

disegno 2.2018



unione italiana disegno

2.2018

disegno

ISSN 2533-2899



diségnò

2.2018

TERRITORI E FRONTIERE DELLA RAPPRESENTAZIONE

Rivista semestrale della società scientifica Unione Italiana per il Disegno
n. 2/2018
<http://disegno.unioneitalianadisegno.it>

Direttore responsabile

Vito Cardone, Presidente dell'Unione Italiana per il Disegno

Comitato editoriale - indirizzo scientifico

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

Piero Albinetti, Sapienza Università di Roma - Italia
Fabrizio I. Apollonio, Alma Mater Studiorum-Università di Bologna - Italia
Paolo Belardi, Università degli Studi di Perugia - Italia
Stefano Bertocci, Università degli Studi di Firenze - Italia
Carlo Bianchini, Sapienza Università di Roma - Italia
Vito Cardone, Università degli Studi di Salerno - Italia
Mario Centofanti, Università degli Studi dell'Aquila - Italia
Emanuela Chiavoni, Sapienza Università di Roma - Italia
Michela Gigola, Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale - Italia
Antonio Conte, Università degli Studi della Basilicata - Italia
Antonella di Luggo, Università degli Studi di Napoli "Federico II" - Italia
Mario Ducci, Sapienza Università di Roma - Italia
Francesca Fatta, Università degli Studi *Mediterranea* di Reggio Calabria - Italia
Paolo Giandebiaggi, Università degli Studi di Parma - 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 Marotta, Politecnico di Torino - Italia
Livio Sacchi, Università degli Studi "G. d'Annunzio" Chieti-Pescara - Italia
Rossella Salerno, Politecnico di Milano - Italia
Alberto Sdegno, Università degli Studi di Trieste - 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
Cornelia 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

Fabrizio I. Apollonio, *Paolo Belardi*, *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 Santogati, *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
redazione.rivista@unioneitalianadisegno.it

In copertina

Maurizio Sacripanti, Schizzo di progetto per il padiglione di Osaka. MAXXI
Museo nazionale delle arti del XXI secolo, Roma. Collezione MAXXI Architettura.
Archivio *Maurizio Sacripanti*. Immagine FI 0252, 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 2, anno 2018, la procedura di valutazione dei contributi è stata affidata ai seguenti referee:

Salvatore Barba, *Maria Teresa Bartoli*, *Cristiana Bedoni*, *Marco Bini*, *Maura Boffito*,
Massimiliano Campi, *Marco Canciani*, *Eduardo Antonio Carazo Lefort*, *Marco Carpiceci*,
Francesco Cervellini, *Alessandra Cirafici*, *Aldo De Sanctis*, *Agostino De Rosa*,
Edoardo Dotto, *Maria Linda Falcidieno*, *Riccardo Florio*, *Fabrizio Gay*,
José Maria Gentil Baldrich, *Gaetano Ginex*, *Paolo Giordano*, *Massimo Giovannini*,
Guido Guidano, *Manuela Incerti*, *Roberto de Rubertis*, *Emma Mandelli*,
Giovanna Massari, *Riccardo Migliari*, *Roberto Mingucci*, *Giuseppa Novello*, *Anna Osello*,
Lia Maria Papa, *Andrea Rolando*, *Roberta Spallone*, *Graziano Mario Valenti*,
Chiara Vernizzi

Publicato a giugno 2018



2.2018

diségno

5 *Vito Cardone*

Editoriale

9 *Agostino De Rosa*
Andrea Giordano

Copertina

La geometria, lo spazio, la configurazione: un incontro con Anna Sgrossa

16 *Sol LeWitt*
Bruno Corà

Immagine

Progetto per scultura

17 *Paolo Belardi*

Sol LeWitt. La concettualità del disegno

TERRITORI E FRONTIERE DELLA RAPPRESENTAZIONE

Territori e frontiere del disegno: teorie, principi, maestri

23 *Roberto de Rubertis*

Verso quale rappresentazione?

33 *Pilar Chías*
Tomás Abad

Dibujos y modelos en la construcción de las obras reales en España

43 *Silvia Masserano*

La prospettiva architettonica dell'*Apoteosi di Venezia* del Veronese: analisi geometrica e restituzione digitale

Territori e frontiere della ricerca

57 *Mario Centofanti*

Le dimensioni scientifiche del modello digitale

67 *Luis Agustín-Hernández*
Angélica Fernández-Morales
Miguel Sancho Mir

San Félix de Torralba de Ribota. Caracterización geométrica de las Iglesias fortaleza

77 *Lorena Greco*
Maria Laura Rossi
Marta Salvatore

Intorno al "mantello". Considerazioni sulle geometrie della copertura del padiglione di Osaka di Maurizio Sacripanti

Territori e frontiere della didattica

- 91 *Nicola di Battista* Ora tocca agli architetti ritornare a disegnare
- 95 *Federico O. Oppedisano*
Daniele Rossi Modelli virtuali immersivi dalle visioni della fantascienza sociologica del cinema europeo
- 105 *Federico Fallavollita* La prospettiva. Una questione di punti di vista

Territori e frontiere della rappresentazione nella evoluzione delle professioni

- 119 *José A.F.Taboada* Una aproximación metodológica a los modelos arquitectónicos como parte integral del proceso de diseño
- 135 *Anna Osello*
Francesca M. Ugliotti
Daniela De Luca Il BIM verso il Catasto del Futuro potenziato tramite l'utilizzo della tecnologia
- 147 *Tommaso Emler* Procedura di *Information Modeling* per rappresentare un territorio colpito dal sisma

RUBRICHE

Letture/Riletture

- 161 *Alberto Sdegno* *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica* di Walter Benjamin

Eventi

- 171 *Giampiero Mele* 5° INTBAU International Annual Event
- 175 *Francesco Maggio* *Immagini?* Transdisciplinarietà del Disegno
- 179 *Fabrizio Gay* *Ai confini del disegno: una giornata di studi sulle nuove tecnologie di rappresentazione dei beni culturali*
- 183 *Anna Marotta* *Military Landscapes. Scenari per il futuro del patrimonio militare*

La biblioteca dell'UID

189

Editoriale

Vito Cardone

Qualche giorno prima di Natale dello scorso anno la *startup Magic Leap* di Rony Abovitz ha finalmente presentato qualcosa di concreto sulla misteriosa “realtà mista”, che dovrebbe andare oltre realtà virtuale e realtà aumentata. Al progetto si sta lavorando dal 2011, in Florida, in gran segreto e con ingentissimi finanziamenti di capitali-rischio di alcune delle maggiori imprese del mondo digitale e non (finora ha raccolto più di due miliardi di dollari). In sostanza è stato solo scostato un po’ il velo che finora ha coperto l’invenzione, della quale era filtrata solo qualche anticipazione ben confezionata per suscitare curiosità e interesse. Il visore è stato fatto testare in anteprima dalla rivista *Rolling Stone* e sono state rese disponibili ulteriori immagini su YouTube, ove da qualche tempo venivano sapientemente centellinate. In realtà – è proprio il caso di dirlo – il prodotto resta ancora misterioso.

Si ribadisce che la realtà mista dovrebbe fare a meno di computer, tablet, smartphone e apparecchi simili, per utilizzare solo un visore tipo occhiali, in grado di fare apparire, mediante proiezione di un campo luminoso digitale verso gli occhi dell’osservatore, immagini virtuali nel mondo reale. Si conferma che il visore dovrebbe essere disponibile nel corso del 2018, ma sono ancora ignoti la data e il costo. L’interesse è enorme perché, se mantiene le promesse, l’invenzione dovrebbe essere davvero rivoluzionaria e aprire una nuova era nella rappresentazione informatizzata, scavalcando le attuali frontiere della rappresentazione visiva. Fatto è che, dopo la rivoluzione generata dall’introduzione dell’infografia, l’innovazione profonda nel campo della rappresentazione visiva segna il passo da quasi un quarto di secolo: un lasso di tempo enorme, se si considera il ritmo accelerato che caratterizza ormai il progresso tecnologico.

Questa stasi è stata però benefica, perché ha consentito agli utenti – inclusi quelli accademici e tecnici – di non rincorrere incessanti e portentose trasformazioni, di acquisire le incredibili novità introdotte, di metabolizzarle, quindi di utilizzarle con competenza e discreta padronanza. Ha anche contestualizzato le nuove procedure, collocandole nel ruolo e nella dimensione che effettivamente posseggono, privandone molte dell'alone di scientificità che all'inizio alcuni hanno attribuito pure al loro semplice uso, senza alcun apporto critico che ne consentisse un miglioramento, senza alcun contributo alla loro implementazione e al pieno sviluppo delle loro enormi potenzialità.

Di fatto, da anni, in Italia come all'estero, nell'area della rappresentazione grafica sono state utilizzate soprattutto la rapidità delle operazioni, l'automatica registrazione delle varianti, ovunque apportate, nell'intero modello elettronico, le potenzialità di modellazione virtuale o materiale, sulla base di dati rilevati con apparecchiature laser o frutto dell'ideazione progettuale perseguita pure direttamente con software dedicati. Le suggestioni connesse alle possibilità di applicazione in campi prima non coltivati dagli esperti del settore ci hanno consentito comunque di andare oltre la rappresentazione dell'architettura, delle opere di ingegneria e del territorio, per cimentarci ad esempio con la statuaria, la musealizzazione, l'elaborazione delle immagini a fini comunicativi ed educativi, tanto per citare alcuni dei temi che più ci hanno visto impegnati. Il che ha comportato pure il vantaggio di favorire le relazioni con altre aree scientifico-disciplinari, perfino umanistiche, e quindi il lavoro multidisciplinare, anche in gruppi molto eterogenei. I contenuti scientifici di base, quelli che dovrebbero caratterizzare la specificità dell'area, non hanno visto però ulteriori arricchimenti o evoluzioni, dopo un certo accrescimento seguito alla svolta infografica. Per usare i termini del tema del Convegno UID di Napoli, al quale è dedicato questo numero della rivista, dopo lo spostamento delle frontiere connesso all'infografia si sono ampliati i territori della rappresentazione grafica; sono stati messi a coltura nuovi campi, che hanno prodotto frutti inediti e importanti e ne promettono ancora. La fertilità, tuttavia, è andata progressivamente affievolendosi; il fermento che agli inizi caratterizzava l'intera comunità scientifica è andato spegnendosi e si comincia a cogliere un diffuso lavoro di routine, privo di spunti davvero innovativi. Tutto ciò è emerso con grande evidenza dai *paper* pervenuti per il Convegno di Napoli, il cui tema era *Territori e frontiere della rappresentazione*. Argomento quanto mai attuale che, pure a partire da

uno specifico disciplinare inequivocabile, si prospettava fioriero di una riflessione ampia sulla questione delle immagini nell'architettura, nell'arte, nella scienza, nella tecnica e nella società più in generale.

I territori della rappresentazione sono infatti numerosi – comprendendo quelli della scienza, della tecnologia, dell'arte nelle sue innumerevoli manifestazioni, ma anche quelli della pedagogia, dell'educazione, dell'insegnamento e dell'apprendimento – e vastissimi, se non addirittura sterminati. La rappresentazione dell'architettura e dell'ambiente non occupa che qualche capitolo della più generale questione della rappresentazione visiva, che interessa l'umanità e che comprende la rappresentazione del corpo, dello spazio (non solo architettonico o urbano), della terra e delle sue caratteristiche, manifestazioni e fenomeni (geologia, flora, fauna, antropizzazione), delle idee, dell'immaginazione. In una parola: dell'universo mondo nel quale essi prendono corpo e si sviluppano.

In molti casi quei territori si intersecano, si sovrappongono e si intrecciano, in maniera non facilmente comprensibile. Sono sconfinati, perché la rappresentazione non ha frontiere o, il che è lo stesso, se si pretende di stabilirne, non possono che essere temporanee e provvisorie, fragili e cedevoli, valicabili e dinamiche, spostabili continuamente. Sovente al di là di esse si aprono nuovi spazi da coltivare, nuovi territori da fecondare e nei quali mettere alla prova la propria identità, con il rischio – o la fortuna, se ci si colloca in ampie prospettive temporali – di vedere la rappresentazione stessa trasformata. Il superamento delle frontiere è però il solo modo per proseguire un itinerario produttivo e significativo, evitando il rischio di permanere in una situazione statica, di stallo, che presto si tramuta in consunzione.

Ciò vale per tutti i campi del sapere e dell'arte. Non a caso, *Oltre il confine* è stato il titolo del Salone Internazionale del libro di Torino 2017, il cui manifesto ufficiale mostrava l'immagine di un libro che scavalca un muro di confine. E ben oltre la frontiera dovrebbe spingersi pure il prossimo Convegno annuale della UID (Milano 2018), centrato sulla rappresentazione tra materiale e immateriale.

In realtà, quest'anno il tema del Convegno avrebbe dovuto essere solo *Frontiere della rappresentazione*; ma per il significato negativo che, nella perniciosa deriva che ha preso la cosiddetta società civile sui valori umani, non pochi attribuiscono al primo termine, alcuni hanno proposto di premettere "Territori". Si è delineata così una tematica molto ampia, che ha risposto in pieno all'esigenza, manife-

statisi con forza negli scorsi anni, di dare a tutti i colleghi dell'area la possibilità di inviare un contributo e ha quindi comportato un considerevole aumento del numero di *paper* proposti, consentendo di continuare ad avere (come nel convegno di Firenze del 2016) un'ampia e significativa panoramica sulla produzione scientifica dell'intero settore scientifico-disciplinare.

A valle della *call* sono così pervenuti ben 300 abstract; dopo il processo di *double-blind peer review*, al quale sono stati sottoposti sia gli abstract che le versioni definitive dei contributi accolti, sono stati accettati 224 *paper*: tanti quanti ne erano stati accettati a Firenze. Un quinto delle proposte vengono da autori stranieri, finalmente non più solo spagnoli e argentini ma di dodici paesi diversi. Il che, considerati pure alcuni scritti in collaborazione tra italiani e stranieri, ha consentito un più vasto confronto di esperienze, rispetto agli anni scorsi e può farci davvero parlare di Convegno internazionale.

L'assortimento degli argomenti trattati è risultato molto ampio: da quelli tradizionali ad alcuni decisamente originali, innovativi o solo inconsueti per la nostra area. Una sintesi critica abbastanza ampia su di essi è nella *Prefazione* agli atti del Convegno. Questo numero della rivista offre solo uno spaccato dei contributi congressuali più significativi. Per ogni *Focus* sono pubblicate la *extended version* della relazione introduttiva e di due *paper*, selezionati tra quelli che hanno conseguito le valutazioni più alte dai *referee* del Convegno e sulla base di un ulteriore referaggio al quale è stato sottoposto un nuovo lungo abstract richiesto agli autori di tali contributi. L'apertura è invece dedicata ad Anna Sgrosso, che è stata premiata con la Targa d'Oro UID 2017. Qui è solo il caso di notare che ancora una volta il maggior numero di contributi proposti è stato relativo al rilievo, nelle sue varie declinazioni per noi tradizionali – architettonico, urbano, territoriale, archeologico –, alle quali si è aggiunto, in misura non trascurabile, il rilievo di singoli pezzi, archeologici o scultorei. Il che testimonia che il rilievo continua a essere la parte più ampia del nostro impegno di ricerca applicata, in taluni casi legato a importanti convenzioni e conto terzi e talvolta occasione per i più intensi rapporti interdisciplinari.

Condotta ovunque con l'impiego delle più avanzate metodologie e strumentazioni, non di rado il lavoro di rilevamento è effettuato su manufatti già più volte rilevati, riscontrando errori e limiti nella documentazione esistente, contribuendo a correggerla e a integrarla. Tuttavia in numerosi casi si tratta di rilievi poco critici, effettuati applican-

do strumentazioni e software sofisticati, senza interrogarsi come si dovrebbe sui limiti, sulle approssimazioni delle operazioni e dei risultati, dai quali non sono immuni procedure del genere. In altri casi, al contrario, si presta la dovuta attenzione a questi aspetti cruciali – che non sono solo tecnici e operativi – senza porsi però problemi di lettura critica e di interpretazione del manufatto, ma dedicandosi solo alla restituzione grafica della sua morfologia: lavoro da topografi, insomma. In definitiva si ha la netta impressione che non si sia ancora ben delineata e affermata, in questi lunghi anni di adozione generalizzata delle nuove procedure informatizzate per il rilievo, una sorta di sintesi tra i due approcci, che sarebbe forse la via da perseguire per il nostro settore. Più intriganti, con ben più ampie prospettive, sembrano i recenti interessi sul rilievo di reperti archeologici e di elementi scultorei, al centro di vari interventi.

A conferma di quanto si diceva, sono diminuiti i contributi di carattere teorico generale, che pure il tema del Convegno avrebbe dovuto sollecitare. L'impegno sulla geometria, in particolare, si è manifestato soprattutto con contributi su temi tradizionali, indagati con nuove tecnologie e procedure, ancora senza alcuna significativa esplorazione nei territori aperti con la rivoluzione infografica.

La didattica è un altro tema che ha destato grande interesse, con numerosi contributi centrati sul fondamentale e inscindibile rapporto con la ricerca. Qualcuno, in questo campo, si è avventurato nei pressi di alcuni tratti della frontiera o della vecchia frontiera: ad esempio, nel trattare di didattica *on-line* – questione spinosa, finora quasi sempre evitata – e di quella in aree accademiche distinte da architettura, design e ingegneria.

Talvolta però – come in qualche studio sulla rappresentazione territoriale e urbana di alcuni convegnisti soprattutto argentini, brasiliani e spagnoli – ci si è spinti davvero sulla frontiera della rappresentazione, al di là della quale si intravedono sconfinite praterie, nelle quali si delineano alcuni dei possibili e auspicabili percorsi per futuri sviluppi dell'area scientifico-disciplinare. Qualcuno ha pure scavalcato l'artificioso confine e sta meritoriamente esplorando territori sconosciuti; altri stanno lanciando occhiate tremule, incerti sul da farsi; troppi invece si mantengono in territorio sicuro, talvolta in fortezze, come sul limitare del deserto dei Tartari, dalle quali non mostrano alcuna intenzione di staccarsi.

Mi auguro che i numeri tematici di *diségno* possano contribuire a cambiare questa situazione. Compito di una rivista come la nostra, infatti, non è l'essere solo vetrina di ricerche

applicate ben confezionate, condotte e presentate, prive di significativi tentativi di innovazione, bensì soprattutto quello di aiutare a creare le condizioni affinché tutti si animino e si impegnino a intraprendere i misteriosi e oscuri percorsi della ricerca scientifica, pure d'avanguardia e fine a se stessa. Taluni temi si collocano trasversalmente, incontrano o sono incontrati da vari *Focus*, il che conferma che nemmeno i *topic* hanno frontiere rigide. Tra essi quelli connessi ai modelli virtuali, alla realtà virtuale e alla realtà aumentata, alla visualizzazione e alla modellazione: quasi a testimoniare che ormai si tratta – come a suo tempo con la computer grafica – soprattutto di strumenti operativi o di linguaggi generali acquisiti, più che di temi specifici.

È emersa pure l'impressione che alcuni argomenti (quelli del *Focus 4*, ad esempio) non siamo ancora in grado di

inquadrarli nella giusta luce e portata: né dal punto di vista dell'esposizione, né come revisioni.

La qualità delle revisioni è problema serio, che riguarda pure la revisione degli articoli: in un caso come nell'altro effettuata spesso con approccio da censori, come giudizio di valore assoluto che si traduce in un "accettato" o "rifiutato" piuttosto che come momento di un articolato e complesso processo volto al miglioramento della qualità del prodotto: ossia un faticoso lavoro di supporto e orientamento all'*editing*.

Per tale motivo abbiamo deciso di pubblicare sul sito di *diségno* la scheda messa a punto per le revisioni degli articoli completi, sperando che possa aiutare gli autori a migliorare la redazione dei testi delle proposte e i revisori la qualità del loro operato.

La geometria, lo spazio, la configurazione: un incontro con Anna Sgrosso

Agostino De Rosa, Andrea Giordano

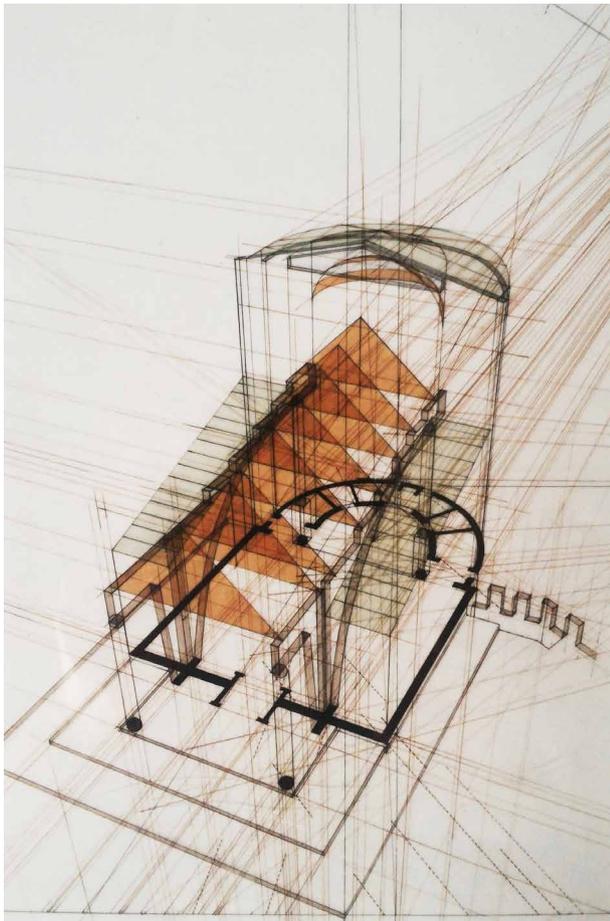
Nel corso dell'ultimo convegno dell'Unione Italiana per il Disegno, svoltosi a Napoli, è stata assegnata *La Targa d'Oro* dell'Unione Italiana per il Disegno (UID) 2017 ad Anna Sgrosso con lo scopo di premiare il complesso delle attività scientifiche e culturali promosse presso l'Università degli Studi di Napoli Federico II durante una lunga e prestigiosa carriera. Grazie ai suoi studi, svolti sia in ambito architettonico che matematico, Anna Sgrosso ha rivitalizzato la Geometria descrittiva, trovando nuovo impulso espressivo e comunicativo nello studio delle radici proiettive e nei rapporti che la disciplina instaura con il mondo della figurazione e dell'arte.

In particolare, la proposta avanzata da Anna Sgrosso di utilizzare i sistemi di rappresentazione tradizionali (Monge, assonometria, prospettiva) in maniera non convenzionale ha portato verso una lettura innovativa dell'architettura – sia essa realizzata o *in fieri* –, in cui è possibile individuare la struttura e la genesi geometrica degli spazi. Ma la passione intensa per il disegno della professoressa Sgrosso emerge anche dalla dedizione incondizionata profusa nell'attività di insegnamento presso la Facoltà di Architettura partenopea, all'interno della quale ha formato intere schiere di studenti i quali ancora oggi le dimostrano affetto e riconoscenza. Forse è proprio questa

Articolo a invito a commento della Lectio Magistralis di Anna Sgrosso, non sottoposto a revisione anonima, pubblicato con responsabilità della direzione.

la chiave più corretta per interpretare il suo straordinario successo professionale! Sebbene impegnata nel corso degli anni anche in importanti compiti culturali, istituzionali e direttivi, non si è risparmiata in ambito didattico, fondendo rigore scientifico a una straordinaria umanità. Si può asserire quindi, con certezza, che Anna Sgrossò ha fondato una "scuola", i cui allievi ora rivestono ruoli di docenza in molti atenei italiani, diffondendo sul territorio nazionale la sua metodologia di ricerca e di insegnamento e i suoi studi critici.

Fig. 1. A. Romano Burelli (con P. Gennaro), Chiesa di Sant'Elena Imperatrice, Montenars. Prospettiva a quadro inclinato. Disegno di Alessandra Pagliano.



