dell'espressione grafica architettonica nel paese argentino.

L'associazione, nata nell'anno 1998, ha sempre posto, tra gli obiettivi principali di sviluppo, quello di promuovere l'area di conoscenza dell'espressione grafica nelle diverse discipline come l'ingegneria, l'architettura, il disegno, le scienze naturali, l'astronomia, l'informatica e tutte le aree correlate presenti nelle Università e nelle scuole della Repubblica Argentina. L'unione e la multidisciplinarietà dell'associazione incoraggiano e arricchiscono sempre le attività di coordinamento promuovendo l'insegnamento, lo studio, la ricerca scientifica e la diffusione dell'espressione grafica sia a livello scientifico che nella tecnica ed è rivolta anche alle necessità sociali legate alla popolazione. Inoltre, attraverso accordi di cooperazione, incoraggia la partecipazione di docenti e studenti negli scambi di esperienze tra esperti nazionali ed internazionali.

Una delle relazioni del congresso, infatti, ha ripercorso i venti anni dei lavori dell'associazione EGraFia, mostrando tutti i luoghi dove si sono svolti i congressi e gli argomenti affrontati in ciascuno di essi negli anni mettendo in risalto obiettivi, strategie e metodi di studio, ma sottolineando, anche, alcune criticità, specialmente relative alle città dove si sono svolti i congressi, a volte, luoghi troppo difficili da raggiungere. Da Cuba a Rio Cuarto, da Catamarca a Rosario, da Salta a Olavarria, da Tucuman a General Pico fino al ritorno alla città di La Plata nell'anno 2018.

Il principale protagonista di tutti i congressi, sempre alla base di tutte le manifestazioni culturali è stato il disegno come forma di espressione primaria per eccellenza. Uno strumento operativo necessario a numerose discipline o anche una disciplina autonoma che si offre al registro sensibile della realtà e del costruito, in maniera manuale e tattile, supportato da abilità pratiche ma anche con un forte ruolo di sperimentazione sulle potenzialità della rappresentazione digitale e integrata.

Significativa, durante le giornate di Congresso, è stata la partecipazione di numerosi studenti, che come colonne portanti della vita universitaria, sono intervenuti insieme a professori, ricercatori e tecnici nelle diverse attività; conferenze, presentazioni di poster, proiezioni

di filmati, visite guidate presso edifici importanti nella città di La Plata e alla manifestazione della ormai consolidata, negli anni, *Caravana Gráfica*.

È stato organizzato, anche questa volta, un vero e proprio percorso grafico, una lettura attraverso il disegno per la conoscenza diretta di alcuni organismi architettonici della zona centrale della città, limitrofa alla facoltà tra cui l'edificio del Partenon e il Collegio Nazionale di La Plata. Durante questo processo di analisi si è cercato di cogliere, attraverso il disegno, le relazioni tra gli edifici, la loro consistenza architettonica e il loro stato di conservazione. Un modo di leggere e comprendere gli aspetti materiali visibili all'occhio ma anche il tentativo di interpretare valori immateriali suggeriti dall'analisi diretta. Ultima meta del percorso,

Fig. 2. Disegni dal vero realizzati dai partecipanti alla Caravana grafica nella città di La Plata.



la nota casa Curutchet costruita per corrispondenza, a distanza, su progetto dell'architetto francese Charles-Édouard Jeanneret-Gris, Le Corbusier, tramite il lavoro dell'architetto argentino Amancio William. Il parco di fronte alla costruzione ha consentito di realizzare viste privilegiate dell'opera architettonica.

Il *tour* è stato, come negli altri convegni, un fondamentale momento di aggregazione del gruppo, soprattutto da parte dei più giovani e si è svolto durante le giornate del congresso. Ogni parteci-

pante al raduno grafico ha potuto usufruire di fogli aggregati insieme come a formare una fisarmonica dove disegnare con strumenti diversi, in modo consecutivo, sui fogli di carta aggregati insieme proprio per evidenziare, anche, probabilmente, le connessioni con il paesaggio urbano.

Il materiale prodotto è stato poi presentato e commentato durante i lavori del convegno.