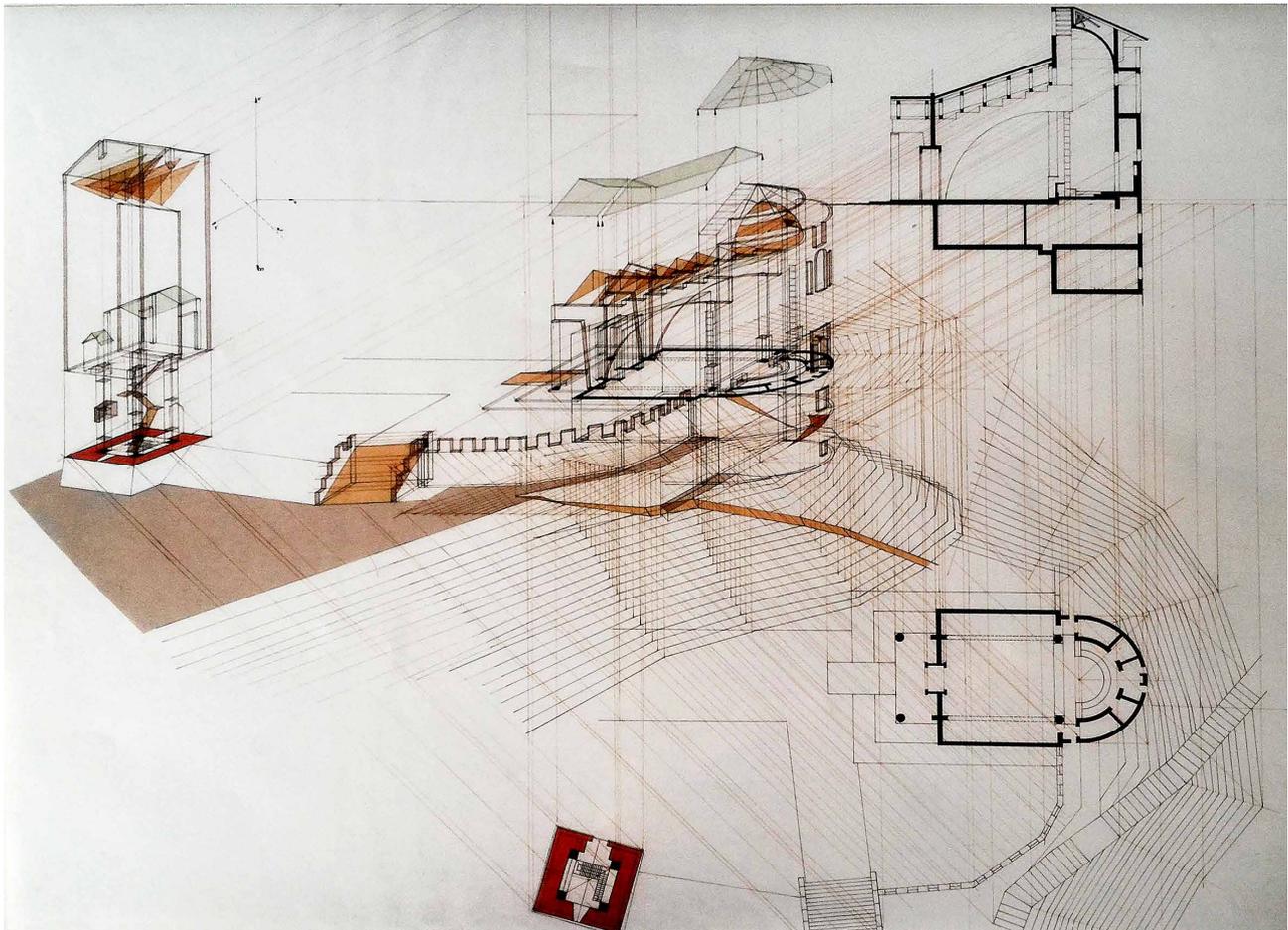
A fine dicembre 2017 gli autori di queste pagine, in quanto suoi allievi, hanno incontrato Anna Sgrossò a casa sua, un luogo frequentato assiduamente nel corso degli ultimi vent'anni, non solo per motivi di studio ma anche per affetto sincero. Maestra, studiosa di riferimento ma soprattutto amica carissima, anche in quella occasione Anna ha confermato il suo incredibile carisma: parlare con lei vuol dire affrontare un viaggio nella memoria, pieno di episodi esilaranti ma anche drammatici. Durante la conversazione, infatti, sono state affrontate diverse tematiche, come quella relativa alla situazione del *cursus studiorum* in Architettura a Napoli ai tempi della sua laurea – correva l'anno 1950 e “la” Sgrossò fu una delle prime donne laureate in Architettura dell'ateneo federiciano nel secondo dopoguerra – soprattutto in relazione alle discipline del disegno. Anna era, allora, “assistente volontario” al corso di *Geometria descrittiva* tenuto dal prof. Mario Giovanardi: la situazione descritta comprendeva anche il corso di *Disegno dal vero*. Tuttavia, nell'ordinamento didattico successivo alla Prima Guerra Mondiale (specificatamente nell'anno accademico 1928-1929) il corso di *Disegno dal vero* e quello di *Geometria descrittiva* non esistevano; era stato attivato solo un corso di *Disegno di figura e ornato*, tenutosi fino all'A.A. 1935-1936, quando venne sostituito dal corso di *Disegno dal vero I*, seguito, al secondo anno, dal corso di *Disegno dal vero II*. Questa situazione si protrasse fino all'A.A. 1969-1970. Il corso di *Geometria descrittiva*, attivato nell'anno 1932-1933, prenderà in seguito la titolazione *Geometria descrittiva ed elementi di proiettiva* (dal 1935-1936), conservandola fino al 1969, quando fu emanato il DPR N. 995 del 31.10.1969 relativo al riordino degli studi della Facoltà di Architettura, e la *Geometria descrittiva* riprese questa più semplice denominazione, collocando le *Applicazioni di geometria descrittiva* al secondo anno. A un certo punto il primo dei due corsi di geometria venne chiuso poiché si riteneva sufficiente il secondo, le *Applicazioni*; ma per evitare una carenza di nozioni e quindi difficoltà di apprendimento, furono riportati al secondo anno i concetti principali del primo. Fu proprio Anna Sgrossò a proporre, a livello nazionale, di titolare quel corso *Fondamenti e applicazioni di geometria descrittiva*, in quanto: «sarebbe stato assurdo insegnare le “applicazioni” di una materia di cui non si conosca la teoria!» [1]. Tra tali applicazioni sarebbe stata compresa la fotogrammetria. Altra disciplina fondamentale sarà il *Disegno e rilievo*, collocata al primo anno in sostituzione del *Disegno dal vero I*. Le prime esperienze didattiche per l'insegnamento della *Geometria descrittiva* e delle sue applicazioni, a Napoli,

passano dunque attraverso l'esperienza di Anna con alcune figure chiave: Mario Curzio, Mario Giovanardi, Rodolfo Permutti e Maria Miglio: l'esperienza condotta in particolare con Permutti e Miglio risulta essere fondamentale per Anna Sgrosso che considera: «persone straordinarie entrambe, anche se in modo diverso».

Durante la nostra conversazione, quando le viene attribuito il ruolo di fondatrice della cosiddetta "scuola na-

poletana" della Geometria descrittiva come scienza della rappresentazione applicata alle configurazioni architettoniche, Anna risponde: «E vi sembra strano? Non sarà forse perché sono un architetto? Comunque non sapevo affatto di aver fondato addirittura una "scuola"! E se questo è vero, ovviamente ne sono contenta». Quanto all'approccio scientifico, bisogna riconoscere che la sua presenza all'interno dell'Istituto di matematica da un lato ha arricchito

Fig. 2. A. Romano Burelli (con P. Gennaro), Chiesa di Sant'Elena Imperatrice, Montenars. Lettura dell'opera in chiave configurativa: assonometria cavaliera. Disegno di Alessandra Pagliano.



la sua preparazione, dall'altro, ha sovvertito le modalità di insegnamento e di interrogazione in sede di esame: non era infatti usuale, fino a quel momento, chiedere il "perché" di affermazioni recitate dagli studenti spesso in modo meccanico, spingendo alla comprensione della *ratio* che precede ogni algoritmo. Il suo approccio scientifico ha ricadute specifiche anche nella didattica: se da un lato Anna fa riferimento a «chiarezza e precisione, e soprattutto al "fare lezione"!»), dall'altro ricorda come nel corso dell'esame di *Disegno e rilievo*, del quale ha ricoperto l'incarico per diversi anni, riuscisse persino a far divertire gli studenti; aveva infatti "inventato" un modo originale di analizzare gli edifici – già rilevati e rappresentati nei metodi canonici della Geometria descrittiva (Monge, prospettiva e/o assonometria) – consigliando agli allievi di andare oltre e tradurre l'architettura in un'assonometria "esplosa" in chiave "configurativa". Con tale termine intendeva un'immagine dell'edificio in cui venivano eliminati gli spessori dei muri e delle scale, così che nelle nuove immagini ne restassero i soli spigoli: in tal modo ne sarebbero emersi – insieme – l'esterno e l'interno. Il disegno finale sarebbe risultato non solo maggiormente leggibile, ma anche più "elegante". In riferimento a questo tipo di analisi astratta, la Sgrosso ricorda una straordinaria esperienza vissuta nell'anno accademico 1981-1982, cioè subito dopo il grave terremoto che il 23 novembre 1980 devastò l'Irpinia. In seguito al disastro, un gruppo di docenti stipulò una convenzione tra l'Università di Napoli (non ancora sdoppiata nei due atenei attuali) e il comune di Gesualdo – un piccolo ma splendido paese che aveva subito gravissimi danni – con il titolo *L'Università per Gesualdo* e il sottotitolo *Un impegno di idee e di progetti per la ricostruzione e lo sviluppo del dopoterremoto* [Caterina, Gangemi 1985].

A questa iniziativa, e su precisa richiesta dei proponenti, Anna Sgrosso aderì con vivo interesse in quanto docente di *Disegno e rilievo*; ciascuno (gli altri docenti del gruppo afferivano a discipline diverse) avrebbe offerto il proprio contributo per la ricostruzione di quei centri. Essendo necessaria una perfetta conoscenza del sito, acquisibile evidentemente a mezzo di un accurato rilievo dell'intero abitato, quello di Anna «si impose come primo intervento», come riporta lei stessa. Fu per questo formata una squadra di lavoro composta dagli studenti, ai quali fu proposto come tema d'anno il "rilievo di Gesualdo" «non prima però di aver chiesto se un buon numero di loro fosse disposto a seguirmi lassù, per le necessarie operazioni [...]. Invece tutti gli studenti aderirono con entusiasmo a quella iniziativa».

Il risultato fu pubblicato in un volume dallo stesso titolo del progetto, nel contributo *Il rilievo: analisi di forme e sintesi di strutture*. Questo contributo, oltre a una dettagliata descrizione del sito e della metodologia adottata per un'efficace costruzione delle immagini, raccoglie i grafici eseguiti dagli studenti, corredati da immagini fotografiche, in particolare quelle relative «agli splendidi dettagli scultorei che decoravano i portali delle abitazioni». Ma nelle stesse pagine si distinguono anche le innovative interpretazioni che Anna definisce «configurativo-strutturali», letture in trasparenza e senza spessori dell'architettura che mettono in risalto, in una sorta di *wireframe ante litteram*, i percorsi, le connessioni e le matrici geometrico-strutturali. Nella vasta produzione scientifica della professoressa si riscontra un interesse costante per il termine "struttura", volto ad esaminare l'edificio come meta-testo e forma linguistica: in questo senso Anna Sgrosso si riferisce a contesti di ricerca coevi sulla semiotica, in particolare agli studi di Renato De Fusco, con il quale si instaura una certa convergenza di interessi verso il fenomeno architettonico. Anna Sgrosso ricorda una conversazione con De Fusco a proposito del concetto di spazio, tema sul quale in quel momento stava scrivendo un saggio: «Renato parve molto interessato all'argomento, tanto da pubblicarne il testo *Topologia e architettura* sulla rivista *Op. Cit.* da lui stesso diretta, addirittura come primo argomento di quel numero» [Sgrosso 1979]. In proposito, Anna chiarisce che la topologia, da sempre oggetto di studio matematico, introduce, accanto alla geometria tradizionale – che nel progetto di architettura riveste comunque un ruolo essenziale – un nuovo concetto di spazio, inteso nel senso di "luogo" (da "topos"), affermando che: «La conseguente metodologia si traduce in un approccio meta-formale, volto a astrarre dalla struttura architettonica, mediante il superamento dei dati tangibili (che restano nell'ambito della geometria euclidea), la sua più vera e intima essenza, che potremmo definire appunto con il termine di "meta-forma"». È chiaro quindi che il contributo di Anna Sgrosso appare oscillare tra due poli: da un lato, lo studio dei fondamenti proiettivi delle immagini, dall'altro l'approfondimento storico sui metodi e le forme di rappresentazione. Se prendiamo in analisi la sua produzione scientifica risulta evidente il suo apporto fondamentale a entrambi gli ambiti tematici. In particolare, nel 1969 Anna pubblica un volumetto, precursore del vasto progetto editoriale sulla storia dei metodi di rappresentazione [De Rosa, Sgrosso, Giordano 2000-2002].

Si tratta de *Il problema della rappresentazione dello spazio attraverso i tempi* [Sgrosso 1969], del quale riportiamo l'introduzione nel paragrafo che segue, non solo per gli argomenti trattati, ma perché questi, effettivamente, sono estremamente attuali sia in alcuni degli ambiti di ricerca del nostro settore disciplinare, sia per la fondamentale lucidità con cui il concetto di spazio viene articolato.

Questa introduzione costituisce una sintesi unica per i tempi in cui il testo fu redatto, che tendevano a delineare lo sviluppo dei metodi attraverso la chiave interpretativa della geometrizzazione. La tematica era già stata affrontata da altri, in precedenza, ma mai con una tale ampiezza in termini di intervallo storico esaminato.

Sulla geometria e lo spazio

Il brano che segue è estratto dall'introduzione al volume di Anna Sgrosso intitolato *Il problema della rappresentazione dello spazio attraverso i tempi* del 1969 edito per i tipi dello Stabilimento poligrafico I.E.M. di Casoria [Sgrosso 1969].

Il concetto di struttura dello spazio assume oggi un peso determinante e un ruolo preciso nella dialettica in corso tra arti figurative e scienze matematiche, mentre la ricerca di una definizione e caratterizzazione dello spazio stesso risale all'epoca della civiltà greca ed è infine intimamente collegata sia alle grandi scoperte matematico-fisiche, che alle posizioni raggiunte dalle teorie filosofiche.

Tuttavia una definizione precisa del concetto di spazio non è stata ancora formulata, benché ne siano state già da tempo postulate le proprietà: lo spazio è isotropo, omogeneo, infinito, quindi è anche misurabile; ma la sua tridimensionalità: «appare come una configurazione accidentale giustificata solo dall'esperienza» [Jammer 1963, p. 164].

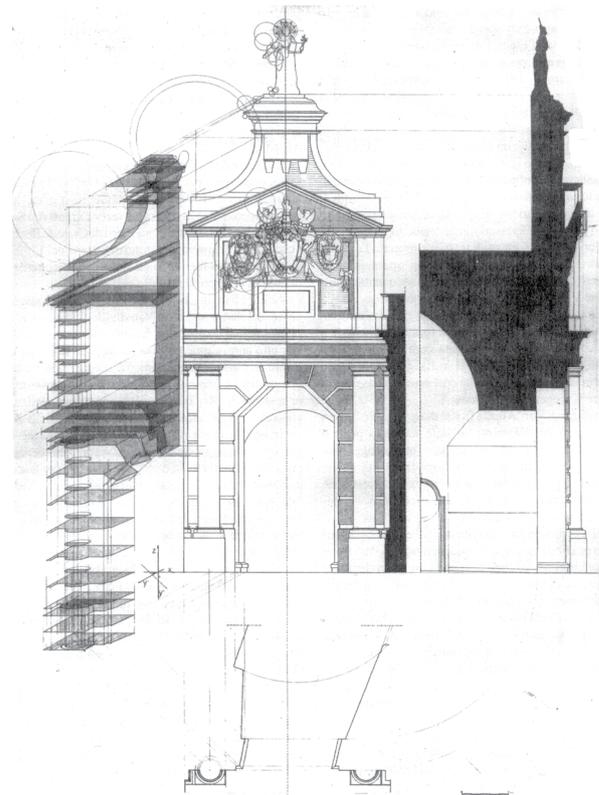
La ricerca di una costruzione concettuale dello spazio pone dunque sia il problema della percezione fisiologica dello spazio stesso, sia quello della sua rappresentazione. Percezione e rappresentazione sono quindi strettamente legate nello stesso processo espressivo; ma la ricerca di una rappresentazione spaziale coincide con la ricerca di mezzi per realizzarla. Questi, offerti in maniera rigorosa, o talvolta empirica, dalla geometria, costituiscono delle scelte operate in una determinata direzione secondo le tendenze dominanti di ogni epoca storica.

Oggi il problema della rappresentazione appare intimamente legato alla prospettiva lineare, soprattutto a causa dell'enorme diffusione del mezzo fotografico, che sembra

confermarne la validità. In realtà il binomio rappresentazione-prospettiva limita il significato stesso della geometria, falsandone il ruolo e attribuendole un peso diverso da quello effettivo.

La scelta di una particolare metodologia rappresentativa deve essere coerente con il pensiero filosofico matematico del suo tempo: le arti figurative, in cui tale pensiero si rispecchia, hanno dunque una parte rilevante in questo processo selettivo. Ma nel momento in cui tale coerenza viene a mancare si determina una fase di rottura, caratterizzata dal rifiuto dei metodi fino a quel momento adottati e dalla ricerca di altri più rispondenti alle nuove esigenze. Quando con gli impressionisti ebbe inizio la rivoluzione dell'arte moderna, si concretizzò il rifiuto degli schemi ri-

Fig. 3. Port'Alba, Napoli, lettura geometrico strutturale del portale. Disegno di Andrea Giordano.

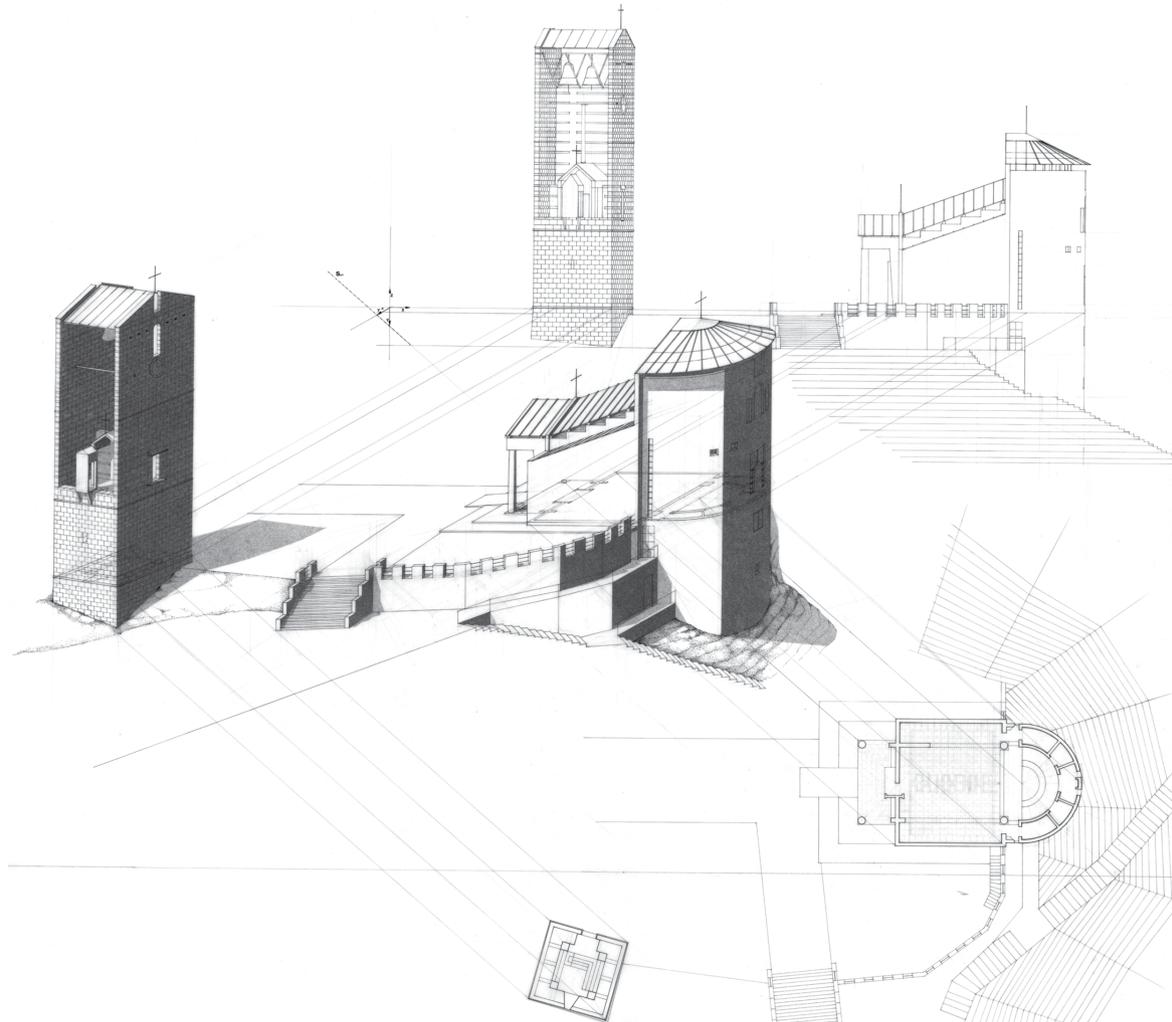


gidi allora dominanti, e le alternative che si proponevano, assunsero una dimensione precisa seppure non definitiva. Dopo varie esperienze, che si possono considerare altrimenti tentativi di rottura, le ricerche in campo pittorico si sono orientate sempre più decisamente verso il rifiuto della rappresentazione geometrica dello spazio, ormai

svuotata di tutto il suo significato ideologico e cristallizzata in vincoli troppo rigorosi.

D'altro canto, mentre i profondi e radicali mutamenti subiti dalla matematica estendono il campo delle sue operazioni e deduzioni, la geometria, che pure con l'avvento della proiettiva aveva aperto tante strade all'indagine pura e a

Fig. 4. A. Romano Burelli (con P. Gennaro), Chiesa di Sant'Elena Imperatrice, Montenars. Assonometria cavaliera con ombre. Disegno di Alessandra Pagliano.



un gran numero di applicazioni, oggi non è più in grado di fornire un codice altrettanto valido come lo era stato quello della prospettiva lineare durante il Rinascimento. Si assiste così da una parte alla ricerca in campo figurativo di nuovi mezzi rappresentativi più rispondenti al concetto moderno di struttura dello spazio, e dall'altro a un nuovo indirizzo degli studi matematici: tali studi sembrano però stranamente ignorare la geometria. Ciò in parte può essere spiegato dall'avvento di una teoria nuova che, polarizzando l'interesse dei ricercatori in una precisa direzione, trascura gli altri rami della matematica o almeno quelli che non sono o non sembrano suscettibili di giovare delle nuove idee. Alla geometria e di conseguenza alla prospettiva, è rimasto oggi soltanto il ruolo di fornire i mezzi tecnici, del resto già da tempo contestati anche a livello di semplice rappresentazione non soltanto pittorica, per definire configurazioni spaziali.

Il problema assume dunque una nuova dimensione: la geometria, perduto il suo valore di oggetto di studi e di ricerca, non è più in grado, allo stato attuale, di fornire un codice soddisfacente e consono alle nuove esigenze; ma il rifiuto totale dei suoi metodi, senza la proposizione di un'alternativa valida, determina come logica conseguenza soltanto l'aggravarsi dell'odierno stato di crisi.

La rivoluzione metodologica delle arti figurative e la rivoluzione dei procedimenti matematici astratti non ha trovato il suo equivalente in geometria: ma la necessità del reperimento di nuovo codice rappresentativo non esclude, a mio avviso, le ricerche nel campo geometrico. Penso al contra-

rio che proprio in questa direzione debbano convergere gli sforzi dei ricercatori, perché la geometria può e deve essere lo strumento atto a fornire tale codice.

È necessario dunque restituire a questa disciplina il suo vero significato e la sua più specifica funzione: essa è fra tutte le scienze quella più idonea a fungere da tramite nello scambio dialettico tra arte e matematica. Il rifiuto di certe costruzioni geometriche, non implica infatti necessariamente il rifiuto totale della geometria: lo spazio figurativo ha assunto oggi un particolare significato semantico, come sintesi di due momenti, forma e contenuto, geometria e mito. Se certi rapporti tradizionali non sono quindi più accettabili, ciò significa soltanto che si possono superare determinate posizioni della geometria, come ad esempio quelle euclidee: ma proprio in base al concetto di struttura di spazio, è sempre attraverso la geometria che si devono ricercare quei rapporti di tipo nuovo necessari a formulare un codice rappresentativo che sia veramente attuale.

Tuttavia, perché la geometria assuma il suo specifico ruolo, è necessaria una indagine preliminare, allo scopo di evidenziare i motivi che l'hanno privata del suo primitivo significato: e questa indagine non può avvenire se non attraverso l'analisi del processo storico ed evolutivo della rappresentazione.

In questo studio mi propongo dunque di analizzare, con una rapida sintesi, i rapporti esistenti fra i metodi per la rappresentazione dello spazio, la geometria pura e l'arte, e di verificare la effettiva incidenza di tali rapporti sugli sviluppi dell'una e dell'altra disciplina.

Note

[1] Le affermazioni dirette di Anna Sgrosso vengono riportate in questo testo come citazioni: si tratta di parole raccolte durante le conversazioni degli autori con la professoressa.

Autori

Agostino De Rosa, Dipartimento di Culture del progetto, Università IUAV di Venezia, aderosa@iuav.it

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

Riferimenti bibliografici

Caterina, G., Gangemi, V. (1985). *L'Università per Gesualdo. Un impegno di idee e di progetti per la ricostruzione e lo sviluppo nel dopoterremoto*. Napoli: Liguori.

De Rosa, A., Sgrosso, A., Giordano, A. (2000-2002). *La geometria nell'immagine. Storia dei metodi di rappresentazione*. Torino: Utet. 3 voll.

Jammer, M. (1963). *Storia del concetto di spazio da Democrito alla relatività*. Milano: Feltrinelli.

Sgrosso, A. (1969). *Il problema della rappresentazione e dello spazio attraverso i tempi*. Casoria (Napoli): Stabilimento poligrafico I.E.M.

Sgrosso, A. (1979). Topologia e Architettura. In *Op. Cit.*, n. 45, pp. 4-16.

Progetto per scultura

Sol LeWitt, Bruno Corà

1995-03-24 09:44 P.02
 DEC-02-1111 08:06 FROM LEW:TT TO 01139689640269 F.01

DEC-04-1111 06:19 FROM LEWITT TO 01139755730632 P.01

ACCADEMIA DI BELLE ARTI PIETRO VANNUCCI PERUGIA

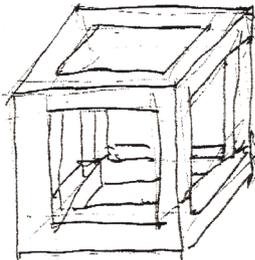
2/3

23/3/95

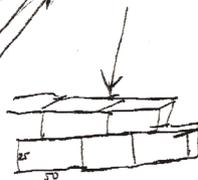
Sol LeWitt
 20 Pratt St.
 Chester Connecticut
 06412
 Tel. 203 526-4226
 (Evening) Tel. 203 526 1822
 Fax. 203 526 2895

DEAR BRUNO

I AM SENDING A MAQUETTE
 OF A PIECE FOR PERUGIA.
 HOWEVER, IT CANNOT BE
 MADE BY STUDENTS. IT
 MUST BE DONE BY MURATORI
 IT IS AN OPEN CUBE MADE
 OF CONCRETE BLOCKS 25X25X25 CM



IT IS A SIMPLE PIECE
 BUT IT WOULD TAKE
 AN EXPERIENCED
 MURATORI TO
 BUILD.



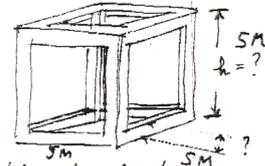
SOL

Dear Sol,

Thank you very much
 of your sketch of the
 open cube for Perugia!

I understand the necessity
 that the work must be
 made by MURATORI ok!

I wait the maquette with
 the measures (dimension,
 height, thickness etc.)



SIZE OF
 BACK

All the best!

Bruno

SOL

Sol LeWitt. La concettualità del disegno

Paolo Belardi

Nell'archivio dell'Accademia di Belle Arti "Pietro Vannucci" di Perugia sono conservati due fax memorabili: memorabili sia perché sono firmati da due personalità di chiara fama (Sol LeWitt e Bruno Corà) sia perché, solidalmente, restituiscono un vero e proprio manifesto teorico capace di sanare la frattura che separa tradizionalmente l'architettura e la storia dell'arte sotto l'egida del disegno inteso come forma di pensiero. Nel primo fax, datato 22 marzo 1995, LeWitt (all'epoca residente per lunghi periodi a Spoleto) preannuncia all'amico Bruno Corà (allora docente di Storia dell'Arte in Accademia) l'invio della *maquette* di un'opera concepita appositamente per Perugia [1]: un "open cube" (il solido più amato da LeWitt [2]) che, in quanto parte del progetto espositivo *Città e Arte*, volto a innestare opere virali nei luoghi-simbolo della città *extra moenia*, è destinato a far mostra di sé nel portico del grande edificio pubblico realizzato negli stessi anni da Aldo Rossi lungo il lato occidentale della piazza Nuova di Fontivegge [3]. Ma LeWitt non si limita alle frasi di circostanza e approfitta dell'occasione per rappresentare le difficoltà insite nella traduzione costruttiva di un'opera solo apparentemente elementare, raccomandando a Corà di non coinvolgere gli studenti (così come avvenuto in occasione della realizzazione del *Wall Drawing 396* lungo il corridoio di ingresso dell'ex convento di San Francesco al Prato) e di affidare l'esecuzione a "muratori" esperti. Il secondo fax [4], datato 23 marzo 1995, contiene la pronta risposta di Corà che, dopo aver ringraziato e rassicurato LeWitt sulla professionalità delle maestranze che saranno coinvolte dall'Accademia per la fase realizzativa, lo incalza di rimando, chie-

dendo lumi sulle dimensioni («*highness, thickness etc.*»), ma in parte anche avanzando ipotesi in forma di interrogazione: 5 x 5 x 5 metri per l'opera e 50 x 25 x 25 centimetri per il suo modulo. Una preoccupazione legittima, ma purtroppo inutile perché, a dispetto della concretezza che anima lo scambio di fax, l'opera rimane irrealizzata e la *maquette*, assurta a "opera", entra a far parte del patrimonio artistico del Museo dell'Accademia [5]. Al di là dell'evidente complicità tra committente e artista che si evince dal tono cordiale dei due fax, lo scambio di battute tra Chester e Perugia, seppure apparentemente laconico, è in realtà straordinariamente denso, in quanto apre molti diverticoli teorici, laddove solleva tre questioni che rivendicano implicitamente la valenza concettuale del disegno. La prima questione è la "centralità del disegno", tanto nell'ideazione quanto nella costruzione di un'opera (sia essa d'arte o d'architettura). D'altra parte, per LeWitt il compito di un artista (così come il compito di un architetto) non è e non è mai stato quello di realizzare materialmente l'opera, ma è sempre stato ed è tuttora quello di formulare il progetto mediante il disegno, controllarne la costruzione attraverso il disegno e precisarne il senso attraverso il disegno. Perché in arte (e in architettura) tutto avviene attraverso il disegno. Così come sentenziato nel 1967 sulle pagine della rivista *Artforum*, dove LeWitt firma un saggio epocale, intitolato *Paragraphs on Conceptual Art* [LeWitt 1967], che modifica sostanzialmente l'atteggiamento degli artisti e del grande pubblico nei confronti del disegno, eleggendolo da mezzo espressivo minore a mezzo espressivo primario, attribuendogli un'importanza pari a quella attribuita tradizionalmente alla pittura e alla scultura.

Articolo a invito a commento dell'immagine di Sol LeWitt e Bruno Corà, non sottoposto a revisione anonima, pubblicato con responsabilità della direzione.

La seconda questione è la “comunicatività del disegno”. Entrambi i fax sono chiosati in appendice dalla rappresentazione assonometrica del cubo vuoto, che definisce la forma dell'opera, e del blocchetto di cemento che ne costituisce il modulo costruttivo. Il che, appalesando l'incapacità di qualsiasi descrizione letteraria di esaurire le informazioni utili alla costruzione, rivendica il ruolo del disegno come forma privilegiata di comunicazione. Soprattutto nei processi di *remote control* [Belardi 1996; Belardi 1997; Belardi 2011]: una pratica antica, che affonda le proprie radici costitutive nella rinascita umanistica (basti pensare ai carteggi intercorsi tra Leon Battista Alberti e Matteo de' Pasti o, successivamente, tra Galeazzo Alessi e Angelo Doggio), ma che, da quel momento in poi, contrassegna tutta la storia dell'architettura, approdando fino ai nostri giorni dapprima con le lettere disegnate di Giò Ponti e di Tomaso Buzzi e poi con i fax disegnati di Frank Gehry e di Álvaro Siza.

La terza questione è la “casualità del disegno”. Non a caso, così come notato con acutezza da Bernice Rose, le sorprese conaturate al disegno, soprattutto se geometrico, appassionano

LeWitt, perché «i disegni hanno un aspetto diverso quando sono eseguiti da disegnatori diversi. Quelli in cui le istruzioni non consentono alcuna decisione da parte dell'individuo circa la collocazione hanno un aspetto diverso solo per via della mano diversa. Quelli in cui il disegnatore può decidere la collocazione delle linee all'interno del sistema avranno un aspetto completamente diverso ogni volta che cambia il disegnatore o l'ambiente. Questo fenomeno sembra a LeWitt interessante, anzi più interessante dei risultati che otterrebbe se fosse lui stesso a disegnare. È un modo per introdurre la casualità nell'opera» [6]. Ma non è tutto. Perché, a ben guardare, le tre questioni sollevate dai fax di LeWitt e Corà (ma in fondo anche le tre qualità del disegno enunciate ovvero centralità, comunicatività, casualità) non sono esaustive, ma sono parti di una qualità più grande, per certi versi onnicomprensiva: la “concettualità del disegno”. Perché per LeWitt (così come per Franco Purini [Purini 1990]) il disegno non solo è l'idea, ma è addirittura l'opera [7]. Tutto quello che viene dopo il disegno è “*boredom*”.

Note

[1] Sol LeWitt, *Progetto per scultura*, 22 marzo 1995 (Perugia, Accademia di Belle Arti “Pietro Vannucci”, inv. E 534 a).

[2] «La caratteristica più interessante del cubo è proprio il suo essere relativamente interessante. Paragonato a una qualunque altra forma dimensionale, il cubo manca di aggressività, non implica movimento ed è il meno emotivo. È dunque la forma migliore da usare come unità base per ogni funzione più complessa, l'espedito grammaticale dal quale far procedere il lavoro. Poiché è standardizzato e universalmente riconosciuto, non richiede alcuna intenzionalità da parte dell'osservatore; è immediatamente chiaro che il cubo rappresenta il cubo, una figura geometrica che è incontestabilmente se stessa. L'uso del cubo evita la necessità di inventare un'altra forma prestandosi esso stesso a nuove invenzioni»: LeWitt, S. (1994). Il cubo. In Zevi 1994, p. 70.

Autore

Paolo Belardi, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università degli Studi di Perugia, paolo.belardi@unipg.it

Riferimenti bibliografici

Belardi, P. (1996). *Disegno architettonico e remote control*. In Belardi, P. *Paroledisegni. Raccolta di relazioni, memorie e interventi sul disegno*. Perugia: Università degli Studi di Perugia, pp. 69-75.

Belardi, P. (1997). *Disegno architettonico e remote control nei carteggi di Raffaello, Antonio da Sangallo il Giovane e Galeazzo Alessi*. In Cigola, M., Fiorucci, T. (a cura di). *Il disegno di progetto dalle origini al XVIII secolo*. Atti del Convegno Internazionale di Studi, Roma, 22-24 aprile 1993. Roma: Gangemi editore, pp. 47-50.

Belardi, P. (2011). *La Scienza del Disegno. Dai poliedri stellati di Paolo Uccello al remote control di Galeazzo Alessi*. In Boco, F., Ponti, A.C. (a cura

[3] Ponti, A.C. Sol LeWitt in Umbria: tracce di un percorso. In Corà, Panzera 1998, p. 36.

[4] Corà, B. *Risposta a Sol LeWitt*, 23 marzo 1995 (Perugia, Accademia di Belle Arti “Pietro Vannucci”, inv. E 534 b).

[5] LeWitt, S. *Scultura a forma di cubo. Maquette*, 1995 (Perugia, Accademia di Belle Arti “Pietro Vannucci”, inv. 15).

[6] Rose, B. Sol LeWitt e il disegno. In Zevi 1994, p. 299.

[7] Panzera, M. Sol LeWitt in Italy. In Corà, Panzera 1998, p. 19.

di). *L'Accademia riflette sulla sua storia. Perugia e le origini dell'Accademia del Disegno. Secoli XVI e XVII*. Atti del Convegno di Studi, Perugia, 19 maggio 2011. Perugia: Futura, pp. 115-130.

Corà, B., Panzera, M. (a cura di). (1998). *Sol LeWitt in Italia*. Firenze: Maschietto & Musolino.

LeWitt, S. (1967). *Paragraphs on Conceptual Art*. In *Artforum*, n. 10, pp. 79-83.

Purini, F. (1990). *Il disegno è l'idea*. In *XY, dimensioni del disegno*, n. 13, pp. 24-36.

Zevi, A. (a cura di). (1994). *Sol LeWitt: testi critici*. Roma: Libri di AEIOU.

TERRITORI E FRONTIERE DELLA RAPPRESENTAZIONE

Territori e frontiere del disegno: teorie, principi, maestri

Leggere le questioni identitarie del disciplinare del disegno attraverso le relazioni fra passato, presente, futuro.

Verso quale rappresentazione?

Roberto de Rubertis

È stato importante incentrare il primo *focus* del convegno UID di Napoli 2017 sul tema dell'identità del disegno in chiave di evoluzione temporale. È la prima riflessione che noi convenuti siamo chiamati ad affrontare e che “dobbiamo” saper affrontare. La prima domanda che ci poniamo, coerentemente con quanto ci viene richiesto, è infatti come ci collochiamo oggi nel quadro di un'evoluzione che ha ricadute importanti anche sull'insegnamento, se evoluzione c'è stata, e comunque come ci relazioniamo nei confronti delle sue indubbe metamorfosi, più propriamente “mutazioni”, secondo Darwin. Forse la questione va affrontata in modo più specifico di quanto non sia stato fatto finora, in particolare per quanto riguarda i modi in cui l'uomo avviò i primi passi lungo il cammino

della comunicazione per immagini; cammino che anche in questo caso (è bene dirlo subito) fu lungo e cieco, come il lavoro dell'orologiaio di Richard Dawkins [Dawkins 1988]. Uno sguardo alla storia va dunque dato e prendiamo le mosse da molto lontano, pur se sommariamente; vale a dire da quando, con i primi ominidi nelle caverne del Paleolitico, si avviarono esperimenti di decorazione grafica o incisa e si constatò la somiglianza di macchie naturali o graffite, presenti sulle superfici delle caverne, con le apparenze visive del mondo: animali, azioni, forse pensieri. Ma l'analogia figurativa, pur avendo rivelato con chiarezza in che modo le immagini piane possono riprodurre percettivamente la tridimensionalità, stentò a illuminare su quali immensi vantaggi ne sarebbero derivati,

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



Fig. 1. Pittura rupestre a Tassili n'Ajjer, Sahara, Algeri. Fotografia di Gruban (CC BY-SA 2.0): <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Algerien_5_0049.jpg> (consultato il 12 marzo 2018).

ai primi utilizzatori, per la loro stessa sopravvivenza. L'appropriazione delle tecniche di rappresentazione fu infatti assai lenta e graduale: non durò meno di alcune decine di millenni. Poi cominciarono a presentarsi le occasioni che ne andavano rivelando meglio l'utilità e furono quelle utili essenzialmente per significare e ordinare le varie azioni della vita quotidiana [Hauser 1955-1956]; quindi quelle utili per pianificare le azioni di caccia. I modi in cui queste andavano configurandosi come veri e propri piani intelligenti per progettare strategie collettive richiesero di certo tempi molto lunghi necessari al lento modificarsi degli stessi atti e obiettivi dell'agire umano. Ma non fu l'esito di consapevoli intenzioni migliorative a determinare i cambiamenti, bensì furono eventi occasionali e circostanze fortuite a innescarli [Gould, Vrba 2008].

Lo aveva già dimostrato la somiglianza di macchie accidentali con forme di animali; ancor più lo testimonia la stessa origine della capacità fisiologica di rappresentare alquanto, che fu favorita dall'uso abile della mano, liberata ormai dalla funzione locomotoria a seguito dell'assunzione della posizione eretta (fig. 1).

Molto successive furono poi le occasioni in cui si presentò l'utilità di rappresentare anche cose che avessero a che fare con i luoghi dell'abitare. Ma soprattutto fu tarda a manifestarsi l'intenzione di fare uso di rappresentazioni per prevedere la realizzazione di costruzioni abitabili. Infatti la capacità di effettuare disegni, graffiti o incisioni fu

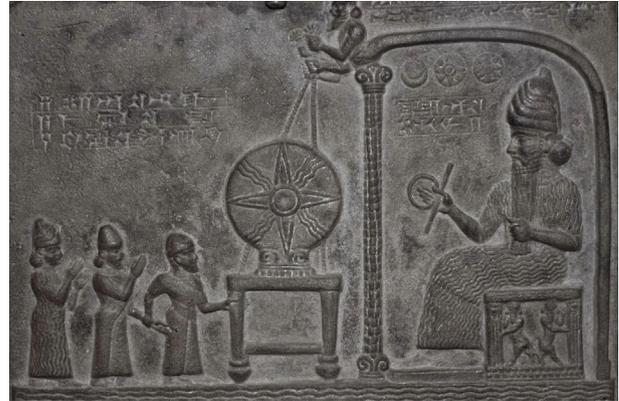


Fig. 2. Rilievo di Nabuaplaidina rinvenuto sotto la pavimentazione dell'Ebabbar di Sippar, IX secolo a.C. Londra, British Museum: <http://unvasopienodiparole.blogspot.it/2016/05/i-babilonesi-periodo-cassita-il-rilievo_12.html> (consultato il 12 marzo 2018).

molto antecedente alla capacità di prefigurare, attraverso immagini, la realizzazione concreta di quanto rappresentato. È significativo che le tracce di misurazioni eseguite su materiali da costruzione semilavorati siano antecedenti al loro uso accorpato in sistemi funzionali: si cominciò a costruire per moduli e per successioni di quantità fisiche discrete prima che sulla base delle immagini ultime dei loro esiti figurativi d'insieme. I segni furono infatti usati inizialmente per sagomare componenti di base piuttosto che anticipati per rappresentare il prodotto ultimo [Inglese, Pizzo 2014]. Nel pensiero progettuale primitivo il concio viene prima della colonna e la colonna prima del tempio.

Con il procedere della civiltà e della cultura crebbero poi le occasioni per suscitare quegli stimoli e quelle opportunità comunicative che estesero la pratica della rappresentazione a tutte le attività umane, segnatamente a quelle attinenti all'uso dell'immagine sia come obiettivo qualificato di comunicazione estetica e di informazione sia come strumento di progettazione per ogni sorta di manufatto. Insieme alla capacità di "fare" cose sempre più complesse, più perfette e più utili crebbe la necessità di "insegnare a farle" e nacquero le scuole, i maestri che tracciarono le strade e i discepoli che seppero apprendere le abilità. Ne conseguirono nel tempo, insieme con il progresso delle tecniche e dei metodi, le grandi epopee dell'arte e della grafica in ogni loro forma. Saper

rappresentare divenne strumento essenziale per rendersi consapevoli della varia e meravigliosa molteplicità del mondo. Così come “saper insegnare a farlo” fu essenziale per potergli dare un volto, vale a dire per riuscire a comunicare in modo compiuto la consapevolezza della sua esistenza, delle sue caratteristiche epocali e della sua identità sotto ogni profilo. Ma anche la consapevolezza della propria esistenza e del proprio ruolo nei suoi confronti: quella che altri definiranno poi «l'immagine del mondo» [Schrödinger 1963].

Il disegno e ogni arte figurativa, soprattutto in quella parte di mondo che in epoca classica sarà poi la culla della cultura mediterranea, svolsero un ruolo essenziale per acquistare questa coscienza e fu certo quella la loro età d'oro, durante la quale si concepirono e si realizzarono opere talora sublimi (figg. 2-5). Tutte accomunate dal desiderio di cogliere i tratti essenziali di quello che gradatamente stava diventando l'*habitat* comune umano, con tutti i significati che la cultura gli andava attribuendo. Anzi, fu proprio la cultura ad assegnare valore umano al mondo e fu la cultura a rendere indissolubili le qualità figurative dello spazio dai valori che l'uomo stesso andava attribuendogli. Il mondo andava diventando il teatro della storia umana, configurandosi come costruzione fisica, morale e spirituale, della sua vita, nel modo in cui lo stesso pensiero la andava componendo. Nasceva così una concretezza nuova, quella che poteva essere formalizzata negli aspetti figurativi del mondo in rapporto ai significati che via via gli si andavano attribuendo. Ora, grazie alla possibilità di captare e fissare gli aspetti morfologici del divenire, ogni cambiamento poteva essere riconosciuto e datato con nuovi parametri, anche figurativi, capaci di misurare e valutare il trascorrere del tempo (figg. 6-9).

Stava diventando perciò possibile legare le forme, e le azioni necessarie per configurarle, non solo allo spazio ma anche al tempo, vale a dire, ancora una volta, alle caratteristiche della fase evolutiva in corso.

Una fase evolutiva in cui andava acquistando sempre più senso discettare di qualità, di gusto e di moda non solo nell'ambito dell'effimero ma anche con riferimento ad aspetti più essenziali della vita e agli stessi atteggiamenti comportamentali che ne derivavano.

Anche la rappresentazione si incanalò così in percorsi di insegnamento codificati, legati al rinnovarsi dei modi per produrre e trasmettere immagini. Al tempo stesso andavano articolandosi e distinguendosi le sue infinite possibilità



Fig. 3. La Grande Sfinge, Necropoli di Giza, Egitto.

Fig. 4. Scena di caccia in palude, XV sec. a.C., Tomba di Nebamun, Valle dei Re a Tebe (Egitto). Londra, British Museum: <<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:TombofNebamun-2.jpg>> (consultato il 12 marzo 2018).

Fig. 5. La Porta dei Leoni, espressione simbolica dell'accesso monumentale alla rocca di Micene nel II millennio a.C.



Fig. 6. La costruzione spettacolare dell'immagine del mondo nella pienezza espressiva del palazzo di Cnosso, XVI secolo a.C., qui in ricostruzione dimostrativa.

Fig. 7. Sintesi di espressione e funzionalità dell'arte greca del V secolo a.C. nell'Eretteo dell'Acropoli di Atene.

Fig. 8. I primi esperimenti di illusionismo prospettico testimoniati dal IV stile pompeiano nel I secolo d.C.

Fig. 9. L'Apollo del Belvedere, copia romana da originale greco. Città del Vaticano, Musei Vaticani. Immagine di Livoandronico2013 (CC BY-SA 4.0): <<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=36447892>> (consultato il 12 marzo 2018).





Fig. 10. Giotto, *Compianto sul Cristo morto*, 1503-1505. Padova, Cappella degli Scrovegni.

Fig. 11. Domenico Ghirlandaio, *Espulsione di Gioacchino dal Tempio*, 1485-1490. Firenze, chiesa di Santa Maria Novella, Cappella Tornabuoni.

Fig. 12. Pietro Longhi, *Il concertino (Concerto familiare)*, 1750-1755. Milano, Pinacoteca di Brera.

Fig. 13. Alfons Mucha, *Rêverie (F. Champenois)*, 1897. Particolare. Richard Fuxa Foundation, Foto © Richard Fuxa Foundation: <<http://www.artemagazine.it/mostre/arte-moderna/item/115-milano-alfons-mucha-e-l-art-nouveau>> (consultato il 12 marzo 2018).



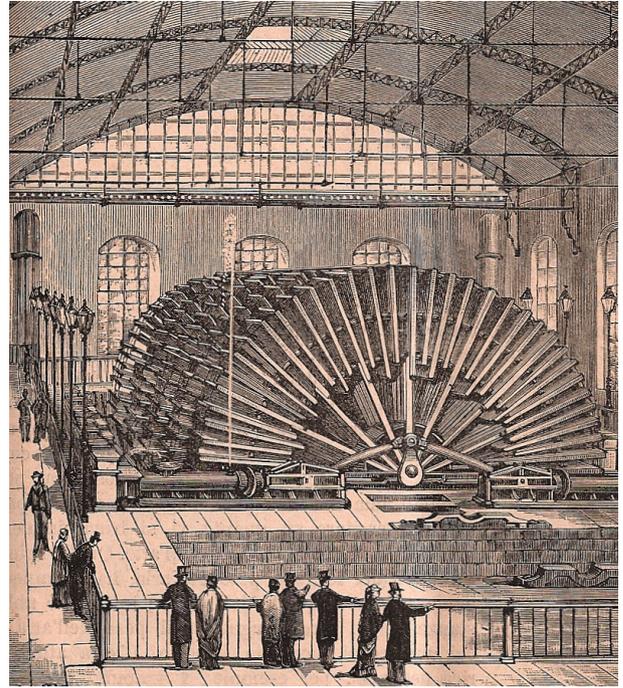
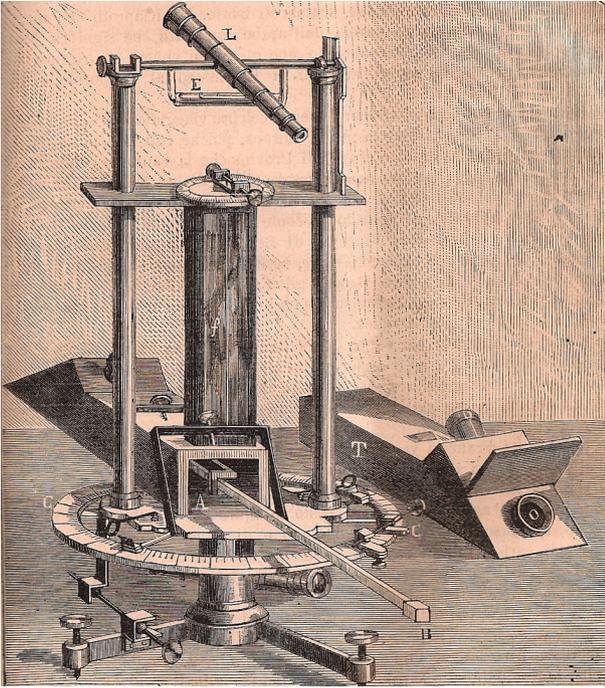
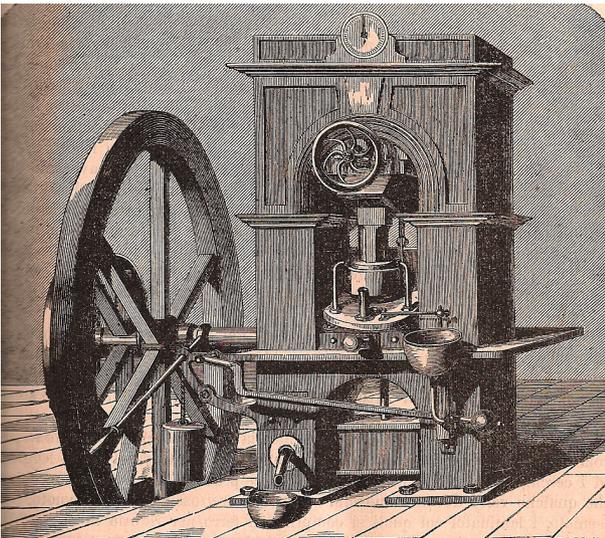


Fig. 14. Bussola di Gambey. Da Clerc 1885.

Fig. 15. Volante. Da Clerc 1885.

Fig. 16. Veduta della macchina di Marly. Da Clerc 1885.



espressive. E, mentre il prorompente sviluppo del progresso si orientava secondo tendenze divergenti, si attivarono mode figurative e comportamentali diverse, confluenti in altrettante scuole di pensiero che alimentavano progressivamente i vari stili e i numerosi "ismi" della cultura, prima umanistica, poi borghese e romantica, infine anche proletaria e, oggi, globale. Molteplici aspetti dell'arte e del gusto andavano caratterizzando i diversi atteggiamenti, e non solo esteriormente, nell'alternanza dei linguaggi figurativi, ma soprattutto per i significati simbolici e per i contenuti sociali e morali che si andavano associando loro (figg. 10-13).

Nel tempo, e comunque senza alterare a fondo i modi della trasmissione del sapere, l'immagine esplorò le vie maestre della creazione e della comunicazione delle forme, evitando i non pochi cataclismi epocali che coinvolgevano,

per altri versi, politica ed economia; superò così le sue "crisi dell'età dello sviluppo".

Nel corso di mezzo millennio, all'interno dei rispettivi ambiti di riferimento operativo, la ricerca estetica, figurativa, quella progettuale, e anche la sperimentazione più avanzata conservarono infatti una sostanziale omogeneità linguistica che oggi, alla luce delle rivoluzioni che agitano il mondo della comunicazione per immagini, appare quasi statica. Anche nel mondo della tecnica e della scienza la trasmissione del sapere andava rafforzando la sua attitudine a porsi come linguaggio comune stabile (figg. 14-17). Un linguaggio che, seppur anch'esso influenzato da modelli datati, si avviava a manifestare quella tendenza all'uso esteso della comunicazione iconica che presto avrebbe cominciato a elevare l'immagine al rango di linguaggio figurativo diffuso, in qualche misura anche universale.