Anche i numerosi contributi negli atti come le presentazioni svolte duran-

te le due giornate hanno affrontato in maniera articolata i temi del congresso ed hanno riflettuto, in modi diversificati, sulle molteplici possibilità di raccontare il patrimonio culturale, documentandolo e veicolandone la sua storia.

Durante le giornate del congresso sono state svolte, spesso in parallelo, alcune visite a luoghi significativi della città di La Plata tra cui: la visita al Planetario, la visita al Museo delle Scienze Naturali, la visita al teatro argentino, la visita alla cattedrale della città di La Plata.

Autore

Emanuela Chiavoni, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma, emanuela.chiavoni@uniroma1.it

Eventi

EARTH2018 – International and Interdisciplinary Conference

Alessandra Meschini

Nell'ambito dei diversi eventi patrocinati dalla Unione Italiana per il Disegno (UID), nei giorni 5 e 6 luglio del 2018, presso il campus di Bressanone della Facoltà di Scienze della Formazione della Libera Università di Bolzano, si è svolto il Convegno internazionale e interdisciplinare *Digital Environments for Education, Arts and Heritage (EARTH2018)*. L'evento, che ha avuto altresì il patrocinio del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali (MIBAC), della Società Italiana di Ricerca sull'Educazione Mediale (SIREM) e della Provincia autonoma di Bolzano, è stato organizzato da Alessandro Luigini con il contributo degli altri studiosi componenti il comitato di programma.

Nell'ottobre del 2017 sempre a Bressanone, Alessandro Luigini, insieme a Chiara Panciroli (Dipartimento di Scienze dell'Educazione dell'Alma Mater Studiorum, Università di Bologna), aveva in effetti già curato un primo incontro interdisciplinare incentrato sulla ricerca nell'ambito delle *Digital Humanities*. Tale primo evento, seppur di ordine più ristretto e di profilo nazionale (una *Open Conference* di una giornata impostata su interventi a invito) era stato in qualche modo il preludio all'intento di realizzare una iniziativa maggiormente articolata e di più ampio respiro qual è stata *EARTH2018*.

Internazionalità e interdisciplinarietà possono considerarsi, al di sopra di quelle più specifiche e specialistiche, le due parole chiave sulle quali è stato improntato il convegno che, conseguentemente, ha mirato a promuovere l'incontro tra diverse ambiti disciplinari di studi (rappresentazione, educazione e psicologia prima di tutti gli altri) sul tema degli ambienti digitali per indagarne più a fondo la reciproca complementarità, ovvero favorire una sistematizzazione delle esperienze provenienti da approcci differenti per trarne uno stimolo reciproco. Per dirla con le parole dello stesso Luigini, l'obiettivo è stato quello di «trovare un punto di convergenza tra storia dell'arte, rappresentazione digitale, pedagogia, psicologia ed economia della cultura, per capire come il nostro patrimonio possa essere ancora più di prima un importante elemento di costruzione di una società migliore, anche attraverso l'uso consapevole delle tecnologie immersive» [1].

Con tali intenti e quindi aspirando a intercettare una quanto più estesa risposta in termini di pluralità di sperimentazioni innovative, punti di vista e riflessioni metodologiche sul tema, la call for paper del convegno è stata strutturata proponendo ben 14 *topics*. Tale diversificata articolazione dei *topics* ha dimostrato ampia consapevolezza

di quanto, nell'attuale contesto, vi siano sempre più complesse relazioni fra media e ambienti, rispetto alle quali musei virtuali, installazioni multimediali, piattaforme tecnologiche interattive, *serious game* e realtà immersive sono solo alcune delle possibili declinazioni di ambiente digitale in cui collocare modalità innovative di educazione al patrimonio. Il riscontro avuto ha dato ovviamente ragione alla pluralità di visioni e di voci sulle quali è stato impostato il convegno. Sono giunti infatti più di 100 contributi, di cui 80 selezionati per la comunicazione orale da oltre 50 studiosi coinvolti nel ruolo di revisori, mentre il comitato scientifico ha contato sulla partecipazione di 34 membri.