Ma forse nel mondo dell'immagine fermenti di irrequietezza non ancora ben percepiti operavano già da tempo. Se così non fosse non vi sarebbe stato spazio per il balenare di quelle scintille di innovazione che accesero le menti di avanguardie illuminate e che, nel corso del XIX secolo, stimolarono artisti eccelsi a spingere le frontiere della rappresentazione su territori mai esplorati. Alle soglie del "secolo breve" le mutazioni linguistiche divennero infatti travolgenti e, a cavallo tra la contestazione dell'antico e l'incertezza del nuovo, assunsero il ruolo di segnali del cambiamento. L'alternanza delle mode si fece via via più rapida e frequente. Di conseguenza inventare, produrre e trasmettere immagini, ma forse ancor più insegnare a farlo, diventò questione essenziale e partecipe del fare cultura. Torno a chiedermi se questo segno di cambiamento sia anche un segno di evoluzione per la civiltà e magari anche per l'immagine. Penso quindi al principale obiettivo di questa nota, nella quale vorrei mantenere ben distinto il senso di evoluzione in quanto "progresso", ovvero di avanzamento verso il meglio, che richiederebbe un giudizio qualitativo, dal senso di evoluzione nel vero significato darwiniano, vale a dire di semplice sostituzione dei modelli precedenti con altri più recenti. Dando per scontato che il cambiamento, pur essendo sottintesa (e necessaria) l'efficacia della sostituzione, non comporta necessariamente l'intenzionalità consapevole dell'obiettivo. E questo voglio qui più propriamente domandarmi: c'è sostanziale "miglioramento", nel tempo, dei modi della rappresentazione e dei modi di insegnarla, o si tratta solo di innovazioni tecniche, non riguardanti il senso e gli

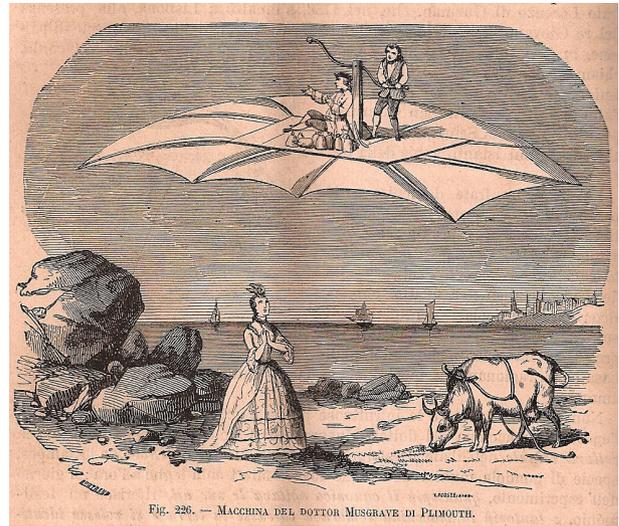


Fig. 17. Nella vignetta *La macchina del dottor Musgrave* sono illustrati, senza alcuna intenzione ironica, atteggiamenti epocali. Da Clerc 1885.

obiettivi profondi del procedimento? Per dirla tutta, a titolo di esempio, la prospettiva, col senno di poi, possiamo ritenerla un'evoluzione in senso progressivo, quindi intenzionalmente migliorativa della rappresentazione, o solo un'evoluzione in senso darwiniano, e quindi una semplice mutazione strumentale circostanziatamente vantaggiosa? Sappiamo oggi che, alla luce delle riflessioni offerteci dal cubismo, la questione è aperta.

Non solo, si va consolidando la certezza che non possa mai parlarsi di modi "migliori" o "peggiori" di esprimersi con l'immagine, ma forse solo di quali circostanze abbiano provocato il successo o il declino di particolari modelli rappresentativi. Magari mai determinati da intenzioni deliberate e consapevoli, ma solo dalle mutazioni accidentali delle mode.

Non sarà comunque il problema della finalizzazione o meno dell'evoluzione dell'immagine a incidere sui significati profondi dell'evoluzionismo, ma il quesito è certo importante. Per chi si occupa di rappresentazione non è irrilevante sapere se i cambiamenti che oggi la caratterizzano si inseriscono nel flusso degli accadimenti che testimoniano un grande evento epocale, determinante e "voluto", o se vanno annoverati tra le occasionali e tem-



Fig. 18. Mnemosyne Bilderatlas mostra con quale atteggiamento, sul finire del XX secolo, ci si volgeva a rivalutare come le immagini del passato avessero saputo e potuto fissare e trasmettere l'immensa complessità di eventi, di testimonianze e di riflessioni che connotarono i tempi trascorsi.

poranee mutazioni che, solo a posteriori, potranno essere pienamente valutabili.

In altri termini, la questione non è terminologica, ma di sostanza: è forse la prima volta che ci si interroga sull'evoluzione dell'immagine, chiamando in causa le sue mutazioni epocali e sottoponendo quindi a critica anche l'evoluzione dei suoi modelli di riferimento nel tentare di dare un senso a ciò che facciamo. Per questo riserviamo grande attenzione al confronto del nostro comportamento con quello di chi ci precedette, anche nel rappresentare il mondo: Aby Warburg con il suo *Mnemosyne-Bilderatlas* [Warburg 1988] ne ha offerto un celebre esempio (fig.

18). Oggi ci volgiamo a studiare i modi con cui in passato abbiamo rappresentato la vita, indagiamo come abbiamo studiato l'ambiente e da quali interessi o curiosità siamo stati spinti. Nel farlo ci soffermiamo non solo su quanto questi erano diversi da quelli attuali, ma soprattutto su quanto eravamo diversi noi allora, mentre li registravamo, e quindi su quali erano le osservazioni che allora facevamo. Eravamo più impietosi, più permissivi, più superficiali? Nei secoli bui fummo troppo severi quando condannammo il passato, o fummo troppo indulgenti quando, con l'ingenuo trionfalismo ottocentesco, accogliamo il nuovo ed esaltammo le «magnifiche sorti e progressive» del futuro? Le prove che di tali diversi giudizi restano fissate dalle immagini, specchio della realtà, sono la più autentica testimonianza e la più preziosa misura del tempo trascorso. Sono ben noti il fascino e il compiacimento suscitatici dall'esplorazione, talvolta affascinante, talaltra critica o ironica, delle differenze tra i modelli di vita attuali e quelli, ad esempio, degli anni venti dello scorso secolo. Metterli a confronto stimola riflessioni trasversali e giudizi morali la cui transitorietà e la cui fallacia possono indurre a mettere in dubbio anche la fondatezza e l'universalità di quelli che riteniamo oggi i valori più essenziali della vita, vale a dire che cosa sia giusto o ingiusto fare, sia sul piano sociale che su quello morale.

La sorprendente mutazione (figg. 19, 20) subita oggi dai luoghi dell'abitare e del vivere, di certo la più radicale della storia dell'umanità, ci impone di non diffidare l'interrogativo che ci compete: vale a dire come ci dobbiamo orientare nel guidare il cambiamento dei modi del comunicare. Naturalmente nell'ambito degli strumenti figurativi di nostra competenza, ammesso che sia possibile farlo.

Infatti, mentre le grandi megalopoli presentano un quadro dell'ambiente di vita nel quale quasi nulla di ciò che appartiene al linguaggio consueto è pienamente riconoscibile, anche la rappresentazione apre abissi di imprevedibilità. Si aprono davvero altri orizzonti per altri obiettivi o c'è il timore che le nuove *chance* per capire il mondo rivelino di essere soltanto nuovi miti?

Mi riferisco principalmente alla disponibilità dell'immagine a essere manipolata con i nuovi sistemi informativi, con le esperienze virtuali, con la Realtà Aumentata e con le simulazioni di ogni ordine e grado che tempestano il mondo delle comunicazioni e che promettono, o forse millantano soltanto, prospettive più feconde per il sapere e per il fare. Ci chiediamo se la corsa verso le nuove forme e i nuovi contenuti della rappresentazione sia stata una corsa utile

o solo una fuga insensata verso un mondo alternativo che per molti aspetti si stava rivelando un fallimento. Pensavamo magari a un viaggio da compiere a fianco di un avatar amico da mandare in avanscoperta per sondare gli esiti ignoti di esperimenti tecnici, sociali, economici e comportamentali di un rinnovamento che in fondo non era richiesto e di cui anzi si temevano le conseguenze.

Fig. 19. Lo spazio congestionato di New York: <http://wallpaperswide.com/aerial_view_of_new_york_city-wallpapers.html> (consultato il 12 marzo 2018).

Fig. 20. Visione di una megalopoli: <<https://pixabay.com/it/edifici-grattaciolo-nuvole-2581875/>> (consultato il 12 marzo 2018).



Ora torniamo a chiederci se i nuovi strumenti di rappresentazione e conoscenza di quel mondo che auspichiamo migliore saranno efficaci per capirlo, prima di tutto, ma poi per viverci, per usarlo e magari per valorizzarlo e amarlo. Quindi non solo per esorcizzarlo, riducendo la distanza che ci separa da esso, ma per coglierne la mutevolezza e per dargli un senso attuale, sulle orme di

Fig. 21. Il Colosseo in Realtà Aumentata (ARmedia 3D Tracker): <<https://www.archeomatica.it/ict-beni-culturali/armedia-3d-tracker-nuova-applicazione-peri-beni-culturali-in-realta-aumentata>> (consultato il 12 marzo 2018).

Fig. 22. Esempio di applicazione BIM elaborato con Autodesk Revit: <<https://www.autodesk.com/solutions/bim/hub/what-is-bim>> (consultato il 12 marzo 2018).



quanto fece Aby Warburg nel secolo scorso. È un buon segnale, in questo senso, l'attuale incremento di studi sulla rappresentazione dell'ambiente e del paesaggio. Ci vengono messi a disposizione nuovi e più aggiornati strumenti operativi per stabilire una connessione consapevole e intensa con la globalità del mondo contemporaneo e con la continuità che vogliamo mantenere con il passato (figg. 21, 22).

E siamo così di nuovo al quesito iniziale: questa è una fase genericamente esplorativa o stiamo partecipando a una consapevole evoluzione epocale dalla quale attenderci l'auspicato futuro migliore? Alcune previsioni, o forse solo alcune ipotesi, attribuiscono alla rappresentazione una più sicura capacità di controllo e completezza rispetto alla falsificabilità della parola. Sembra che l'immagine possa offrire maggiori garanzie di corrispondenza al vero, ma forse potrebbe essere anch'essa vanificata dal pervadere dell'illusione, dell'imbonimento, dell'errore e della menzogna, o per lo meno della superficialità, né più né meno di come è avvenuto finora.

L'interrogativo è della massima importanza: nelle nostre mani di docenti è forse riposto nientemeno che uno strumento di verità?

Sappiamo che la rappresentazione è cosa solida e duratura, ma ignoriamo fino a che punto il linguaggio iconico potrà sostituirsi produttivamente a quello alfanumerico.

Autore

Roberto de Rubertis, Sapienza Università di Roma, roberto.derubertis@uniroma1.it

Riferimenti bibliografici

Clerc, A. (1885). *Fisica popolare*. Milano: Sonzogno.

Dawkins, R. (1988). *L'orologio cieco*. Milano: Rizzoli.

Gould, S.J., Vrba, E.S. (2008). *Exaptation. Il bricolage dell'evoluzione*. Pievani, T. (a cura di). Torino: Bollati Boringhieri.

Hauser, A. (1955-1956). *Storia sociale dell'arte*. Vol. I. Torino: Einaudi.

Ci lusinga certo saperci protagonisti di questa mutazione essenziale del ruolo dell'immagine e vogliono essere fiduciosi che sia un'importante evoluzione; questa volta non solo in senso darwiniano, vale a dire non solo come successione di mutazioni che "ex post", accidentalmente, si rivelano vantaggiose, ma nel senso di perfezionamento intenzionale e consapevole della comunicazione, orientato a trasmettere verità più vere. E vogliamo quindi sperare che l'immagine, quale rinnovato e più efficace mezzo di comunicazione del pensiero "giusto", diventi un linguaggio più autentico, capace di trasmettere, forse più della parola, messaggi di verità.

Assisteremo, anzi parteciperemo, a una sua mutazione genetica "indirizzata"? Sarebbe un passo decisivo sulla via dell'evoluzione e potrebbe forse innescare quella scintilla di lucida intuizione, promotrice consapevole di perfezionamento, la cui esistenza è tanto avversata dall'evoluzionismo più intransigente.

Darwin sosteneva che una sola di queste scintille metterebbe in crisi l'intero castello della sua teoria e anch'io (si *parva licet...*) ne sono convinto. Sarebbe una bella avventura del pensiero prender parte a un processo di "purificazione" dell'immagine, trasformata da messaggera di menzogna a depositaria della verità.

Auguriamocelo, tutti insieme, noi della UID, suoi custodi.

Inglese, C., Pizzo, A. (2014). *I tracciati di cantiere di epoca romana. Progetti, esecuzioni e montaggi*. Roma: Gangemi.

Schrödinger, E. (1963). *L'immagine del mondo*. Torino: Bollati Boringhieri.

Warburg, A. (1988). *Mnemosyne-Bilderatlas. Zur Ausstellung im Kunsthau Hamburg*. Hamburg: Dolling und Galitz Verlag.

Dibujos y modelos en la construcción de las obras reales en España

Pilar Chías, Tomás Abad

Resumen

En 1545 el emperador Carlos creó la Junta de Obras y Bosques para supervisar las obras que se realizaban en las propiedades de la Corona de Castilla. Con ella modernizó la administración de las fincas de la Corona y, a la vez, definió una organización piramidal. Cada obra era dirigida por uno o varios arquitectos o maestros –responsables de definir las trazas–, auxiliados por los aparejadores, que debían formar los modelos y definir las condiciones de los trabajos. Una vez concluida la obra, la administración del real sitio quedaba confiada a su gobernador o alcaide, de modo que la ejecución y la gestión permanecían separados. Felipe II convirtió el sistema en un riguroso marco normativo que afectaba a todos los oficios y definía con detalle en cada contrato de obra los trabajos a realizar. Con frecuencia éstos incluían referencias a moldes, modelos y trazas, así como croquis. Los objetivos y principales aportaciones originales de esta investigación son: 1. la vinculación de los discursos gráficos con los documentos de obra evidenciando su carácter complementario, lo que permite conocer las condiciones concretas de producción y uso de trazas, montear, modelos y moldes; 2. la ampliación de la investigación a todos los oficios de la obra y no sólo a la cantería; 3. La difusión de un material esencial para la historia de la construcción en el siglo XVI, y en particular de las obras reales, publicándose por primera vez dibujos y documentos hasta ahora inéditos.

Palabras clave: trazas, modelos, sitios reales, historia de la construcción, siglo XVI.

Introducción

La construcción de las obras reales en España comenzó a regularse en 1545, cuando el emperador Carlos creó la Junta de Obras y Bosques. «El motivo por el que se formó fue la conservación de los Palacios, Casas, Sitios y Bosques Reales, cuidado y aumento de ellos y reparo de sus fábricas» [Garma y Durán 1738-1571, IV, p. 513]. La Junta ejerció su jurisdicción a lo largo de los siglos XVI, XVII y parte del XVIII, y sólo los palacios que construyeron los Borbones [1] escaparon a su férreo control.

Dotada de una rígida estructura piramidal, la Junta no sólo era la máxima autoridad en materia de caza y pesca en los sitios reales, sino que entendía en todos los negocios y pleitos que tuvieran lugar en ellos.

En lo que afectaba a las obras en los sitios reales, su función primordial era salvaguardar los intereses del rey, y para ello se estableció un conjunto de procedimientos que permitían definir y controlar todos los trabajos y oficios al detalle, redactándose un corpus normativo que afectaba al proyecto, la contratación, el seguimiento, la construcción, la tasación y la liquidación de cada uno de los trabajos que se acometían. La Junta se mantuvo activa hasta 1768 tras un periodo de progresivo declive en el que se fueron limitando sus competencias como consecuencia del programa general de reforma de las instituciones que se habían creado durante los reinados de la dinastía anterior [2] [Díaz González 2006].

Fig. 1. Modelo de la estructura de madera de uno de los chapiteles que cubrían las torres. Patrimonio Nacional.



A pesar de que algunas familias nobles como los Mendoza construyeron palacios y jardines destacables, las obras que emprendieron los reyes bajo el control de la Junta constituyeron el conjunto más importante realizado en España, tanto por los importantes arquitectos que en ellas participaron –Covarrubias, Machuca, Egas, Luis y Gaspar de Vega, y Villalpando, entre otros–, como por el gasto que supusieron para las arcas reales [Checa 1992, pp. 34, 35]. A pesar de su relevancia, hasta ahora no se ha realizado ningún estudio sistemático y completo sobre los procedimientos y normas que regularon durante siglos la gestión y administración de las obras reales. Sin embargo, éstos han quedado recogidos en numerosos documentos que aún se conservan en varios archivos españoles [3].

Los precedentes son muy escasos, pues estos aspectos sólo han sido estudiados para algunos elementos de una obra concreta como las cubiertas, la cantería de una zona de los edificios o los muros de contención frente a las avenidas de un río [Bustamante 1994, pp. 36-52, pp. 128, 129].

La importancia que han tenido las trazas, las monteas y los modelos en la construcción de los reales sitios, para establecer su utilización en el marco de los diferentes oficios y procesos constructivos, sólo ha sido abordada hasta ahora por Chías y Abad [Chías, Abad 2017; Chías, Abad 2018].

De la traza a la construcción

Los proyectos de obra en los reales sitios respondían a necesidades tan variadas como la adecuación y ampliación de un edificio existente o la construcción de un palacio de nueva planta. El nivel de participación de los reyes en el proceso fue muy variable, pero ninguno llegó a igualar a Felipe II en su afán por controlar la evolución y los resultados. Este rasgo de carácter fue destacado por el gentilhombre de cámara Jehan Lhermite [Lhermite 1602 (1890-1896), p. 245]: «La natural inclinación que tenía este monarca por todos los asuntos relacionados con las construcciones (y especialmente con la buena traza y acabado de las casas)»; y también por el cronista Luis Cabrera de Córdoba [Cabrera de Córdoba 1619 (1876-1877), p. 786]: «Era naturalmente inclinado a edificar, gozándose en pasar las cosas de no ser a ser».

Una vez definidas las trazas generales de acuerdo con los designios del rey, se ponía en marcha la contratación de las obras siguiendo unos procedimientos muy rigurosos que sólo se alteraban en casos de trabajos singulares o especialmente delicados.

Los trabajos se pagaban a jornal o se contrataban destajos [4] parciales cuya adjudicación estaba sometida a unas condiciones que se hacían públicas previamente.

Aunque había casos en los que la adjudicación era directa –generalmente debido a que se requería un alto nivel de especialización–, lo habitual era que se realizara un pregón público por toda la comarca para que los destajeros de los diferentes oficios optaran a la adjudicación de los trabajos. Como cautela previa, el propio rey llegó a recomendar que los destajeros «tanteasen y mirasen con gran atención lo que según las condiciones y obra que se ha de hacer [...] y que no se dé ningún destajo sin traer primero hecha esta diligencia, y que después de tenerla hecha, y labradas las muestras de cantería o de carpintería que hubieren de seguir los destajeros, propongan entre muy buenos oficiales conocidos los destajos que se han de dar, y que tomándolos en precios convenibles se les den por ellos, y no se pongan en pregón como se suele hacer, porque encargándose de ello buenos oficiales en honestos precios y han de hacerlo muy bien y conforme a las muestras y traza» [5]. Como se puede apreciar, las palabras del monarca hacían mención explícita a los moldes, a las muestras y a las trazas.

Tampoco podía aspirar a ser contratado cualquiera en las obras reales, pues los destajeros debían demostrar su solvencia y depositar una fianza antes de poder quedarse con los trabajos.

Por otra parte, cada trabajo partía de una descripción detallada de las tareas a realizar que incluía los materiales a emplear y sus características, las dimensiones y forma de cada uno de los elementos a construir, el modo de ponerlos en obra, el coste y el plazo de ejecución.

Se designaban asimismo los medios auxiliares que se habían de utilizar –cimbras, grúas y herramientas, que a veces corrían a cargo del rey–, las mezclas aglomerantes, y en qué lugar de la obra se podía disponer de cada material dependiendo de la accesibilidad de las carretas que los transportaban.

Fig. 2. Condiciones según las cuales se han de ahondar los caños de la bodega, con las firmas. Real Biblioteca del Monasterio del Escorial, Doc. I-64.

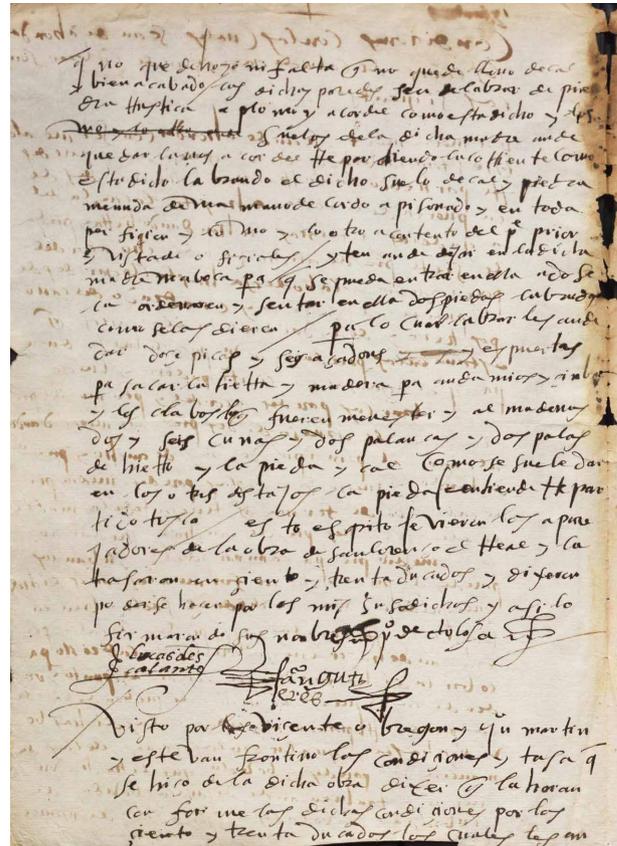
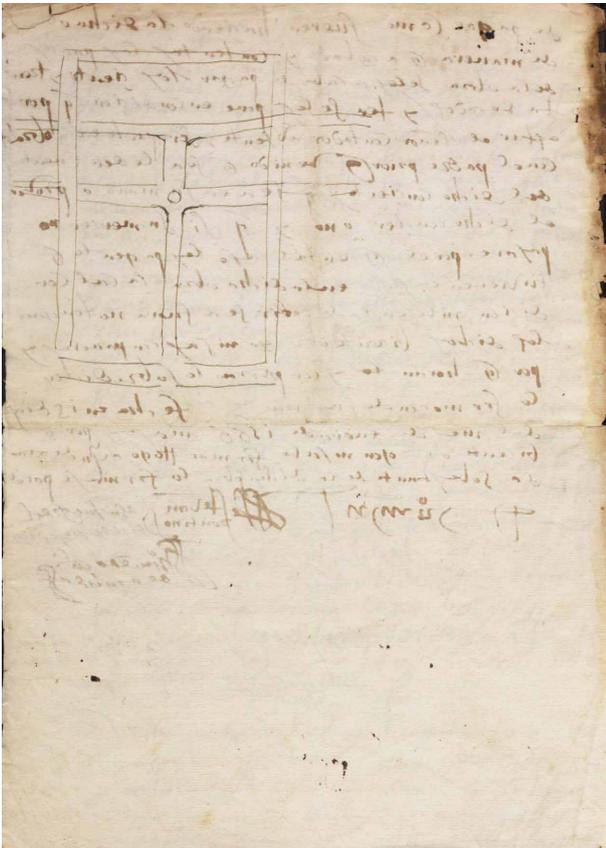


Fig. 3. Condiciones según las cuales se han de ahondar los caños de la bodega. Croquis. Real Biblioteca del Monasterio del Escorial, Doc. I-64.



De acuerdo con la descripción de cada trabajo se hacía una valoración detallada del mismo, considerando no sólo los materiales necesarios sino la cualificación precisa de oficiales y laborantes, y el tiempo que había de emplearse en la ejecución.

Con toda esta documentación, cuando el trabajo interesaba los destajeros “hacían posturas” –tomaban parte en la puja correspondiente como licitadores–.

La documentación de la obra del Monasterio del Escorial

La obra del Monasterio del Escorial constituye un caso particularmente interesante porque, a pesar de su importante volumen, se construyó en un tiempo récord para la época gracias a una organización muy bien estructurada y jerarquizada que se vio reforzada por las sucesivas *Instrucciones* que al efecto dio el rey entre 1562 y 1572, y a varias *Órdenes* relativas a algunos oficios concretos.

Se conserva una abundante documentación manuscrita original que incluye una gran parte de los numerosos contratos de obra que se ejecutaron entre 1563 y 1586, periodo que abarca desde el dibujo de las primeras trazas hasta la liquidación de los destajos, pero que excluye las fases de ornato interior y amueblamiento.

Los contratos y la correspondencia entre el rey Felipe II, los priores y los responsables de la obra contienen datos esenciales sobre todas las fases de la construcción y los oficios que intervinieron.

Esta documentación recoge la planificación de los trabajos por etapas de los destajos correspondientes para permitir habitar de inmediato –aunque de manera provisional– aquellas partes del edificio que se iban terminando.

También queda muy clara la jerarquía en la obra, en la que los arquitectos eran esencialmente los tracistas y los supervisores de los trabajos. Sin embargo, todas las decisiones de diseño eran discutidas con el rey, con su Consejo de Arquitectura y con los representantes de la congregación de frailes jerónimos que habitarían el monasterio, y teniendo a la vista el correspondiente modelo de conjunto o de detalle (fig. 1).

Por debajo de aquéllos se situaban los aparejadores de cantería, de albañilería y de carpintería, que eran los re-

sponsables de realizar los replanteos y de definir las formas de los moldes y las plantillas a emplear en la obra por los destajeros, que además debían custodiar y controlar. También supervisaban la marcha de los diferentes destajos, y llevaban a cabo las mediciones de los trabajos y su tasación. El modo en el que debían proceder en cada caso estaba perfectamente definido.