Il convegno è stato organizzato in due giornate di lavori nelle quali si sono avvicendati diversi registri di comunicazioni. Dopo i consueti saluti istituzionali del Rettore, Paolo Lugli, e del vicepresidente, Michael Gaidoschik, che hanno teso a sottolineare quanto gli obiettivi (di interdisciplinarietà e internazionalità) di *EARTH2018* siano anche quelli della Libera Università di Bolzano, la prima giornata si è aperta con le due importanti relazioni introduttive di Vito Cardone e di Pier Giuseppe Rossi, rispettivamente Presidenti della UID e della SIREM. Il primo ha evidenziato come l'argomento della



Fig. 1. International and Interdisciplinary Conference #EARTH2018 - Digital Environments for Education, Arts and Heritage (dal sito dell'evento).

conferenza sia «uno di quei temi di frontiera» che un'associazione scientifica come l'UID deve assolutamente coltivare. Rilevando poi come le realtà nuove, più giovani, più piccole quali quella di Bressanone siano quelle più favorevoli a «operare come avanguardie», ha ribadito l'importanza di coltivare relazioni trasversali, multidisciplinari e «transdisciplinari» cercando di travalicare i confini del settore scientifico-disciplinare e di comprendere le specificità e le ragioni degli altri. Il secondo ha definito l'evento come un'interessante «trama intricata e intrigante» in cui l'intreccio di diversi percorsi disciplinari possono trovare un terreno fertile per condividere pratiche e processi interpretativi intorno alle tematiche dei media, della formazione e delle tecnologie digitali concorrendo a sviluppare nuove chiavi di lettura utili

per operare proficuamente nell'attuale contesto socio-culturale.

Il primo pomeriggio è stato dedicato a una sessione di *keynote speech* con alcuni importanti ospiti: il Direttore Generale dei musei del MIBAC, Antonio Lampis, che ha sottolineato l'estrema importanza del tema in relazione all'obiettivo della creazione del «sistema museale nazionale»; Eugene Ch'ng, Direttore del NVIDIA Joint-Lab on Mixed Reality, The University of Nottingham Ningbo China che, collegato con una videocamera a 360°, ha mostrato diverse ricerche e progetti del suo laboratorio incentrate sulla combinazione di realtà virtuale e realtà aumentata (realtà mista) sottolineando quanto la condivisione del patrimonio culturale possa permettere di preservare radici, identità, valori sociali e di trasmettere memoria, conoscenza e cultura [2];

Stefano Mastrandrea (Dipartimento di Scienze della Formazione, Università degli Studi Roma Tre) che ha esposto uno studio sulle relazioni tra esperienze di visita museale in diverse tipologie di musei e i conseguenti aspetti educativi e benefici per la salute del visitatore; Mona Hess (University of Bamberg, Germany) che ha presentato contenuti e obiettivi del Master in *Tecnologie digitali nella conservazione del patrimonio* attivato presso la propria Università dal 2017.

Quattro sessioni tematiche parallele, rispettivamente intitolate *Visual Heritage, Communication, Digital Heritage, Education*, hanno aperto i lavori della seconda metà del pomeriggio. Già i 23 contributi relazionati in tali prime sessioni hanno mostrato la varietà del panorama di ricerche svolte o in itinere incentrate su argomenti quali, ad esem-

pio, intermedialità e rapporto tra arte e scienza (Gay, Cazzaro), transmedialità (Moretti, Camillini), piattaforme web (Caffio), videogame e apprendimento (Feriozzi, Olivieri), applicazioni per l'*Universal Design* (Yurdakul, Costa, M. Rossi, Buratti), archivi digitali (Palestini), riconoscimento automatico delle immagini (Menendez Giglio, Todisco, Zerlenga), *Videomapping* su modelli in stampa 3D per l'interpretazione delle storie (Fatta, Fischnaller), musei virtuali (Cardaci, Versaci, Azzollo e Parrinello, Picchio, Dell'Amico), *web app* per itinerari culturali (Vecchiattini, Battini), educazione digitale (Poli, Zuccoli), innovazione didattica (Panciroli, Parricchi).