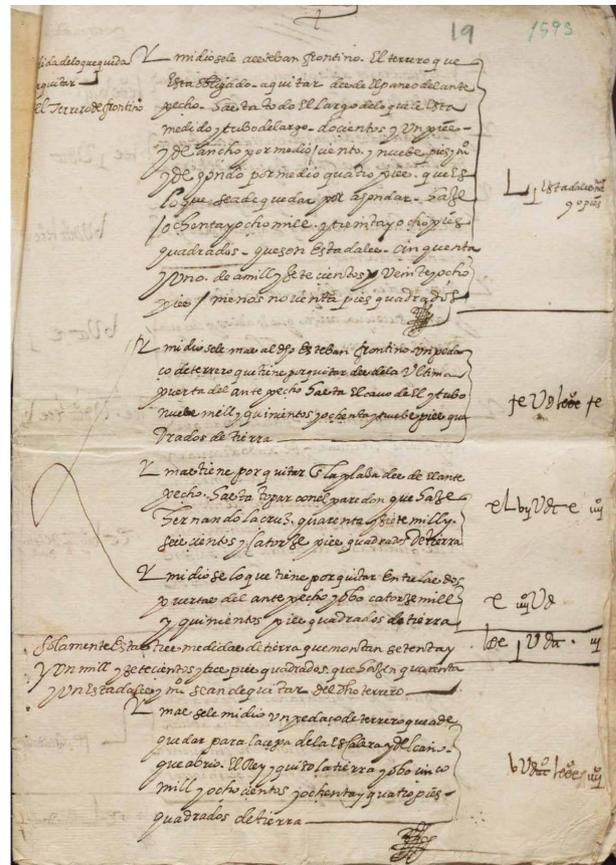
Por ejemplo, el manuscrito que contiene las «Condiciones según las cuales se han de ahondar y labrar los caños de la bodega» [6] fechado en 1564, detallaba que habían de hacerse «ahondando tierra y piedra de siete pies de ancho todo derecho a cordel por el medio de la bodega hasta llegar desde la puerta al derecho y cuadrado del caño postrero [...] luego han de labrar las paredes a cordel y plomo de piedra y cal, de grueso de dos pies a los menos han de dar doce picas y seis azadones, y espuertas para sacar la tierra, y madera para andamios y cimbras; los clavos que fueren menester; y almádenos dos y seis cuñas, y dos palancas y dos palas de hierro, y la piedra y cal como se suele dar en los destajos [...] y este escrito le vieron los aparejadores de la obra de San Lorenzo el Real y la tasaron en ciento y treinta ducados y dijeron poder hacer por los mrs. susodichos y así lo firmaron con sus nombres». A continuación estampaban sus firmas todos los destajeros junto a las de los aparejadores del rey. Los primeros se comprometían a hacerlo «a las dichas condiciones» y por el precio convenido (fig. 2).

Las descripciones escritas se acompañaban con frecuencia de croquis y dibujos, e incluso se hacía en ellas referencia expresa al uso en la obra de plantillas y modelos recurriendo a la fórmula «conforme a la planta y monea que para ello está hecha» (fig. 3).

Así mismo, para efectuar las mediciones se procedía como muestra un ejemplo en la sacristía principal: «háse de medir este dicho atajo [muro] desde los vivos de las columnas adentro dejando fuera las salidas de las molduras de basas y capiteles y cornisas hasta el alto de la cornisa, y de allí arriba a lo que hubiere de grueso» [7].

Este proceso se repetía durante los trabajos y al finalizar cada destajo, y siempre previamente a la liquidación correspondiente. Y cuando era preciso, se incorporaban los dibujos necesarios para la adecuada identificación de cada medición (figs. 4, 5).

Fig. 4. Mediciones realizadas sobre el movimiento de tierras de la Lonja. Real Biblioteca del Monasterio del Escorial, Doc. XII-24.



Dibujos, trazas, monteas y moldes

Se conserva un interesante conjunto de dibujos originales relativos a la obra del Monasterio. Muchos de ellos aún se mantienen dentro del contrato correspondiente, y complementan perfectamente la información escrita. Algunos de estos dibujos «iban destinados al patrón, otros eran el resultado de la llegada del arquitecto a soluciones de diseño, otros eran dibujos de trabajo para ser consultados por los albañiles durante las obras. En la primera categoría podríamos citar grandes planos y alzados de presentación, dibujos cuidadosamente hechos [...] A la segunda categoría pertenecen planos esquemáticos hechos rápidamente por el arquitecto para ver el posible aspecto de algo. La tercera categoría es la más rica [...] el 'plano clave' sobre cuya base se ponían en correlación todas las partes [y] los dibujos de tamaño natural o los detalles escultóricos» [Kostof 1984, p.15].

En la primera categoría se puede inscribir la célebre serie de *Estampas* del Monasterio grabadas, entre 1583 y 1598, por Pedro Perret sobre dibujos de Juan de Herrera, así como la colección de dibujos de partes del conjunto y de detalles que custodia la Biblioteca del Palacio Real de Madrid (fig. 6).

A la segunda corresponden las trazas para resolver detalles o aclarar aspectos concretos, que forman parte de la documentación de los contratos. Son los dibujos que permiten la definición formal y métrica de los elementos arquitectónicos y sus despieces, y para obtener después las plantillas y los restantes instrumentos necesarios para su construcción.

Las monteas, en cambio, se integrarían en la tercera categoría pues son dibujos a tamaño natural realizados sobre suelos y paredes en las últimas fases de concreción del proyecto. Definen con precisión las piezas que conforman cada elemento y su disposición, y permiten controlar mejor la ejecución al evitar los errores que podría introducir el cambio de escala [Calvo 2016], demostrando la utilidad de las construcciones geométricas y el valor de los procedimientos gráficos.

El término monteas también aparece en la documentación con los significados de alzado o *elevación*, y como *perfil*.

Por otra parte, el uso combinado de monteas y trazas es muy frecuente en las condiciones de contratación, como se puede apreciar en las que se dieron a los albañiles para la construcción de la bóveda del capítulo: «las capillas se han de hacer de ladrillo y yeso conforme a una planta y monteas dadas» por el aparejador Pedro de Tolosa, añadiéndose que «se le han de dar el punto de la bóveda y lunetas trazado en el suelo y que el dicho oficial haga los plantones y cimbras a su costa, dándole materiales para ello según dicho es» [8]. Resulta interesante destacar que el uso de trazas y modelos no se limitó a los trabajos de cantería, sino que se extendió a todos los oficios. Así consta en una carta enviada por el secretario al rey en agosto de 1565, donde se menciona la existencia de un dibujo para el modelo de reja a colocar en los claustros menores: «para las demás rejas de estos dos claustros hizo Juan Bautista [de Toledo] el rasguño, y comunicado con los padres y los demás, acordado el cómo han de ser por todos, se quedó haciendo el modelo en palo y vendrá aquí para hacerse en hierro; y en estando acabado, se enviará a Pero González de Escalante para que las haga hacer en Vizcaya». A lo que el rey apostilló: «para esto dad mucha prisa al modelo de hierro» [9].

Respecto al uso de monteas, sólo se conservan algunas dibujadas con almagre sobre el granito en los muros del sótano sur del Monasterio, llamado de Platerías, y en la escalera de la Torre del Prior [López Mozo 2008]. Nosotros las hemos fechado de acuerdo con la *Memoria* redactada por el arquitecto Juan Bautista de Toledo, que permite inferir que las primeras datan de finales de noviembre de 1564 [Chías, Abad 2017]: «torné a recorrer todas las medidas y hacerlas señalar con los cinceles y clavos y números y almagra encima y en los lados de las piedras de los muros, porque las aguas de los días pasados nos las habían quitado» [10] (fig. 7). El segundo grupo de monteas es anterior a 1574, año en el que se concluyó la escalera mencionada.

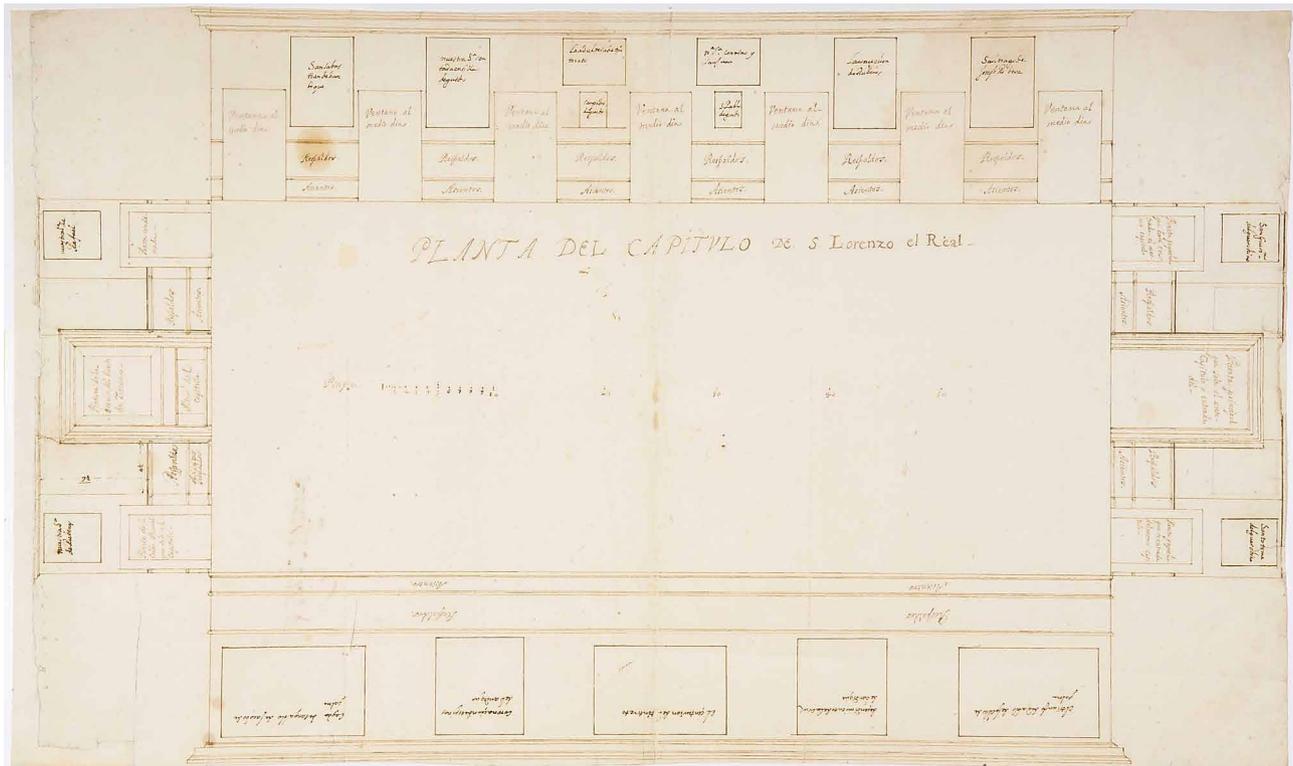
Lamentablemente no se conserva ningún molde ni modelo originales debido a varias razones: a la fragilidad de los materiales que los componían –latón y madera–, al uso intensivo al que fueron sometidos durante la obra, y a los sucesivos incendios que asolaron los palacios desde el siglo XVI.

En cuanto a su integración en el proceso de construcción, las trazas debieron ser previas o simultáneas a la construcción de los modelos. Según se explicita en una real cédula emitida el 2 de febrero de 1562 que hace referencia a la planta general del Monasterio, «la traza y modelo que se está haciendo» [Llaguno y Amírola 1829, II, pp. 227, 228]. Poco después, en el mes de abril el secretario del rey, Pedro del Hoyo, le comunicaba que «Juan Bautista, en respuesta a lo que V.M. me mandó, me dijo que acabaría ayer tarde o esta mañana de umbrar (sic) lo que faltaba de la planta baja del monasterio, y que entendería luego en buscar el recaudo necesario para que se pueda comenzar

el modelo, y yo le ofrecí que le haría dar las maderas que fuesen menester» [11].

También se usaron para definir soluciones constructivas, como sucedió en la escalera principal y en los antepechos de las escaleras de bajada a la huerta, especificándose que «todas las dichas piedras de los antepechos han de ir grapadas y despiezadas según se ve por el modelo que para ello está hecho; los dichos engrapamientos han de ser con las mismas piedras para que no causen fealdad como se parece por el dicho modelo, guardando siempre sus buenas ligazones como en todo lo demás está dicho [...] para toda esta dicha obra se les dará a costa de su majestad sus

Fig. 6. Planta del Capítulo de San Lorenzo el Real. Real Biblioteca, Palacio Real de Madrid, Sign. IX_M_242_1(33).



moldes uno de cada diferencia y un baivel y sus cerchas y si más fueren necesarias los harán a su costa dándoles la madera para ello o la hoja de lata» [12].

La documentación escrita demuestra que los modelos parciales y de detalle que se utilizaban para tomar decisiones sobre soluciones y propuestas de autores diversos menudearon a lo largo de todo el proceso de construcción. Así, en una carta enviada por Juan Bautista a Hoyo se lee: «Aquí envío a Jerónimo Gili, mi discípulo viejo, que lleva el modelo de los cantones de los claustros chicos hecho en dos maneras: la una como si hubiese de ser los corredores en bóveda, y la otra como si hubiese de ser de madera» [13].

Aparte del modelo del conjunto, el de la iglesia fue el más importante. Martín de Alciaga lo comenzó en 1573 basándose en trabajos anteriores sobre trazas de Diego de Alcántara, y tardó en tallarlo dos años [Lasso de la Vega 1945].

Queda noticia de los modelos que se elaboraron para los claustros menores o claustros, para el claustro principal, el muro de los nichos, la escalera principal –de la que también hizo un modelo el italiano Juan Bautista Castello Bergamasco–, la iglesia, el palacio, las cubiertas y chapiteles, el colegio y «las oficinas y todo lo demás que dentro del cuadro no caben».

Aumentando la escala se hicieron también “modelillos” como el de la puerta de las cocinas, de las fajas y antepechos, de las rejas e incluso de las cerraduras de las celdas.

Conclusiones

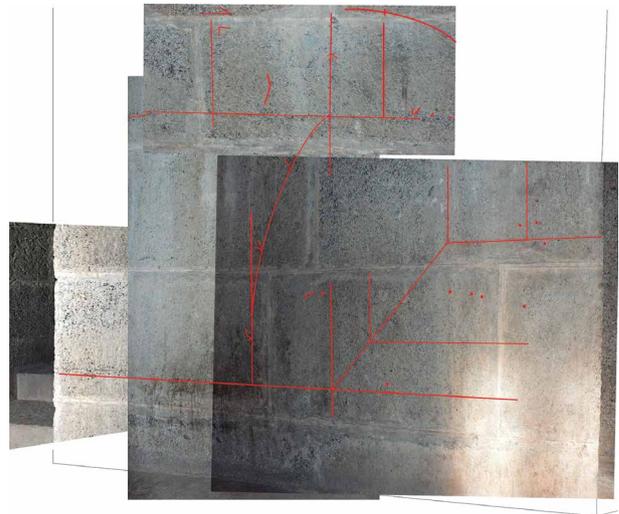
El procedimiento que se implantó en España desde mediados del siglo XVI para la contratación, la ejecución y la liquidación de las obras reales resultó extraordinariamente moderno y avanzado para la época. Su aplicación se prolongó hasta el siglo XIX, y su espíritu aún persiste en la legislación española para la ejecución de obras con las administraciones públicas.

Desde el punto de vista de la historia de la construcción, la utilización de distintos tipos de dibujo y el recurso a modelos y moldes fue una práctica habitual a lo largo de todo el desarrollo de las obras.

La secuencia en su uso queda de manifiesto en los documentos escritos, que evidencian el modo de trabajar en todos los oficios implicados.

Por último, el carácter esencial y complementario de las trazas, los moldes y los modelos fue una constante tanto en los procesos de diseño como en los de construcción de las obras reales. Así lo reflejó Cabrera de Córdoba [Cabrera de Córdoba 1619 (1876-1877), VI, p. XI] al hablar de la obra del Monasterio de San Lorenzo del Escorial, cuando afirmó que en el proyecto todo se hizo «en carta de cuerpo entero, secciones o miembros, y después en modelo de toda la obra de madera, para que junta se viese mejor, y en su figura y compartimiento se enmendase lo que ello mismo mostrase ser necesario, procurando su mejora, por ser difícil acertar de la primera intención y disposición de tantas cosas».

Fig. 7. P. Chías y T. Abad, 2017. Fotomontaje de las moneas en los sótanos de Platerías del Monasterio.



Notas

[1] Especialmente los palacios de la Granja de San Ildefonso y de Riofrío, ambos en Segovia.

[2] La dinastía Habsburgo o Austria se inició con el reinado de Felipe I en 1504, y finalizó al morir sin descendencia Carlos II en 1700. Le sucedió Felipe V, que fue el primer rey de la Casa de Borbón.

[3] Éstos son, fundamentalmente, el Archivo y la Biblioteca del Palacio Real de Madrid, la Biblioteca del Real Monasterio de San Lorenzo del Escorial, el Archivo General de Simancas en Valladolid, y el Instituto Valenciano de Don Juan, también en Madrid.

[4] Destajo: obra que se ajusta a un tanto alzado, a diferencia de la que se hace a jornal.

[5] Instituto de Valencia de Don Juan, Envío 61 (1), ff. 1r-2v.

[6] Real Biblioteca del Monasterio de San Lorenzo del Escorial, Doc. I-64.

[7] Real Biblioteca del Monasterio de San Lorenzo del Escorial, Doc. III-5.

[8] Real Biblioteca del Monasterio de San Lorenzo del Escorial, Doc. II-94.

[9] Instituto de Valencia de Don Juan, Envío 61 (1), ff. 327-330.

[10] Instituto de Valencia de Don Juan, Envío 61 (1), ff. 31-32.

[11] Instituto de Valencia de Don Juan, Envío 61 (1), ff. 327-330.

[12] Real Biblioteca del Monasterio de San Lorenzo del Escorial, Docs. I-90 y II-177.

[13] Archivo General de Simancas, Obras y Bosques, Escorial, leg. 3.

Autores

Pilar Chías, Departamento de Arquitectura, Universidad de Alcalá, pilarchias@uah.es

Tomás Abad, Departamento de Arquitectura, Universidad de Alcalá, tomas.abad@uah.es

Lista de Referencias

Bustamante, A. (1994). *La Octava Maravilla del Mundo*. Madrid: Ed. Alpuerto.

Cabrera de Córdoba, L. (1619). *Filipe Segundo Rey de España*. Madrid: Imp. Luis Sánchez. (Se cita por la ed. de 1876-1877: *Historia de Felipe II Rey de España*. Madrid: Imprenta de Aribau).

Calvo, J. (2016). De la traza de monte a la geometría descriptiva. La doble proyección ortogonal en la ingeniería militar, de la Edad Media a la Ilustración. En *El dibujante ingeniero al servicio de la monarquía hispánica. Siglos XVI al XVIII*, A. Cámara (ed.), pp. 45-67. Madrid: Fundación Juanelo Turriano.

Checa, F. (1992). *Felipe II, Mecenas de las artes*. Madrid: Ed. Nerea.

Chías, P., Abad, T. (2017). Scale models, templates, drawings and full-scale tracings in the construction of the Monastery of San Lorenzo del Escorial. En *Informes de la Construcción*, 69 (547). DOI: 10.3989/id55077.

Chías, P., Abad, T. (2018). The Botica or Apothecary in the Monastery of San Lorenzo el Real de El Escorial (Madrid, Spain): Written Sources, Historic Drawings, and New Surveys Applied to Architectural Analysis. En *Buildings*, 8(1), 4. DOI: 10.3390/buildings8010004.

Díaz González, F. J. (2006). La disolución de la Real Junta de Obras y

Bosques en el siglo XVIII. En *Anuario de la Facultad de Derecho de la Universidad de Alcalá 2006*, pp. 69-82.

Garma y Durán, F. J. (1738-1751). *Theatro universal de España*, 4 vols. Madrid y Barcelona: Imprenta de Mauro Martí.

Kostof, S. (1984) El ejercicio de la arquitectura en el mundo antiguo: Egipto y Grecia. En Kostof, S. (ed.). *El arquitecto: historia de una profesión*. Madrid: Eds. Cátedra, pp. 13-33.

Lasso de la Vega, M. (1945). El Rey Don Felipe II, Juan de Herrera y otros artífices del Escorial. En *Revista Escorial*, 53. Madrid: Eds. Emblema.

Lhermite, J. (1602). *Le Passetemps*. Bibliothèque royale de Belgique, Bruxelles, Manuscripti historici n. 17. (Se cita por la ed. de 1890-1896: C. Ruelens, E. Ouverleaux y J. Petit. Antwerpen: J.-E. Buschmann).

Llaguno y Amírola, E. (1829). *Noticias de los arquitectos y la arquitectura desde su restauración ... ilustradas y acrecentadas con notas, adiciones y documentos por D. Agustín Ceán Bermúdez*, 4 vols. Madrid: Imprenta Real.

López Mozo, A. (2008). Tres monteas escorialenses. En *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, n. 13, pp. 190-197.

La prospettiva architettonica dell'Apoteosi di Venezia del Veronese: analisi geometrica e restituzione digitale

Silvia Masserano

Abstract

La ricerca esamina un ampio "sotto in su" intitolato Apoteosi di Venezia, realizzato tra il 1579 e il 1582 da Paolo Veronese per il soffitto della sala del Maggior Consiglio di Palazzo Ducale a Venezia. Il telero, rilevato con gli strumenti della fotogrammetria digitale, è stato confrontato con un modello preliminare di dimensioni inferiori. Dal confronto geometrico dei due elaborati, inerente all'ubicazione del punto principale e alla sua relazione con l'invaso reale, si è constatato che l'autore pianificò l'apparato prospettico del dipinto assegnando all'osservatore una precisa posizione. Applicate all'apparecchiatura architettonica della tela le operazioni di restituzione prospettica e ricostruite le planimetrie e le altimetrie della scenografia dipinta, si è giunti a una modellazione stereometrica che ha permesso una maggiore comprensione dell'opera. Ulteriori considerazioni emerse dall'analisi del disegno preparatorio hanno anche consentito di ipotizzare l'impiego di un sistema diretto di costruzione prospettica da parte dell'officina Caliarì.

Parole chiave: Paolo Veronese, quadratura, rilievo, prospettiva, restituzione prospettica.

Introduzione

Oggetto di studio del presente lavoro è una tela di ampie dimensioni (904 x 580 cm) datata 1582 [1] e intitolata *Apoteosi di Venezia*, realizzata da Paolo Caliarì (detto il Veronese) per il soffitto della sala del Maggior Consiglio del Palazzo Ducale di Venezia (fig. 1).

L'opera raffigura la personificazione di Venezia con le sembianze di una regina seduta su un trono affiancato da due torri merlate, simboli di solidità e inespugnabilità. La sovrana viene incoronata da una Vittoria alata mentre la Fama suona una tromba dorata per proclamare le sue glorie. Al suo fianco sono presenti alcune divinità dell'Olimpo a simboleggiare il suo ruolo di pacificatrice dei popoli, garante di libertà e portatrice di felicità e abbondanza. Dietro, si eleva un possente prospetto, concepito come uno scenario teatrale

dinamico e luminoso, dalle cui colonne ritorte si innalzano due statue di bronzo: Mercurio, emblema dell'eloquenza, ed Ercole, simbolo della forza. Lo scenario architettonico è animato dalla presenza di un folto gruppo di nobili, prelati e astanti stranieri che, affacciati da un verone balaustrato, celebrano festosamente il buon governo della città mentre più in basso alcuni militari sorvegliano il popolo.

Di questo celebre dipinto si è conservato un disegno preparatorio (fig. 2) di dimensioni notevolmente inferiori (ca. 52,5 x 35 cm) ma molto somigliante al lavoro finale. La similitudine esistente tra il bozzetto e l'opera ha permesso di intraprendere un'analisi comparativa rivolta a individuare analogie e differenze tra i due artefatti figurativi. I due formati, notevolmente differenti dal punto di vista dimensionale,



Fig. 1. Paolo Caliari. *Apoteosi di Venezia* (1582), sala del Maggior Consiglio, Palazzo Ducale, Venezia (foto di Silvia Masserano).

hanno inoltre consentito di indagare problematiche di ordine percettivo legate ai criteri di fruizione del dipinto e, soprattutto, di ipotizzare le modalità esecutive da parte del pittore.

Il rilievo della tela dipinta

Le operazioni di rilievo fotografico dell'*Apoteosi di Venezia*, volte ad acquisire l'immagine per lo studio dell'opera, sono

state condotte con l'ausilio di una fotocamera reflex munita di teleobiettivo, il cui dorso è stato mantenuto orizzontale in modo da realizzare orto-fotografie del soffitto. Gli scatti, realizzati mantenendo gli assi paralleli ed effettuati a distanze regolari, sono stati eseguiti in modo da coprire l'intero dipinto con un reticolo di immagini che permettesse di ricostruire l'intero telero. Un ulteriore rilievo è stato realizzato per l'acquisizione di alcuni particolari, così da aumentare il livello di dettaglio di elementi significativi, soprattutto in funzione della successiva restituzione prospettica. Tali immagini sono state poi montate con la tecnica della foto-mosaicatura digitale, che ha permesso l'interpolazione delle stesse attraverso la parziale sovrapposizione dei bordi, facendo uso del software di fotomodellazione semi-automatico Photoscan. La fase di elaborazione delle immagini ha previsto il mantenimento della cornice costituita dal fregio ligneo, pur potendo in realtà effettuare il mascheramento con le opzioni previste dal software (fig. 3). Si è deciso, infatti, di eliminare quanto è presente all'esterno dei contorni della tela con un programma di fotoritocco per un maggiore controllo qualitativo: tale procedura ha previsto anche un intervento sulla gamma cromatica in modo da rendere le tonalità ancora più aderenti all'attuale stato di conservazione del dipinto.

Analisi comparativa

Acquisita l'immagine, si è avviata l'analisi del dipinto. Come per ogni composizione di grande formato, Caliari dovette realizzare per quest'opera numerosi disegni di studio [2] onde definire l'organizzazione del modello a chiaroscuro, elaborato che precedeva la stesura del dipinto e definiva le linee guida del maestro agli assistenti.

L'unico modello di studio riguardante l'assetto compositivo di quest'opera a oggi pervenuto fu realizzato tra il febbraio del 1578 [3] e il 1582: si tratta di un disegno a penna e inchiostro bruno scuro, trattato cromaticamente con acquerello bistro e biacca, quadrettato a gesso nero, su carta preparata rossiccia, controfondato e piegato in senso orizzontale (fig. 2).

Il disegno in questione rappresenta il risultato della fase del lavoro in cui venivano raggruppate su un'intelaiatura prospettica varie idee per poter apportare eventuali modifiche [4], quindi non può essere identificato come il modello a chiaroscuro. Infatti l'assetto di alcuni personaggi e oggetti raffigurati su questo bozzetto non corrisponde esattamente

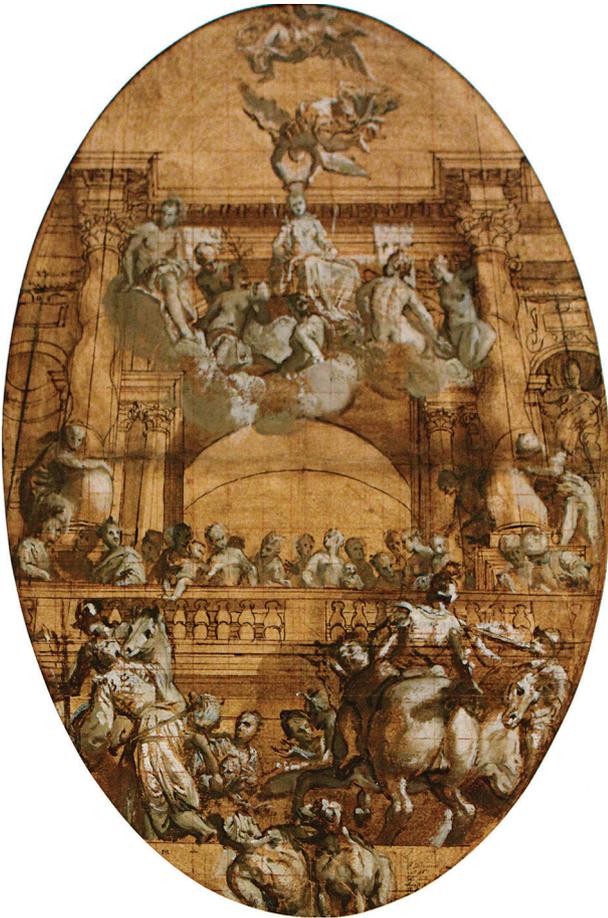


Fig. 2. Apoteosi di Venezia, disegno preparatorio (1578-1582 circa), da Marini, Aikema 2014, p. 195.

te a quello dipinto nel teler. Piuttosto, la funzione di questo elaborato fu quella di stabilire la posizione dei soggetti principali senza precisare le loro caratteristiche, che vennero invece specificate in un modello successivo, assieme alla disposizione delle figure di secondaria importanza e di alcuni elementi [5].

Si nota inoltre che, nel modello, le dimensioni di Venezia e delle divinità che la circondano risultano molto ridotte rispetto alle dimensioni che furono loro attribuite nel lavoro

finito. Per di più, siccome la nicchia di sinistra è vuota e quella di destra accoglie una statua differente dalla soluzione utilizzata nel dipinto, si presume che agli assistenti incaricati di eseguire certe porzioni dell'opera venisse concessa l'opportunità di introdurre alcuni elementi secondo il proprio estro. Anche per l'apparato scenografico si registrano alcune differenze tra il modello e il dipinto.

Le mensole che decorano la parte centrale della cornice della trabeazione nell'abbozzo sono in numero minore di quelle presenti nel teler: ciò dipende dal fatto che nel lavoro finito il tratto di cornice posto al centro risulta più ampio. Inoltre, nella versione definitiva risulta incrementata anche la profondità delle due porzioni aggettanti dell'architrave sostenute dalle colonne tortili.

Nel disegno preparatorio le colonne ritorte non sono ripartite in rocchi e sono prive di scanalature; le torri merlate, presumibilmente frutto di un'idea tardiva, nel teler risultano meno esili.

Ma la maggiore difformità riguarda proprio il cambiamento dello scorcio prospettico riscontrabile dal confronto tra il disegno preparatorio e il lavoro finito, modifica che consentì al pittore di accentuare l'inclinazione dello scenario al fine di rendere incombente l'imponente struttura architettonica. Senza dubbio l'entità della rettifica prospettica intercorsa tra il disegno preparatorio in questione e la stesura dell'opera richiesero la predisposizione del perduto modello a chiaroscuro.

Dal punto di vista prospettico lo schizzo e l'opera sono organizzati secondo differenti modalità di scorcio.

Per quantificare l'entità di tale variazione – e per comprenderne le eventuali ragioni – si è eseguita una comparazione geometrica tra il bozzetto e il dipinto inerente alla posizione del punto principale e alla sua relazione con l'ambiente reale.

Nel disegno, se si considera la geometria della cornice della trabeazione, si registra una sequenza di angoli retti. Estendendo la verifica angolare a tutti i profili presunti retti e appartenenti a superfici assimilabili a piani orizzontali si rileva il medesimo risultato. Tale constatazione implica il parallelismo dei piani associabili a superfici orizzontali e di conseguenza la presenza, nel disegno preparatorio, di un dispositivo prospettico a quadro orizzontale.

Nel dipinto un analogo riscontro ha rilevato, a meno di trascurabili imperfezioni, gli stessi risultati e quindi il medesimo apparato prospettico. Tuttavia, come già menzionato, diversa è la posizione degli elementi che costituiscono il riferimento interno di ciascun sistema.



Fig. 3. Fotomosaico e immagine ortorettificata del dipinto (elaborazione di Silvia Masserano).

Prolungando nel bozzetto le rette prospettive equiparabili a delle ortogonali al quadro, ovvero gli spigoli dell'arco di trionfo perpendicolari al geometrale, si è determinata la posizione del punto principale, la cui proiezione sul piano di calpestio dell'ambiente destinato ad accogliere l'opera non ha indicato né una specifica collocazione connessa a particolari postazioni, né una posizione legata alla peculiare conformazione della sala.

Nel telero, l'estensione degli spigoli assimilabili a delle ortogonali al quadro ha determinato, nel comune pun-

to di concorso, la posizione del punto principale a una distanza di 16,50 m dall'intersezione degli assi della tela e sul virtuale prolungamento dell'asse maggiore. Tale collocazione corrisponde esattamente al centro della sala (fig. 4).

Considerando i riscontri emersi dalle suddette verifiche si può constatare che dall'esecuzione del bozzetto alla stesura pittorica Veronese perfezionò la posizione del punto principale per disporre il punto di vista al centro della sala, esattamente di fronte al trono del Doge.

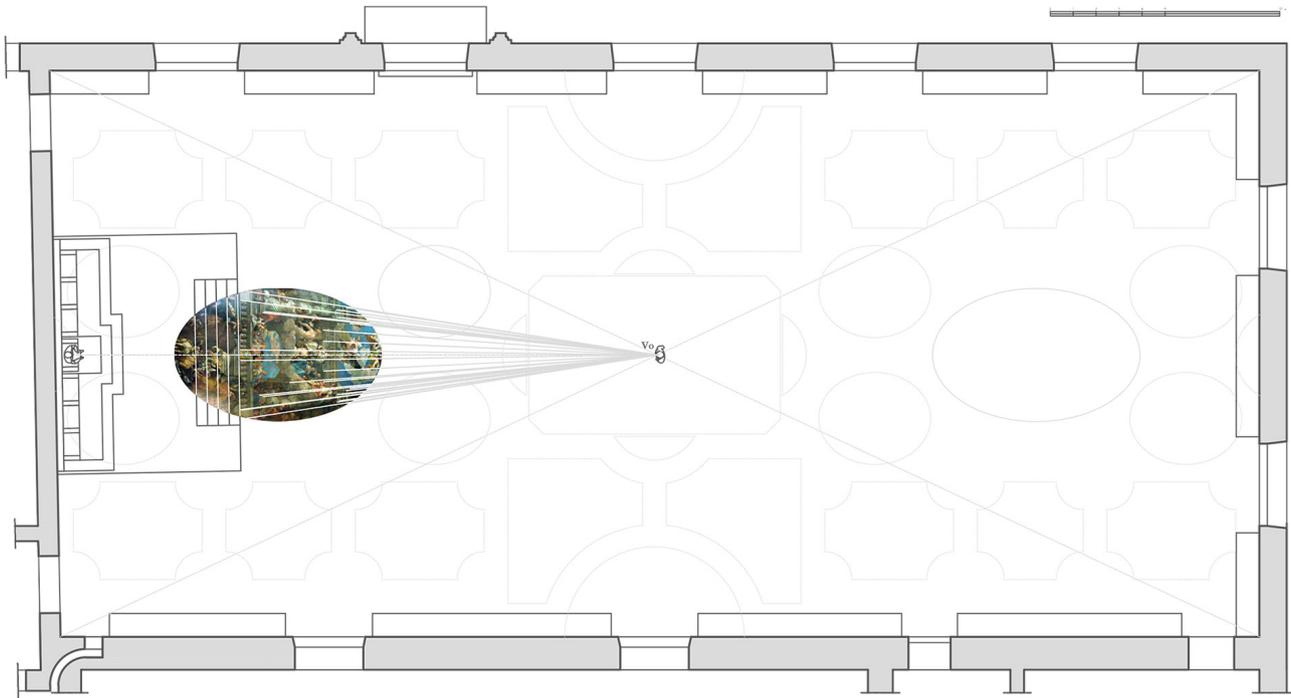


Fig. 4. Posizione del punto principale della prospettiva dipinta sul telaio (elaborazione di Silvia Masserano).

Restituzione prospettica

Nel dispositivo prospettico dell'*Apoteosi di Venezia*, il piano geometrico può coincidere con il quadro o essere parallelo ad esso. Accettando la prima ipotesi, la distanza principale viene a corrispondere all'intervallo spaziale intercorrente tra l'occhio dell'osservatore e la superficie pittorica del telaio. Se così è, attraverso una semplice comparazione metrica è possibile completare il riferimento interno del sistema avviando le operazioni di restituzione prospettica, procedimento che per ragioni di simmetria è stato applicato alla sola metà del dipinto nella quale l'architettura risultava maggiormente visibile.

Prima di intraprendere il protocollo esecutivo, si sono riconosciute alcune relazioni geometriche necessarie a individuare l'asse prospettico della colonna tortile e a segnalare alcune quote riconducibili alle proporzioni dettate dall'ordine com-

posito. I nessi in questione riguardavano, oltre al centro del sommoscapo e della circonferenza tracciata sull'estradosso dell'abaco, gli spigoli del plinto che, rapportati al suddetto asse mediante traiettorie inclinate a 45°, permettevano di specificare le altezze connesse allo sviluppo complessivo della colonna. Stabilita per il sommoscapo una dimensione plausibile, si è risaliti all'altezza e all'imoscapo della colonna tortile. Con quest'ultima misura è stato possibile confrontare l'estensione dell'asse della colonna e osservare che nella restituzione la sua proporzione non rispettava i precetti teorici prescritti dall'ordine composito, circostanza del tutto anomala per un pittore-architetto. L'irregolarità poteva dipendere solo dalla misura attribuita alla distanza principale del sistema di riferimento, la quale risultava inferiore a quella prefissata dal Veronese. Da questa constatazione si è dedotto che il pittore non definì tale parametro mediante un'operazione di rilievo, ma lo quantificò affidandosi ad altri criteri.

Ne *La pratica della prospettiva* [6], compendio pubblicato a Venezia nel decennio precedente la realizzazione del telero in esame, Daniele Barbaro suggerisce di collocare l'occhio dell'osservatore a una distanza adeguata rispetto alla grandezza del dipinto, riconducendo il suddetto intervallo spaziale a una costruzione geometrica dimostrata in applicazione a cinque diversi esempi. In particolare, applicando all'opera in esame le istruzioni dettate dall'ultimo dei cinque casi, la giacitura del telero assumeva una distanza dal punto di vista pari al doppio della sua misura reale.

Apportando tale correzione, la restituzione della dimensione del sommoscapo, dell'imoscapo e dell'altezza della colonna tortile risultava effettivamente proporzionata secondo i rapporti stabiliti dall'ordine composito. Pertanto, mantenendo lo stesso riferimento, si è intrapresa la restituzione prospettica della quinta architettonica.

La restituzione dell'architettura dipinta è iniziata proprio dalla colonna tortile, il cui sviluppo è stato completato con una base e un capitello composito. La restituzione è poi proseguita con la ricostruzione della trabeazione, perfezionata nel profilo della sua cornice mediante ingrandimento omotetico. Sono state quindi inserite le mensole e le decorazioni floreali e, dopo aver modellato l'oggetto dal parametro murario dell'architrave, si è aggiunta la parasta accanto alla colonna tortile. Con pochi rimandi altimetrici trasferiti tramite la parasta sull'asse della colonna sono state delineate anche la nicchia laterale e una colonna sotto l'arcata centrale.

Quindi, sempre per mezzo dell'ingrandimento omotetico, si è proporzionata la profondità della cornice di imposta del fornice centrale e, conseguentemente, la relativa superficie intradossale. La base della colonna tortile è stata appoggiata su un piedistallo simile a quello rappresentato a supporto di ciascuna delle due colonne tortili del dipinto, mentre quella della colonna sotto l'arco è stata ricomposta assieme al suo piedistallo secondo le proporzioni dell'ordine composito. La differente quota di imposta dei due basamenti giustificava la presenza di un declivio, che è stato geometrizzato mediante alcuni gradini, visibili tra i balastrini disegnati nel bozzetto preparatorio. Per quanto concerne il parapetto, non avendo a disposizione alcun riferimento preciso, si è potuto ricavare uno spazio tra la balastrata e il basamento della struttura architettonica, formulando un'ipotesi di allineamento per gli assi del pilastro laterale e della colonna tortile. Ai piedi della balastrata si è aggiunta quindi la sottostante cornice, abbozzando fin dove possibile la rientranza che incornicia il leone marciano. La restituzione non poteva proseguire oltre; tuttavia si è deciso di completare comunque la parte sottostante ri-

spettando l'allineamento con il punto di vista, ma attribuendole profondità arbitrarie. Alla controfacciata si è invece conferita la stessa configurazione del fronte principale.

Dalla pianta e dalla sezione così ricostruite è stato ricomposto anche il prospetto della quinta architettonica.

Oltre al già citato indizio fornito dal bozzetto, riguardante la presenza sotto l'arcata centrale di una gradinata, da un'accurata osservazione del telero si è scorto un altro dettaglio che ha permesso di estendere la ricomposizione dell'architettura dipinta. Il particolare in questione si è colto all'estremità della trabeazione sovrapposta alla colonna salomonica di destra, dove è stata raffigurata un'ombra autoportata, la cui conformazione, simile a quella proiettata dall'oggetto dell'epistilio sovrapposto alla colonna tortile, indicava l'esistenza, al di là del margine del telero, di un'ulteriore colonna ritorta collocata a suo sostegno. Alla luce di queste considerazioni si sono affiancate alle due nicchie laterali altrettante colonne giganti (fig. 5).

La ricostruzione ha così restituito una struttura imponente, sollevata da una breve gradinata, dotata di un passaggio a volta e decorata da statue e rilievi come un arco trionfale. L'ipotesi che si tratti di una costruzione celebrativa è avvalorata dalla presenza di capitelli modellati secondo i principi dell'ordine composito, ordine denominato anche trionfale, perché utilizzato appunto negli archi di trionfo. Il precipuo significato onorario di questa particolare struttura architettonica aderisce poi perfettamente al tema del dipinto.

Costruzione del modello digitale e verifiche proiettive

Con le informazioni metriche dedotte dalla restituzione prospettica si è modellata in ambiente digitale la *maquette* tridimensionale dell'arco di trionfo (fig. 6).

Quindi, impiegando i parametri desunti dall'analisi prospettica, è stata generata una prospettiva del modello onde sottoporre a verifica i risultati raggiunti.

Per rendere ancora più efficace il confronto si è sovrapposta alla simulazione prospettica la presenza dei figuranti, introduzione che ha evidenziato una sola incongruenza riguardante la posa di uno dei due servitori ripreso nell'atto di arrampicarsi sulla colonna tortile di sinistra e, di conseguenza, dell'uomo con il turbante ritratto alle sue spalle. Rispetto alla ricostruzione prospettica i due soggetti risultano scostati dal fusto della colonna tortile. Il difetto si imputa a un'imprecisa corrispondenza di simmetria tra le due metà costituenti l'architettura dipinta (fig. 7).

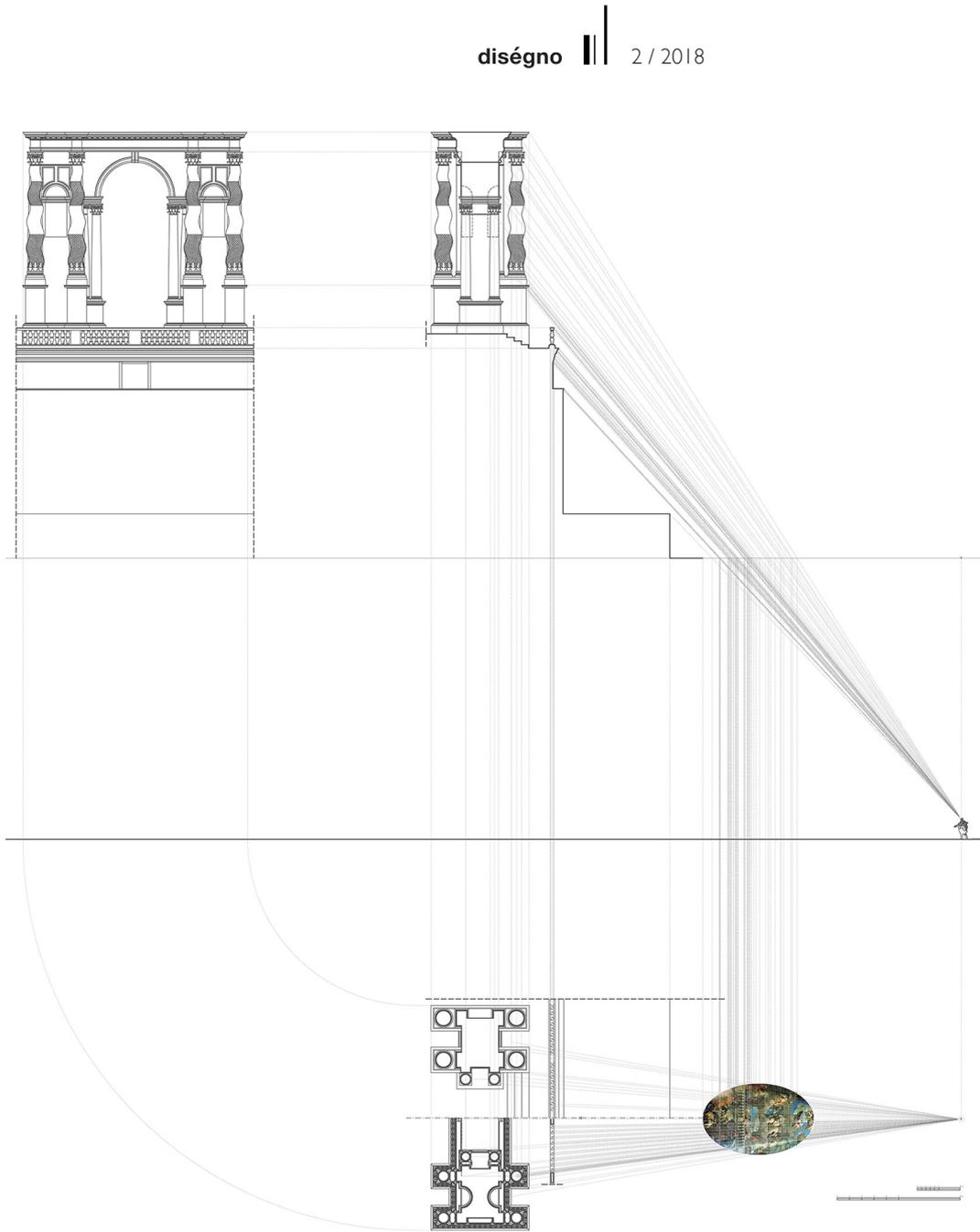


Fig. 5. Proiezioni mongiane restituite dall'inversione prospettica dell'architettura dipinta (elaborazione di Silvia Masserano).

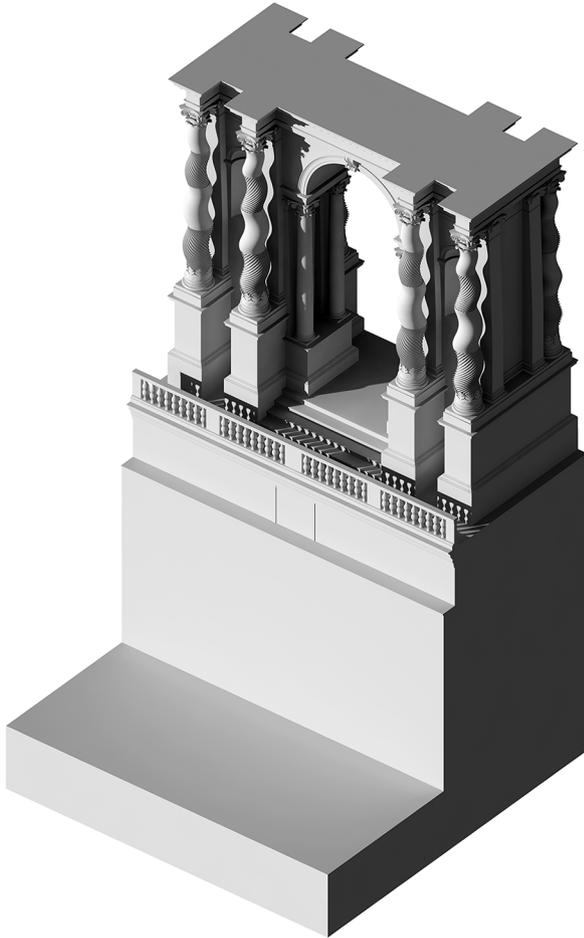


Fig. 6. Maquette digitale dell'arco trionfale (elaborazione di Silvia Masserano).

Conclusioni

Veronese apprese la particolare inclinazione per la rappresentazione di scorcio dalla pittura dei manieristi conosciuti tra Mantova e Parma; tra questi, l'opera di Giulio Romano rappresentò certamente uno stimolo importante per Calliari. Di Giulio Romano conosceva l'operato e sicuramente anche le modalità con le quali egli era solito realizzare le sue



Fig. 7. Sovrapposizione dei figuranti alla prospettiva del modello digitale (elaborazione di Silvia Masserano).

famose illusioni prospettiche da "sotto in su", sistemi che Paolo applicava con l'estro dello specialista già alla giovane età di 23 anni. A questo riguardo ebbe un ruolo importante anche il cartografo veronese Cristoforo Sorte, che apprese proprio da Giulio Romano come realizzare i "sotto in su" fruendo di un ingegnoso artificio. L'espedito prevedeva quanto segue: si costruiva il modello tridimensionale dell'architettura che si voleva dipingere e lo si appoggiava sopra

uno specchio debitamente quadrettato da una trama di fili (fig. 8); osservando l'immagine riflessa nello specchio da un oculare, posto a una lontananza equivalente alla prestabilita distanza principale, si poteva facilmente visualizzare la prospettiva da sotto in su dell'oggetto, che veniva agevolmente copiata su un foglio provvisto di una griglia congruente alla rete di fili disposta sopra lo specchio [7].

La conoscenza e la familiarità di lunga data che legavano il cartografo a Calari rendono probabile la supposizione che tale metodo fosse noto anche al Veronese: infatti, per la realizzazione degli scorci da soffitto, è possibile che egli si avvalsesse proprio di uno specchio come prospettografo. La propensione per questa ipotesi si fonda su alcune osservazioni emerse nel corso delle precedenti indagini prospettiche.

Durante l'analisi compiuta sui alcuni teleri a soffitto del Veronese [8] sono emersi impianti prospettici nei quali le altezze degli apparati architettonici convergevano verso un punto di fuga, mentre i prolungamenti degli spigoli orizzontali descriventi le profondità delle stesse strutture raggiungevano, all'opposto, un altro punto di concorso. Prospettive di questo genere, assimilabili cioè a dispositivi a quadro inclinato, possono essere riprodotte agevolmente con il metodo dello specchio, inclinando la *maquette* verso l'osservatore.

Si è poi notato che negli allestimenti scenici dei "sotto in su" veronesiani spesso sono presenti colonne tortili sollevate da plinti, con fusti ritorti e ripartiti in quattro rocchi e concluse con un capitello composito, e arcate dotate di trabeazioni dall'intradosso fregiato a elementi decorativi mistilinei, complete di cornici sorrette da mensole alternate a elementi floreali e balaustre variamente declinate. La reiterata presenza di questi elementi nelle prospettive a soffitto induce a ipotizzare che nella bottega di Calari si utilizzassero riproduzioni tridimensionali – ridotte in scala – degli stessi, per agevolare l'abbozzo nei fondali dei bozzetti di strutture compositive più complesse. La supposizione può trovare accredito ricordando la professione svolta dal capostipite della famiglia Calari, scultore specializzato nella riproduzione di elementi architettonici, che sicuramente doveva aver prodotto un gran numero di questi esemplari come prove d'arte. È probabile perciò che questo genere di modelli fosse presente nell'officina di Paolo, il quale poteva servirsene in diverse formazioni e, appoggiandole sopra uno specchio, scegliere velocemente gli scorci più adeguati ai temi pittorici delle numerose commesse a lui affidate.

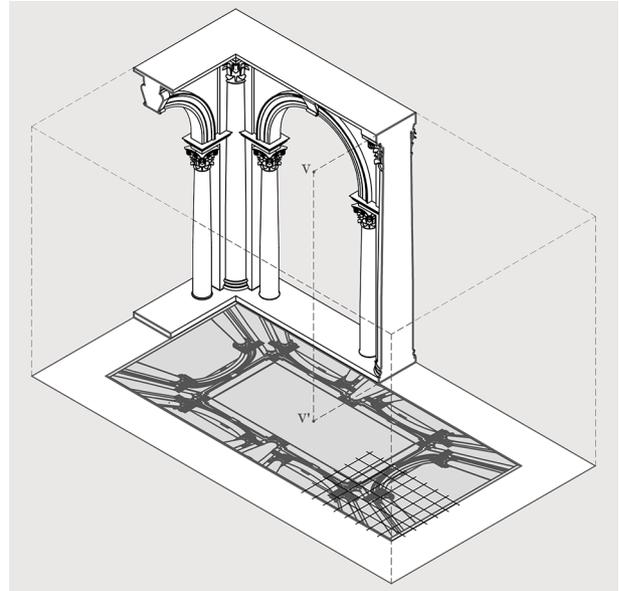


Fig. 8. Ricostruzione del prospettografo di Cristoforo Sorte (elaborazione di Silvia Masserano).

Dal bozzetto dell'*Apoteosi* al lavoro finito, la prospettiva dell'apparecchiatura architettonica cambia. A questo schizzo deve essere seguito il modello con lo scorcio definitivo, ma se la prospettiva della scena viene variata non si comprende la presenza della quadrettatura su un impianto "superato": la griglia si impiegava per trasferire il disegno preparatorio da un supporto all'altro, perché le maglie del reticolo fornivano riferimenti precisi che facilitavano la riproduzione del soggetto, nella sua forma e nelle sue proporzioni. Questa rete si tracciava a disegno ultimato, tuttavia in alcune porzioni del bozzetto dell'*Apoteosi* il suddetto reticolo risulta velato se non addirittura coperto dall'acquerello più che dalla lumeggiatura della biacca.