La seconda giornata ha proposto un serrato programma costituito da ben sette sessioni parallele distribuite tra mattina e pomeriggio dedicate ad altrettante declinazioni del tema della conferenza: *Augmented Reality*, *Digital Heritage*, *Museum Ideas*, *Immersive*, *Territory and maps*, *Archeology*, *Museum Life*. Le 47 relazioni scientifiche presentate hanno ulteriormente confermato complessità ed eterogeneità di esperienze, nonché diversificate modalità di approccio su tematiche, quali, solo per citarne alcune: sperimentazioni di tour virtuali in realtà aumentata (Brusaporci, Maiezza, Tata), navigazioni immersivo-interattive a diverse scale (Meschini, Feriozzi), Realtà aumentata spaziale per bambini (D. Rossi), HBIM e digitalizzazione museale (Lo Turco, Calvano), artefatti multimodali per l'educazione culturale (Dalai, Martini, Perondi), riflessioni educative per il lavoro nel digitale (Cervellini), educazione museale e memoria inclusiva (Poce, Re), spazi, ambienti, luoghi e modelli di comunicazione per il museo contemporaneo (Ippoliti, Guadagnoli, Casale), democratizzazione del patrimonio (Valentin), impatto sociale dei musei (Viganò), psi-

cologia della percezione ed educazione attraverso i media digitali (Peressini), simulazione e spazi immersivi (Basso, Saracini e Cirillo, Conte), realtà virtuale multidimensionale (Fanini, Demetrescu), fruizione immersiva di parchi, siti e beni archeologici (Empler, Agnello; Garofalo) strumenti digitali per la conoscenza e la modellazione del territorio (Dutto, Dighero e Inzerillo, Roberts), social media (Villa).

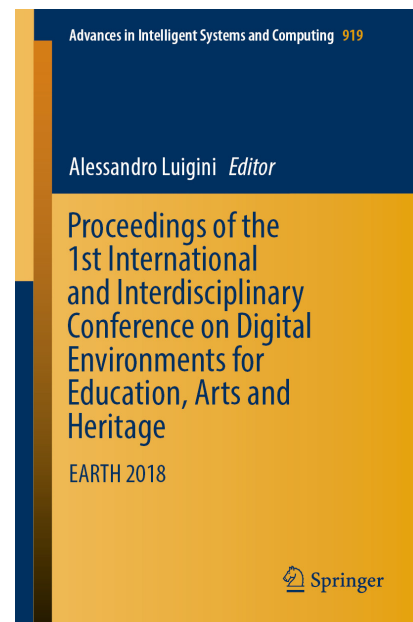
Le diverse sessioni parallele sono state intervallate da un ulteriore momento dedicato alle comunicazioni di alcuni *keynote speakers*: Andrea Giordano (Università degli Studi di Padova) che presentando il progetto di ricerca inter-universitario e internazionale *Visualizing Cities* ha mostrato come l'elaborazione di opportuni modelli digitali interattivi e interoperabili permette di comunicare e condividere una conoscenza spaziotemporale sulle trasformazioni di città storiche non solo in termini architettonici; Pier Giuseppe Rossi e Chiara Panciroli che hanno esposto obiettivi e significati del progetto MOdE (Museo Officina dell'Educazione) per l'educazione e l'espressione degli utenti; Pierluigi Sacco (Libera Università IULM di Milano) che, accennando al lavoro che la Commissione europea sta facendo in relazione al patrimonio, ha sottolineato l'importanza della «nuova agenda sulla cultura» quale documento strategico per i prossimi anni; Franz Fischnaller (Accademia Albertina di Belle Arti di Torino) che ha presentato la progettazione della mostra dal titolo *Viaggio virtuale attraverso la storia del Fort Saint Jean* (Marsiglia) quale esempio di approccio transdisciplinare e multidisciplinare basato sulla combinazione di ambienti digitali misti.

Il Comitato Scientifico, che ha seguito e valutato tutte le sessioni di lavoro, ha assegnato tre premi di *Best Paper Award*.