La questione può essere spiegata ipotizzando che la griglia sia stata tracciata quando il colore non era ancora completamente asciutto oppure che il trattamento cromatico abbia in parte assorbito la quadrettatura a gessetto. In quest'ultimo caso l'applicazione del colore si deve far risalire a una fase cronologicamente posteriore a quella relativa al disegno della griglia. Ma, se si ipotizza che il reticolo sia stato tracciato prima ancora del fondale architet-

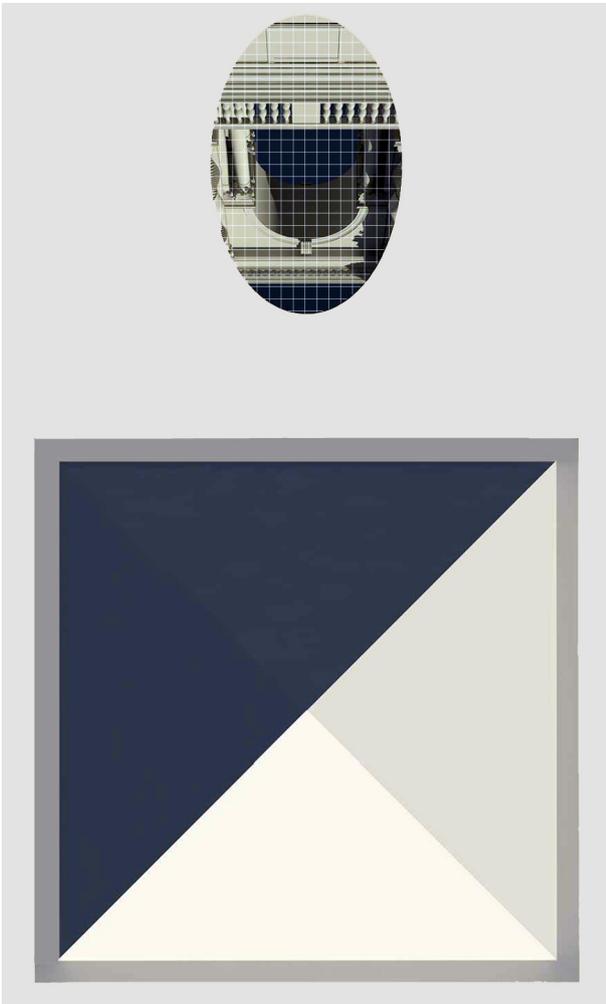


Fig. 9. Simulazione della veduta prospettica ottenuta mediante riflessione del modello parziale allo specchio (elaborazione di Silvia Masserano).

tonico, allora la griglia avrebbe potuto svolgere una duplice funzione, principalmente come supporto nella costruzione dell'apparato architettonico e secondariamente, debitamente rinforzata, come congegno per ricopiare il disegno sul supporto successivo.

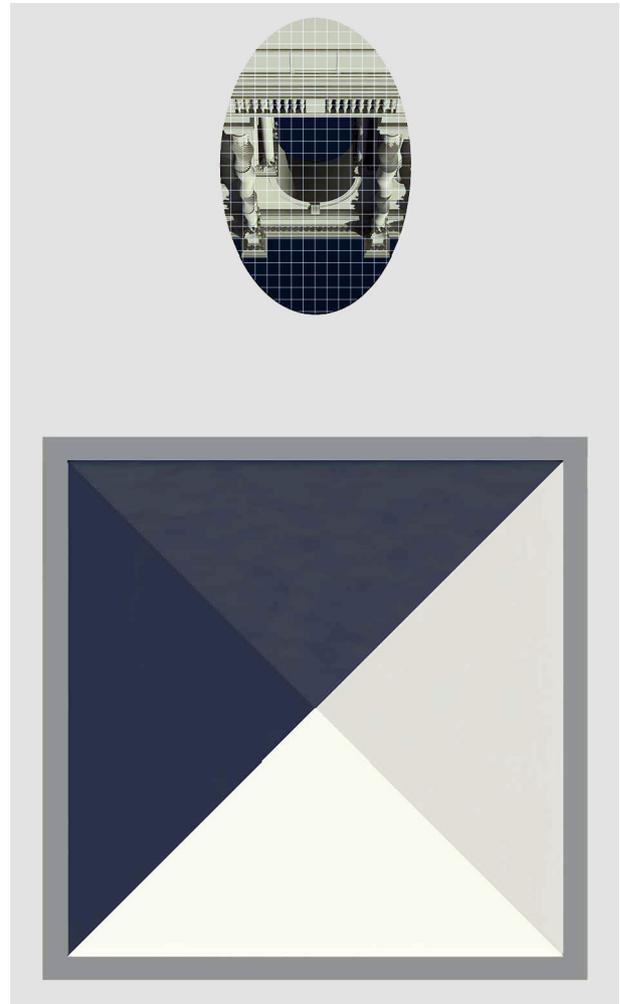


Fig. 10. Simulazione della veduta prospettica ottenuta mediante riflessione del modello allo specchio (elaborazione di Silvia Masserano).

Nel preparatorio dell'*Apoteosi*, il contorno apparente di ciascuna delle due colonne ritorte, disegnato a penna con inchiostro bruno, si sviluppa con il solo ausilio di una proiettante a carboncino e senza il supporto di altre linee guida. In una prospettiva da sotto in su, la costruzione geo-

metrica di un soggetto complesso non può avvalersi di un riferimento così limitato, pertanto appare più consistente la supposizione che le colonne tortili siano state copiate dal vero oppure che per il loro disegno si sia proceduto con un'operazione di ricalco.

Se si ammette l'uso dello specchio, l'ombreggiatura del modello nell'immagine riflessa risulta speculare rispetto all'effettiva. Per rettificare il difetto basta ricalcare il disegno a retro del foglio, operazione che rende possibile la riproduzione del solo contorno apparente di qualsiasi oggetto rappresentato. Tale circostanza spiegherebbe l'assenza di un completo tracciato di costruzione prospettica nello schizzo preparatorio.

Sebbene le suddette osservazioni possano condurre all'ipotesi che nell'officina di Calari fosse consuetudine utilizzare uno specchio reticolato nell'impostazione dei "sotto in su", è bene ricordare però che il prospettografo descritto da Sorte prevedeva che l'altezza del modello da riflettere corrispondesse alla lunghezza della distanza principale (fig. 8), circostanza disattesa invece dall'esito della restituzione prospettica compiuta sull'opera: la statura del modello prodotto dall'inversione prospettica risulta infatti maggiore dell'estensione assegnata dal pittore al puntatore, dimensione che secondo le indicazioni del cartografo doveva essere pari alla distanza principale.

Un'evidente differenza nella resa del dettaglio tra la porzione superiore della scenografia architettonica (comprendente l'arco di trionfo, la balaustra e la nicchia con il leone marciano) e quella inferiore (includente solo un rialzo appoggiato su un semplice podio), avvalorava l'ipotesi che il modello utilizzato per la riflessione allo specchio comprendesse due elementi distinti, l'arcata celebrativa e la sottostante piattaforma di supporto. A quanto detto si aggiunga la singolare coincidenza registrata nella misura altimetrica della porzione più accurata del modello, la quale risulta corrispondere esattamente all'estensione della distanza principale.

Le due constatazioni fanno presumere che il pittore si sia attenuto alle istruzioni di Sorte nella costruzione del plastico architettonico, ma che lo abbia dovuto sollevare con un basamento improvvisato in un secondo momento.

Una simulazione condotta in ambito digitale ne ha chiarito le ragioni.

Dopo aver sottratto al modello restituito dall'inversione prospettica la porzione relativa al podio di rialzo e aver modellato un puntatore alto quanto l'estensione della distanza principale, si è disposto il modello accanto a uno

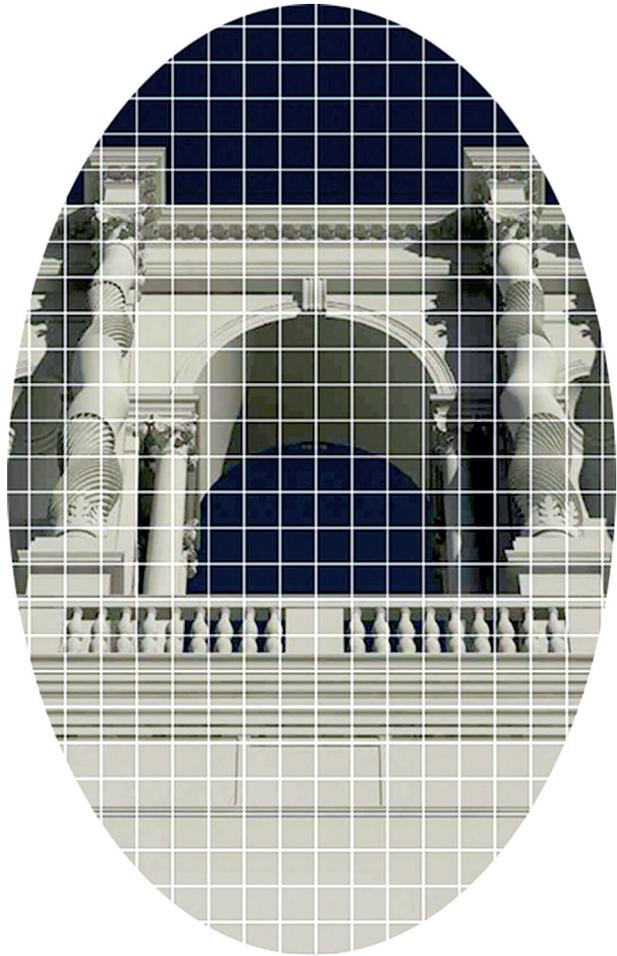


Fig. 11. Riflessione della prospettiva compresa nello specchio (elaborazione di Silvia Masserano).

specchio ellittico proporzionato secondo le dimensioni del telero. Collocato l'oculare in una postazione corrispondente al punto di stazione individuato dall'analisi prospettica, l'immagine che si poteva cogliere dal suo apice sulla superficie riflettente non ritraeva la presenza delle due colonne tortili (fig. 9), circostanza che impediva il riconoscimento di un fondale scenografico appropriato al tema del telero.

Quindi, per rendere riconoscibile il modello anche nell'immagine riflessa allo specchio, il pittore dovette innalzare e far retrocedere la *maquette*, condizione che richiese l'introduzione nell'apparato scenico di un basamento gradonato (fig. 10), supporto che fu poi animato con le diverse pose di soldati e plebei.

Per quanto riguarda poi il dimensionamento della maglia della trama di fili tesa sullo specchio, nell'elaborazione digitale la suddetta misura è stata valutata nell'immagine riflessa pari a un ottavo della distanza registrabile tra il limite delle due porzioni di cornice aggettante, dato che nel bozzetto sono otto le maglie comprese nello stesso intervallo spa-

ziale. Infine, un'ulteriore riflessione imposta alla veduta colta sullo specchio dall'oculare ha permesso di correggere la direzione della sorgente luminosa conferendo alla prospettiva digitale l'aspetto assunto dal ricalco del disegno precedente (fig. 11) ovvero le sembianze del bozzetto finale. Le analogie riscontrate comparando l'esito della simulazione al bozzetto dell'*Apoteosi* possono a ragione comprovare la supposizione riguardante l'impiego di questo strumento nell'impostazione del telerò di Palazzo Ducale e lasciar presumere che per mezzo di questo espediente l'autore abbia potuto modificare facilmente l'assetto prospettico dello sfondato cambiando solo la posizione del puntatore.

Note

[1] Nel 1582 il telerò era presente nel soffitto della sala del Maggior Consiglio, come attesta Raffaello Borghini ne *Il Riposo*: Borghini 1584, p. 562.

[2] Cfr. Bettagno 1988, p. 75.

[3] Il 1578 è l'anno in cui fu affidato al Veronese l'incarico di eseguire l'opera. Cfr. Ridolfi 1837, pp. 45-47.

[4] Rearick, W.R. Paolo Veronese disegnatore. In Bettagno 1988, p. 43.

[5] Si fa riferimento, ad esempio, a uno dei quattro personaggi intenti ad arrampicarsi sul fusto delle colonne salomoniche.

[6] Barbaro 1568, pp. 19-23.

[7] Cfr. Sorte 1580, p. 15.

[8] I soffittali sottoposti a disamina sono quelli eseguiti per le chiese veneziane di San Sebastiano e di Santa Maria dell'Umiltà.

Autore

Silvia Masserano, Dipartimento di Ingegneria e Architettura, Università degli Studi di Trieste, silvia.masserano@phd.units.it

Riferimenti bibliografici

Barbaro, D. (1568). *La pratica della prospettiva di Monsignor Daniel Barbaro eletto Patriarca D'Aquileia, opera molto utile a pittori, a scultori, & ad architetti. Con due tavole, una de' capitoli principali, l'altra delle cose più notabili contenute nella presente opera*. Venezia: appresso Camillo, & Rutilio Borgominieri fratelli, al segno di S. Giorgio.

Bettagno, A. (a cura di). (1988). *Paolo Veronese. Disegni e dipinti*. Catalogo della mostra. 26 marzo-10 luglio 1988. Vicenza: Neri Pozza.

Borghini, R. (1584). *Il riposo di Raffaello Borghini in cui della pittura, e della scultura si favella, de' piu illustri pittori, e scultori, e delle piu famose*

opere loro si fa mentione; e le cose principali appartenenti à dette arti s'insegnano. Firenze: appresso Giorgio Marescotti.

Marini, P., Aikema, B. (a cura di). (2014). *Paolo Veronese. L'illusione della realtà*. Milano: Electa.

Ridolfi, C. (1837). *Le meraviglie dell'arte. Ovvero le vite degli illustri pittori veneti e dello stato*. Vol. 2. Padova: Tipografia e Fonderia Cavalier.

Sorte, C. (1580). *Osservationi nella pittura di m. Christoforo Sorte al magnif. et excell. dottore et caualiere il sig. Bartolomeo Vitali*. Venezia: appresso Girolamo Zenato.

Territori e frontiere della ricerca

Leggere le molteplici e mutevoli dimensioni identitarie della ricerca nel rilievo e nella rappresentazione dell'architettura e dell'ambiente anche attraverso l'esemplificazione di casi studio criticamente aperti all'integrazione di più saperi teorico-operativi.

Le dimensioni scientifiche del modello digitale

Mario Centofanti

Il modello rappresentativo

Tutte le nostre attività relative al *Rilevare, Documentare, Analizzare, Interpretare, Progettare, Comunicare*, convergono o ruotano necessariamente sul “modello di rappresentazione” sia esso “restitutivo” (da rilievo), “ricostruttivo” (di una realtà mai esistita e/o di intenzioni progettuali) o “predittivo” (restauro, progetto).

Il Rilievo è piena espressione di una specificità e autonomia disciplinare, in ordine ai metodi e alle tecniche, ma è pur sempre parte integrante del più complessivo processo di “analisi storico-critica”. Analisi che deve condurre a una conoscenza integrale e integrata dello specifico architettonico, dell’aggregato edilizio o della realtà urbana oggetto di osser-

vazione, e alla espressione di un “giudizio di valore” sia rispetto all’istanza estetica che all’istanza storica [Brandi 1977]. Il risultato del rilievo non è stato mai solo un “modello restitutivo”. Durante la fase preliminare di conoscenza preacquisita e poi in parallelo al rilievo, il ricercatore cura la raccolta di documenti archivistici (iconografie storiche, fotografie etc.): costituisce cioè l’apparato filologico-critico; predispose le mappature con le analisi del degrado, la documentazione dei valori costruttivi (tecniche e materiali); esegue elaborazioni critiche, sezioni storico-sincroniche e diacroniche, ricostruzioni di configurazioni non più esistenti, analisi proporzionali, metrologia.

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

Il ricercatore costruisce dunque un “modello rappresentativo complesso” della realtà osservata per perseguire il fine fondamentale e irrinunciabile della ricerca: raggiungere un livello di conoscenza superiore a quello di partenza.

Il modello rappresentativo così generato costituisce anche il supporto fondamentale per la redazione del progetto di restauro (come atto di cultura e atto creativo) in virtù di una specularità necessaria tra rilievo e progetto [Carbonara 1997]. Questo discorso vale analogamente per il progetto del nuovo, per il quale è necessaria la conoscenza – e quindi il rilievo – del contesto di riferimento.

Natura del modello

La moderna epistemologia definisce la modellazione non solo come una strategia conoscitiva e comunicativa ma anche creativa [Centofanti 2016; Centofanti 2013; Centofanti 2012; Centofanti 2010a; Centofanti, Brusaporci 2012; Centofanti et al. 2011]. Nella rappresentazione della realtà il modello si confronta con la prerogativa della “similarità”. Facendo riferimento agli studi semiologici [Eco 2015]. È possibile operare una distinzione tra modelli iconici e non (matematici o diagrammatici). Bisogna comunque tenere conto anche dei concetti di struttura, funzione, forma. In tal senso un modello può essere considerato: “omologo” (corrispondenza di struttura), “analogo” (corrispondenza di struttura e funzione), “isomorfo” (corrispondenza di forma). Più in generale, il modello è definibile come “forma testuale”, a sua volta composta da molteplici forme di testo e da immagini-testo.

Il modello rappresentativo tradizionale

Si propone un riferimento storico piuttosto indietro nel tempo, ma illuminante (nei termini di opposizione concettuale) delle qualità del modello rappresentativo digitale contemporaneo.

Si tratta di un esempio molto noto, relativo a una significativa esperienza di Gustavo Giovannoni (1873-1947) alla *Esposizione Internazionale di Roma* del 1911 e in particolare alla *Mostra di topografia Romana a Castel Sant'Angelo* [Centofanti, Cifani, Del Bufalo 1985]. Nella Sala I – Studi edilizi, ai numeri 11 e 12, Giovannoni presenta, montati in due pannelli espositivi, i *Rilievi e studi per la sistemazione di Via dei Coronari e adiacenze*. Per comprendere il significato

dell'operazione va ricordato che Giovannoni aveva pubblicato un primo articolo su *Nuova Antologia* nel 1908 dal titolo emblematico *Per le minacciate demolizioni nel centro di Roma* [Giovannoni 1908], poi ripreso, con maggiore sistematicità, sempre su *Nuova Antologia* nel 1913 [Giovannoni 1913].

Il discorso critico del 1908 era rivolto alle proposte contenute nel piano regolatore di Edmondo Santjost di Teulada che Giovannoni considerava distruttive delle caratteristiche peculiari del tessuto edilizio storico, con particolare riferimento a via dei Coronari.

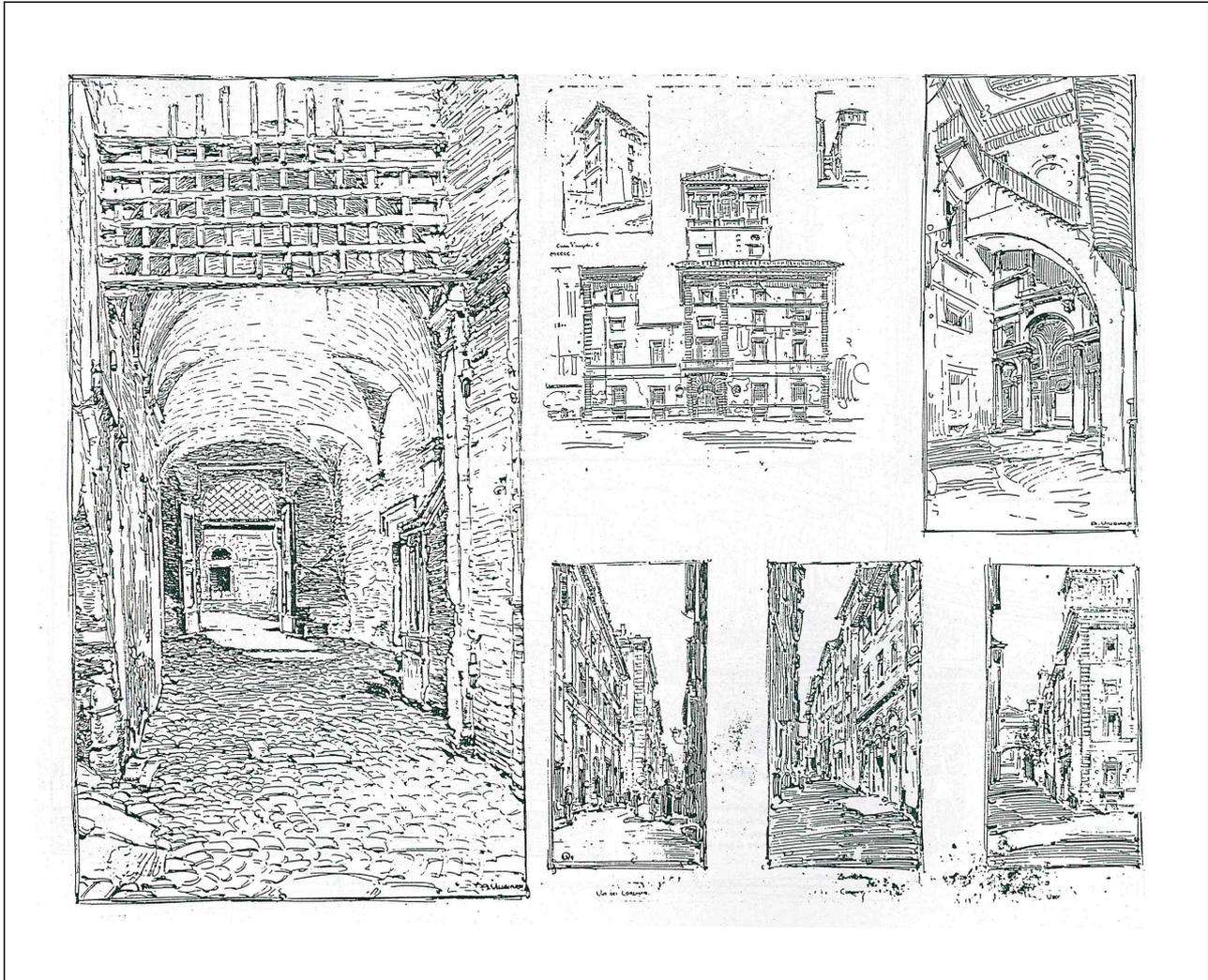
L'idea di Giovannoni era quella di contrapporre allo “sventramento” del tessuto quello che lui stesso definisce “diradamento edilizio”: «e se ragioni di igiene consigliassero di portare aria e luce in alcuni punti troppo ristretti delle vecchie strade, ben si potrebbe qua e là diradare le case, togliendo alcune fabbriche od alcuni isolati senza importanza e ponendo al loro posto piccole piazze o piccoli giardini; aprire in alcuni punti, senza lasciarsi sedurre dalla regolarità geometrica di una larga via, senza mutare con nuove costruzioni l'ambiente» [Giovannoni 1908, p. 319]. Ma vediamo cosa l'apparato espositivo pone in essere. Il primo pannello (fig. 1) riunisce quattro disegni di Arturo Viligiardi [1] e comprende una serie di vedute prospettiche di spazi urbani e di interni di androni e cortili: vedute prospettiche dell'ingresso di palazzo del Drago, della facciata di palazzo Montanara, di via dei Coronari, di via Vecchiarelli e del cortile di palazzo Vecchiarelli.

Il secondo pannello (fig. 2) contiene uno stralcio della planimetria dell'area intorno a via dei Coronari, firmata da Giovannoni, con la proposta di sistemazione di via dei Coronari e quattro disegni di vedute prospettiche di Viligiardi correlate alla planimetria e che riprendono via dei Coronari, piazza San Salvatore in Lauro, la via e il palazzo Vecchiarelli e Tor Sanguigna.

Immagini e realtà prefigurata entrano in un rapporto biunivoco e il modello rappresentativo scelto coniuga i due codici rappresentativi della proiezione ortogonale e della prospettiva. La planimetria individua gli interventi di diradamento e indica i “capisaldi”, cioè gli edifici intesi come invariante morfologiche della struttura urbana.

Alle viste prospettiche, dovute all'abile mano di Viligiardi, è affidata la composizione dei *Quadri*, cioè il controllo dei nuovi valori figurativi e percettivi conseguenti al prefigurato intervento di modifica del contesto ambientale urbano. La qualità tecnica della rappresentazione, che per le prospettive assume anche un intrinseco valore artistico, è indubbia. Si tratta certamente di un modello iconico,

Fig. 1. Ricostruzione del pannello esposto alla Mostra di Topografia Romana di Castel Sant'Angelo del 1911. Gustavo Giovannoni (1873-1947), Proposta di sistemazione per la via dei Coronari e le sue adiacenze. Arturo Viligiardi (1869-1936), Vedute prospettiche, china su carta: Schizzo prospettico ingresso palazzo Montanara, 18x23; Schizzo di prospetto del Palazzo Montanara, 18x23; Schizzo prospettico del cortile di palazzo Vecchiarelli, 12x24; Vedute prospettiche di via dei Coronari e di via Vecchiarelli, 42x27. CSSAr Centro di Studi per la Storia dell'Architettura di Roma - Archivio Disegni Gustavo Giovannoni, 43, Quartiere del Rinascimento, Roma, 1911/1935, [c.1.43, 2- 6].



portatore di valori simbolici in quanto vuole trasmettere un'immagine mentale di bellezza, "atmosfera artistica" dello spazio urbano; se correlata con i saggi scritti, la rappresentazione ha un elevato livello di narrativa e di comunicabilità.

Ma il modello rappresentativo non consente interazioni operative e suggerisce solo valori percettivi e interpretativi. L'osservatore, infatti, non è esterno alla realtà rappresentata (il riguardante che visita la mostra) ma è funzionale a quella rappresentazione, cristallizzato dallo stabilimento del punto di vista prospettico.

«L'immagine, come ogni testo, costruisce infatti al proprio interno, aldilà dei contenuti che rappresenta, il simulacro del suo spettatore, la proiezione astratta del suo destinatario. Che non è il destinatario empirico ma la sua simulazione all'interno del testo» [Marrone 2015].