Per la categoria *Senior* a Fabrizio Gay e Irene Cazzaro (Università IUAV di Venezia), per l'intervento *Venetian perspective boxes: when the images become environments. Low-tech high-knowledge media for teaching the historical heritage of the interior/exterior environments*; per la categoria *Junior* a Ramona Feriozzi e Alessandro Olivieri (Università degli Studi di Camerino) per l'intervento *Video games for learning projective geometry: Analysis of virtual spaces through the disciplines of representation* e a Silvia Calegari e Matteo Dominoni (Università degli Studi di Milano Bicocca) per l'intervento *The pollicina project. A collaborative and educational social suite to build cultural itineraries*.

In conclusione, l'insieme delle relazioni presentate ha documentato ampia va-

Fig. 2. Copertina della pubblicazione degli Atti.



rietà di temi affrontati, elevata qualità delle ricerche, proficue attività di cooperazione tra atenei (anche esteri) e con enti pubblici o attività produttive, dando quindi conferma di come differenti contesti scientifico-culturali siano coinvolti nell'ambito del digitale inteso quale sostegno alla definizione di nuovi processi. La vivace partecipazione ma-

nifestata poi negli spazi di discussione dati a seguito di ogni intervento ha altresì confermato un diffuso e forte interesse a voler indagare le linee di sviluppo future esprimendo con ciò la trasversale convinzione del significativo apporto che la ricerca può offrire all'offerta e all'esperienza educativa all'arte e al patrimonio.

Gli atti della conferenza *EARTH2018*, che raccolgono le relazioni a invito e tutti gli interventi scientifici *peer-reviewed* presentati, sono stati pubblicati nel volume 919 di *Advances in Intelligent Systems and Computing* del prestigioso editore internazionale Springer [3] e saranno indicizzati su Scopus.

Note

[1] <<https://www.unibz.it/it/news/128935-earth-2018-convegno-internazionale-sull-uso-dei-media-digitali-nell-educazione-all-arte>> (consultato il 10 aprile 2019).

[2] Il video 360° del *Keynote Speech* di Eugene Ch'ng è disponibile all'indirizzo: <<https://youtu.be/HXEC3MXXxBQ>> (consultato il 10 aprile 2019).

[3] <<https://www.springer.com/it/book/9783030122393>> (consultato il 10 aprile 2019).

Autore

Alessandra Meschini, Scuola di Architettura e Design di Ascoli Piceno, Università degli Studi di Camerino, alessandra.meschini@unicam.it

La biblioteca dell'UID

La biblioteca dell'UID

2018

Campi M., di Luggo A., Picone R., Scala P. (2018). *Palazzo Penne a Napoli tra conoscenza, restauro e valorizzazione*. Napoli: Prismi, Editrice Politecnica Napoli.

Duboř, P. (2018). *Jean Jacques Lequeu. Dessinateur en architecture*. Paris: Gallimard.

Gaspar Sancho J.L., Perellón Marín, F., Vidal Ortega Vidal, J. (2018). *Ventura Rodríguez. El poder del dibujo*. Madrid, Comunidad de Madrid.

Llopis Verdú, J. (2018). *Dibujo y arquitectura en la era digital. Reflexiones sobre el dibujo arquitectónico contemporáneo*. València: Universitat Politècnica de València.

Luigini, A. (2018). *Grafemi e tipi standard. Una metodologia per l'analisi evoluzionistica dell'opera di Oscar Niemeyer*. Roma: Aracne editrice.

Masserano, S. (2018). *Le prospettive architettoniche di Paolo Veronese. Analisi grafica e restituzione di alcuni teleri*. Trieste: EUT Edizioni Università di Trieste.

Stierli, M. (2018). *Montage and the Metropolis. Architecture, Modernity, and the Representation of Space*. New Haven and London: Yale University Press.

2019

Bingham N., Pine B. (2019). *Wright to Gehry. Drawings from the Collection of Barbara Pine*. London: Sir John Soane's Museum.

De Rosa, A. (a cura di) (2019). *Roma anamorfica. Prospettiva e illusionismo in epoca barocca*. Roma: Aracne editrice.

Janeiro P.A. (ed.) (2019). *Drawing (...) City (...) Body, Dwelling on Earth: Imagined-Architectures: Architectural Graphic Representation and Other Images*. London: Taylor & Francis.

Pisciella, G. (2019). *Peter Eisenman. Gher-ghar. House I I A*. Sesto San Giovanni (MI): Mimesis.