Il modello rappresentativo digitale

Il "modello digitale" copre la totalità delle modellazioni possibili, da quelle iconiche a quelle non iconiche, associando le modalità della replicazione emulativa, della simulazione, della formalizzazione matematica [Maldonado 2015 (1994); Gaiani 2016]. Il modello digitale ha tutte le prerogative del "modello rappresentativo tradizionale" con un valore aggiuntivo determinante che risiede nella sua manipolabilità e nella sua interattività. Ciò permette che su di esso possano essere compiute le operazioni di analisi, simulazione, prefigurazione e sperimentazione, come ad esempio la verifica della plausibilità tecnica e della adeguatezza organizzativa e funzionale di interventi progettuali da eseguirsi poi, al di fuori del modello, sulla realtà stessa. Il modello digitale garantisce velocità nelle procedure di rilievo e modellazione, eseguibili anche in automatico, una elevata precisione, la esaustività (ridondanza) delle informazioni, la similarità con l'oggetto sottoposto a osservazione. L'immersività (navigabilità del modello) e la realtà aumentata ribaltano la condizione dell'osservatore esterno sia sul piano esperienziale che su quello concettuale. L'osservatore, infatti, dispone di un certo grado di autonomia nella scelta del percorso e può anche interagire all'interno della realtà aumentata stessa, senza essere legato necessariamente alla visualizzazione sul monitor, ma potendo contare su interfacce e dispositivi "amici" (smartphone, tablet, occhiali...) che favoriscono la logica della trasparenza immediata.

Il concetto stesso di "modello rappresentativo digitale" assume connotazioni complesse: da una parte il sistema di dati, dall'altro la loro visualizzazione, entrambi basati su logiche spaziali [Brusaporci 2017].

Alla "immediatezza" si coniuga la caratteristica della "ipermédiaticità". Il "modello rappresentativo" è un "sistema di ambiente digitale" in cui il modello spaziale tridimensionale coniuga un corrispondente database integrato, costitutivamente definito da una successione di dati e informazioni eterogenee (testo, grafici, video, suoni, ecc.), strutturato su multiple finestre di visualizzazione.

«Diversamente da una pittura prospettica o da uno spazio tridimensionale della *computer graphics*, queste interfacce a finestra non tendono ad unificare lo spazio secondo il punto di vista. Al contrario ogni finestra testuale definisce un proprio riquadro grafico e verbale, con un proprio punto di vista» [nCh'ng 2015, pp. 32, 33].

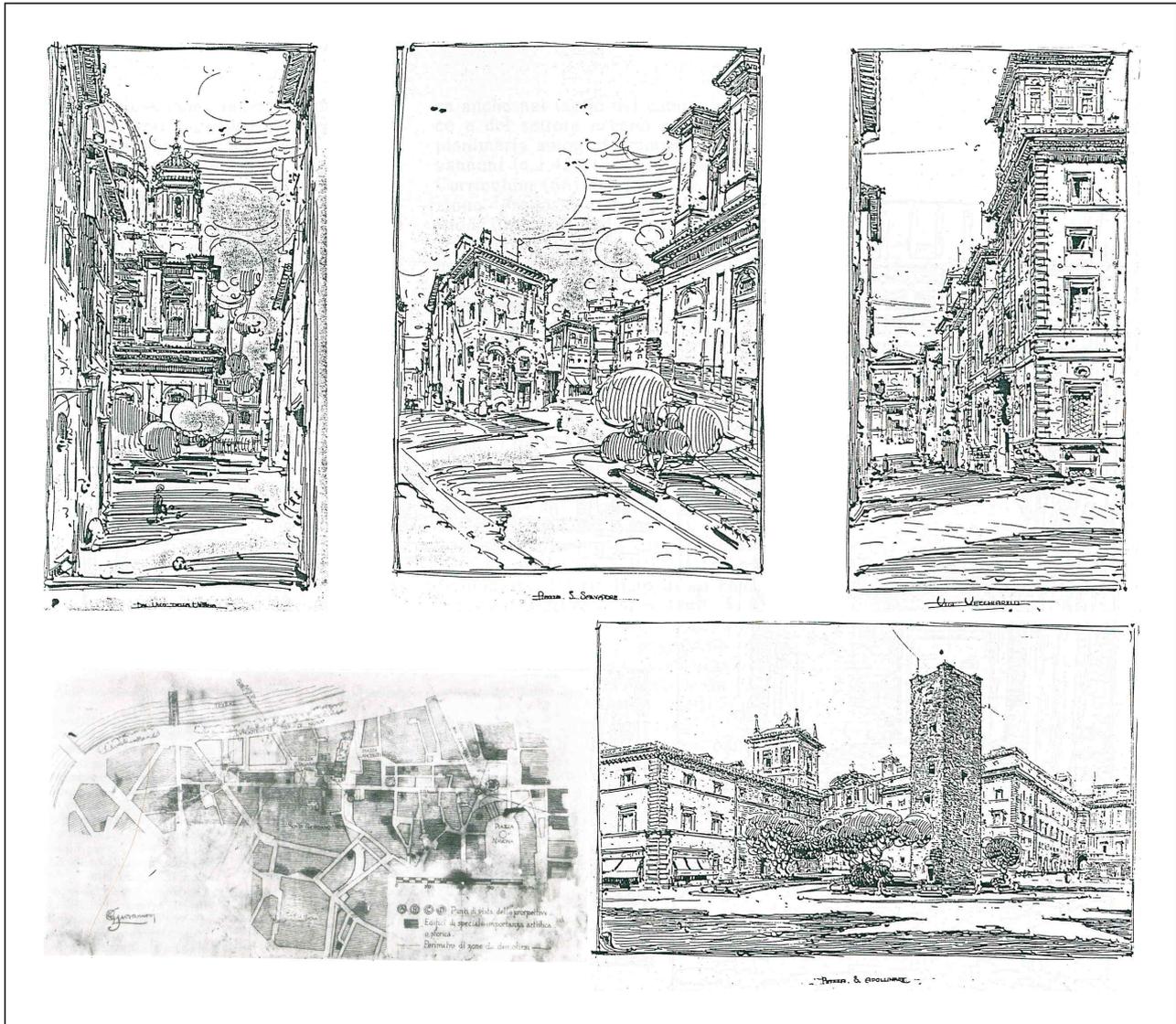
Le interfacce interattive di lavoro costituiscono il luogo dove il processo di *visual computing* diviene una interrelazione e interpretazione di informazioni e dove l'informazione diviene conoscenza. Ne deriva la conseguenza più importante: il concetto di visualizzazione cambia, non è più un prodotto ma si qualifica quale processo [Bolter; Grusin 1999].

Metodo scientifico e standard di qualità

Resta da affrontare un nodo cruciale relativo alla qualità scientifica delle metodiche, delle procedure, delle tecniche. Un primo livello riguarda il processo di rilevamento [Bianchini 2012; Docci 2016; Docci, Bianchini 2016] [2], pur considerando la debita distinzione tra procedure di rilievo tradizionali e procedure su base fotografica (fotomodellazione) [Gaiani 2015; Apollonio, Gaiani, Foschi 2016], da quella, a sensori attivi, della tecnologia laser 3D: «La definizione rigorosa del processo di rilevamento (sia essa di tipo tradizionale o avanzato) consente di definire una procedura replicabile separatamente da diversi studiosi al fine di verificare un determinato risultato: con ciò si riporta l'operazione nell'alveo della ricerca scientifica» [Docci, Bianchini, Ippolito 2011].

E ancora: «Il rilevamento rappresenta [...] un potente mezzo di indagine scientifica [...] esso tuttavia deve essere impiegato correttamente, tenendo conto sia dell'ineludibile contributo soggettivo, che caratterizza la fase di discretizzazione (da dichiarare esplicitamente nel progetto di rilevamento...) sia della necessità di proporre, assieme

Fig. 2. Ricostruzione del pannello esposto alla Mostra di Topografia Romana di Castel Sant'Angelo del 1911. Gustavo Giovannoni (1873-1947), Proposta di sistemazione per la via dei Coronari e le sue adiacenze. Planimetria di progetto, 1:2000, 45x26, china su lucido, autografo; Arturo Viligiardi (1869-1936), Vedute prospettiche, china su carta: A - piazza di Tor Sanguigna, 35x24 ; B - via Nuova trasversale a via dei Coronari, 22x43; C - via dei Coronari e piazza San Salvatore in Lauro, 29x43; D- via dei Coronari e palazzo Vecchiarelli, 22x43. CSSAr Centro di Studi per la Storia dell'Architettura di Roma - Archivio Disegni Gustavo Giovannoni, 43, Quartiere del Rinascimento, Roma, 1911/1935, [c.1.43, 6-10].



ai risultati, i dati “grezzi” su cui tali risultati si fondano e soprattutto la descrizione puntuale dei metodi e degli strumenti utilizzati» [Docci, Bianchini, Ippolito 2011, p. 39]. Un secondo livello riguarda il “modello rappresentativo” per il quale andrebbero definiti standard qualitativi in ordine a: iconicità e strutture segniche, qualità tecnica e formale, similarità con l’oggetto dell’osservazione, fruibilità (interazione controllata tra utente e modello), implementazione della conoscenza nella realtà simulata, manipolabilità, interoperabilità tecnica e semantica, livello comunicativo. Ogni modello rappresentativo e la procedura che ne ha consentito la generazione dovrebbero possedere le caratteristiche proprie della sperimentazione scientifica: offrire la facoltà di replica della sperimentazione stessa, la eventuale prova di “falsificazione” [Popper 1935] e, infine, la possibilità di implementazione della conoscenza, partendo da quanto già prodotto, se conformato scientificamente. Un riferimento significativo in tal senso è rappresentato dalla *Carta di Londra per la visualizzazione virtuale dei beni culturali*, definita nel 2009 dopo un triennale processo di gestazione [3], e promossa, tra gli altri, dalla *Rete europea di eccellenza nel patrimonio culturale aperto EPOCH* [4] che, a conclusione di una lunga fase elaborativa, ha innescato un processo aperto di orientamento, adesione, condivisione e specializzazione nelle diverse comunità scientifiche [Brusaporci, Trizio 2013]. Processo tutt’ora in corso, in quanto continua a sussistere un disallineamento tra i progressi

nella visualizzazione 3D del patrimonio culturale e lo sviluppo della tecnologia digitale. Con particolare riferimento all’articolazione dei metadati di base in modo trasparente e alla capacità dei sistemi digitali di trasmettere la non assertività dei processi critico-interpretativi dell’architettura e della storia dell’architettura [5].

Il *Preambolo* della *Carta di Londra* recita: «Anche se attualmente i metodi di visualizzazione tridimensionale vengono impiegati su larga scala per aiutare nella ricerca e nella comunicazione dei beni culturali, si è ormai riconosciuto che, per garantire la scrupolosità di tale lavoro dal punto di vista intellettuale e tecnico, e affinché il suo potenziale in questo dominio venga realizzato, è necessario sia stabilire degli standard che rispondano alle particolari proprietà della rappresentazione tridimensionale, sia identificare quegli standard che dovrebbero essere condivisi con gli altri metodi» [6].

La *Carta* propone otto principi conformativi: comunità disciplinari, scopi e metodi, fonti, requisiti di trasparenza, documentazione, standard, sostenibilità, accessibilità.

Testualmente dalla *Carta*: «*Principio 2 – Scopi e metodi*. [...] 2.3. La varietà dei metodi di visualizzazione tridimensionale disponibili dovrebbe essere attentamente valutata per identificare quale sia la proposta più promettente rivolta a ciascun obiettivo dato. Si dovrebbe considerare se i risultati debbano essere fotorealistici oppure schematici; più o meno dettagliati; statici o interattivi; “impressionistici”

Fig. 3. Render. Abbazia di Santa Lucia a Rocca di Cambio, L’Aquila (sec. XIV). Restauro e miglioramento sismico. Tesi di laurea di Manuele De Vitis. Mario Centofanti (relatore), Antonello Salvatori e Stefano Brusaporci (correlatori), 2016.

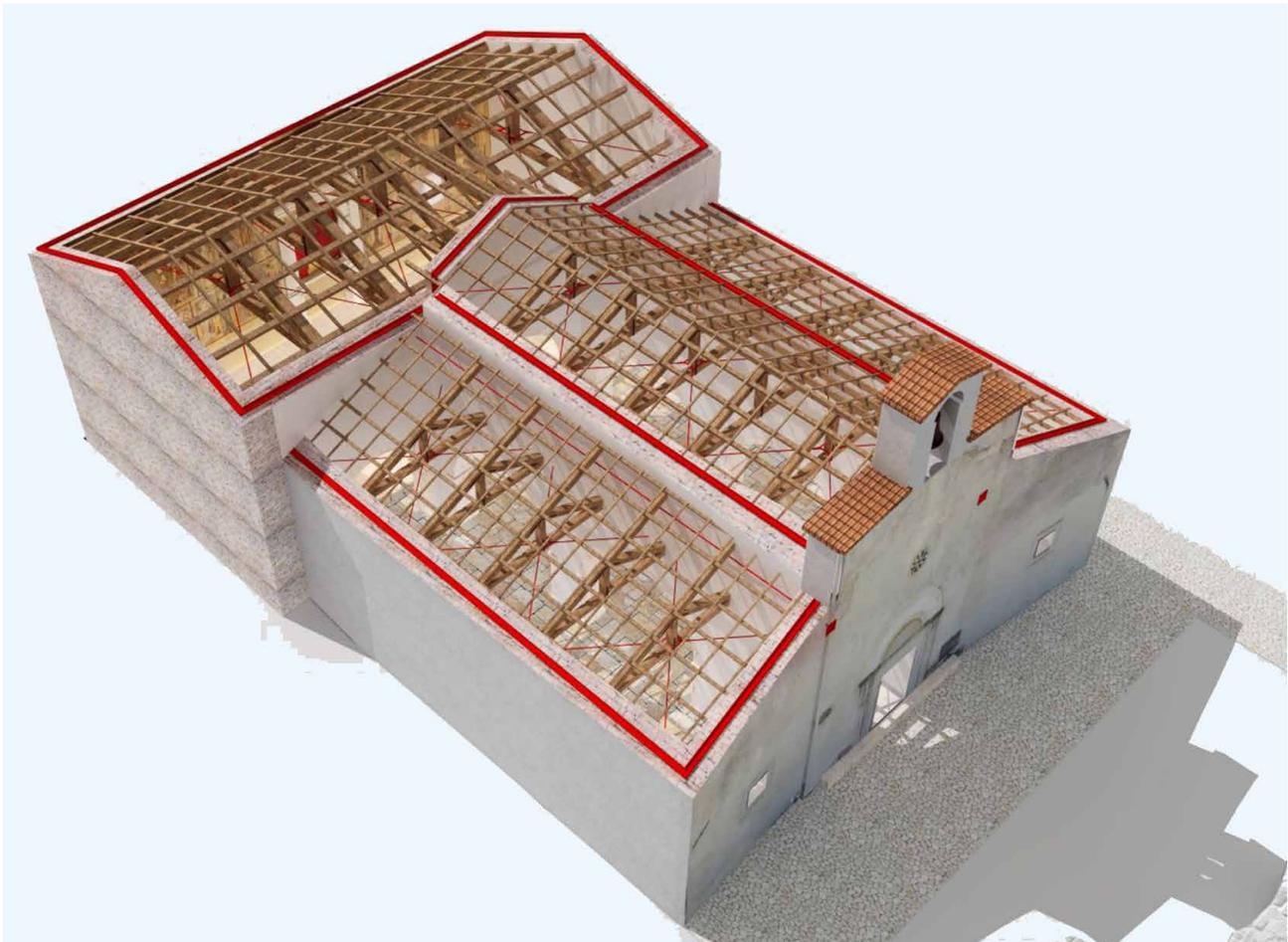


o "accurati". È importante notare che nessuna di queste opzioni è intrinsecamente "buona" o "cattiva"; piuttosto, ciascun metodo proposto dovrebbe essere valutato per vedere se è adatto allo scopo prefisso».

E ancora: «Principio 3 – Fonti. Per assicurare l'integrità intellettuale dei metodi e dei risultati della visualizzazione

tridimensionale, le fonti rilevanti dovrebbero essere identificate e valutate in maniera strutturata. 3.1. Le fonti sono definite come tutte quelle informazioni, digitali e non, prese in considerazione durante la creazione dei risultati della visualizzazione tridimensionale o che vi influiscono direttamente [...]».

Fig. 4 . Render. Abbazia di Santa Lucia a Rocca di Cambio L'Aquila (sec. XIV). Restauro e miglioramento sismico. Tesi di laurea di Manuele De Vitis. Mario Centofanti (relatore), Antonello Salvatori e Stefano Brusaporci (correlatori), 2016.



«Principio 5 – Documentazione. Il procedimento ed i risultati della creazione della visualizzazione tridimensionale dovrebbero essere sufficientemente documentati per: permettere la creazione di una precisa (e trasparente) documentazione; per il potenziale riutilizzo della ricerca e dei suoi risultati in nuovi contesti; per l'aumentata accessibilità e scoperta della risorsa; e per promuoverne la conoscenza oltre la comunità disciplinare originaria [...]».

«Principio 7 – Sostenibilità. [...] una strategia per garantire che 'significative testimonianze della procedura di rappresentazione tridimensionale' e dei suoi risultati venga conservata per le generazioni future».

La sostenibilità è legata all'idea che anche i prodotti virtuali sono valori e quindi beni da trasmettere alle future generazioni, come indicava peraltro la *Carta sulla conservazione del patrimonio digitale* emanata dall'Unesco nel 2003: «Il patrimonio digitale è costituito da risorse uniche di conoscenza e di espressione umane. Include risorse culturali, educative, scientifiche e amministrative, nonché informazioni tecniche, legali, mediche e di altro tipo create digitalmente o convertite in forma digitale dalle risorse analogiche esistenti [...]. Molte di queste risorse hanno valore e importanza durevoli e costituiscono quindi un patrimonio che dovrebbe essere protetto e conservato per le generazioni attuali e future» [7].

Una metafora

In tal senso vorrei utilizzare, operando una dichiarata trasposizione concettuale, una figura retorica legata alla tradizione delle parole che parlano delle immagini. La parola è esperienza retorica che è altro rispetto all'esperienza percettiva e cognitiva dell'immagine. Ma le nostre costruzioni del modello rappresentativo architettonico dovrebbero possedere, come attributo qualitativo complessivo, quello della *èkphrasis*: «Nome che i retori greci davano alla descrizione di un oggetto, di una persona, o all'esposizione circostanziata di un avvenimento, e più in particolare alla descrizione di luoghi e di opere d'arte fatta con stile virtuosisticamente elaborato in modo da gareggiare in forza espressiva con la cosa descritta» [8].

La forza dell'*èkphrasis* sta nel fatto che può sopravvivere alla scomparsa dello stesso oggetto descritto, conservandone la memoria.

Umberto Eco [Eco, Augé, Didi-Huberman 2015, pp. 11, 12] cita l'episodio della scoperta, avvenuta nel gennaio del 1506 in località detta Le Sette Sale sull'Esquilino, dell'im-

portante gruppo marmoreo, greco-ellenistico, della *Morte di Laocoonte*, opera che si pensava perduta. Ma gli artefici del ritrovamento furono in grado di riconoscerlo perché esistevano delle *èkphrasis* come quella di Plinio il Vecchio riportata nel suo *Naturalis Historia* [9].

Conclusioni

Vorrei concludere riprendendo un caposaldo della *Carta di Londra* che al primo principio recita: «1.1 Le comunità operanti su argomenti e discipline specialistiche (d'ora in poi, comunità disciplinari) dovrebbero sviluppare principi, standard, raccomandazioni e guide più dettagliate per assicurare che l'uso della visualizzazione tridimensionale sia coerente con gli obiettivi e i metodi del loro dominio».

Secondo questo orientamento nel 2011 *Il Forum Internazionale di Archeologia Virtuale* ha elaborato, in attuazione della *Carta di Londra, I principi di Siviglia* che disciplinano l'operatività delle migliori pratiche nella "visualizzazione archeologica" basata sul computer per la completa gestione del patrimonio archeologico [10].

Scorrendo i principi enunciati si evidenziano aspetti significativi di interesse, dato che nel settore disciplinare del Disegno numerosi e qualificati sono gli apporti dedicati al rilievo archeologico. Inoltre, notevoli sono le analogie con il rilevamento architettonico sul piano delle procedure e delle tecniche.

Gli otto principi enunciati sono:

1. interdisciplinarietà;
2. scopo (chiarezza dello scopo);
3. complementarità: «L'applicazione della visualizzazione computerizzata per la gestione globale del patrimonio archeologico deve essere considerata come strumento complementare e non alternativo ad altri strumenti di gestione più tradizionali, ma altrettanto efficaci»;
4. autenticità: «La visualizzazione basata su computer normalmente ricostruisce o ricrea edifici storici, manufatti e ambienti come riteniamo che fossero in passato. Per questo motivo, è sempre possibile distinguere ciò che è reale, genuino o autentico da ciò che non lo è»;
5. rigore storico;
6. efficienza (adeguata sostenibilità economica e tecnologica);
7. trasparenza scientifica: «Tutte le visualizzazioni basate su computer devono essere essenzialmente trasparenti, vale a dire testate da altri ricercatori o professionisti, in quanto la validità e quindi l'ambito delle conclusioni prodotte da

tale visualizzazione dipenderà in gran parte dalla capacità degli altri di confermare o confutare i risultati ottenuti»; 8. formazione e valutazione: «Quando le visualizzazioni basate su computer sono destinate a servire da strumento di ricerca e conservazione archeologica, il metodo di valutazione archeologico più appropriato sarà testato da un numero rappresentativo di utenti finali, ovvero professionisti. La qualità finale di qualsiasi visualizzazione computerizzata deve essere valutata in base al rigore delle misure e non alla spettacolarità dei suoi risultati. La conformità a tutti i principi determinerà se il risultato finale di una visualizzazione computerizzata può essere considerato o meno "di alta qualità"».

Note

[1] Arturo Viligiardi (1869-1936), pittore, scultore e architetto.

[2] Per riferimenti in merito a studi e ricerche fondanti sul rilievo architettonico nell'area del Disegno, si veda Centofanti 2010b, pp.10, 11.

[3] *London Charter for the computer-based visualization of cultural heritage*: <<http://www.londoncharter.org/downloads.html>> (consultato il 21 marzo 2018).

[4] EPOCH - *European Network of Excellence in Open Cultural Heritage*, finanziata dalla Commissione europea, UE. Obiettivo della rete è di fornire un quadro organizzativo e disciplinare chiaro per aumentare l'efficacia del lavoro all'interfaccia tra tecnologia e patrimonio culturale dell'esperienza umana rappresentata in monumenti, siti e musei. Questo quadro comprende tutti i vari processi di lavoro e flussi di informazioni.

[5] *The Future of the Virtual Past: Prospects for the 3D Visualization of Cultural Heritage and Archaeology*. Workshop, 23 February 2017, convened by Dr Donald Cooper in the University of Cambridge's Faculty of Architecture and History of Art.

[6] *London Charter for the computer-based visualization of cultural heritage*:

Nella direzione indicata dalla *Carta di Londra* e dai *Principi di Siviglia*, la comunità scientifica del Disegno, alla quale apparteniamo, potrebbe farsi carico di promuovere a livello internazionale la definizione di principi per il rilievo e la modellazione architettonica sia tradizionale che digitale. Lungo i percorsi di una specificità necessaria in quanto l'architettura, la città storica, la città storicizzata, il paesaggio urbano, il paesaggio/territorio presentano problematiche ben più complesse. Sarebbe un passaggio importante per puntare a livelli ancora più alti nella qualità scientifica della ricerca della nostra area, e soprattutto nel suo fondamentale ri-orientamento verso l'interdisciplinarietà e l'internazionalizzazione.

<<http://www.londoncharter.org/downloads.html>> (consultato il 21 marzo 2018).

[7] *Charter on the Preservation of Digital Heritage* (UNESCO, 2003): <http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=17721&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html> (consultato il 21 marzo 2018).

[8] Definizione tratta dal *Dizionario Enciclopedico on line Treccani*. <<http://www.treccani.it/vocabolario/dizionario/>> (consultato il 21 marzo 2018).

[9] «Né poi è di molto la fama della maggior parte, opponendosi alla libertà di certuni fra le opere notevoli la quantità degli artisti, perché non uno riceve la gloria né diversi possono ugualmente essere citati, come nel Laocoonte, che è nel palazzo dell'imperatore Tito, opera che è da anteporre a tutte le cose dell'arte sia per la pittura sia per la scultura. Da un solo blocco per decisione di comune accordo i sommi artisti Agesandro, Polidoro e Atanodoro di Rodi fecero lui e i figli e i mirabili intrecci dei serpenti: Plinio il Vecchio. *Naturalis Historia*, XXXVI, 37.

[10] <<http://smartheritage.com/seville-principles/seville-principles>> (consultato il 21 marzo 2018).

Autore

Mario Centofanti, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile-Architettonica, Ambientale, Università degli Studi dell'Aquila, mario.centofanti@univaq.it

Riferimenti bibliografici

Apollonio, F.I., Gaiani, M., Foschi, R. (2016). Una nuova acqua per la Fontana del Nettuno di Bologna: la simulazione di progetto del sistema degli zampilli. In *Disegnare. Idee immagini*, n. 53, pp. 68-79.

Bianchini, C. (2012). Rilievo e Metodo Scientifico. In Carlevaris, L., Filipa, M. (a cura di). *Elogio della Teoria. Identità delle discipline del Disegno e del*

Rilievo, Atti del 34° Convegno dei docenti delle discipline della Rappresentazione, Roma, 13-15 dicembre 2012. Roma: Gangemi editore, pp. 391-400.

Bolter, J.D., Grusin, R. (1999). *Remediation—Understanding New Media*. Cambridge, MA: The MIT Press.

- Brandi, C. (1977). *Teoria del restauro*. Torino: Einaudi [prima ed. 1963].
- Brusaporci, S. (2017). *Digital innovations in architectural heritage conservation: emerging research and opportunities*. Hershey PA: IGI Global.
- Brusaporci, S., Trizio, I. (2013). La "Carta di Londra" e il patrimonio architettonico: riflessioni circa una possibile implementazione. In *SCIRES-IT. Scientific REsearch and Information Technology*, vol. 3, n. 2, pp. 55-68.
- Carbonara, G. (1997). *Awicinamento al restauro*. Torino: Einaudi.
- Centofanti, M. (2010a). Della natura del modello architettonico. In Brusaporci S. (a cura di). *Sistemi informativi integrati per la tutela la conservazione e la valorizzazione del patrimonio architettonico e urbano*. Roma: Gangemi editore, pp. 43-54.
- Centofanti, M. (2010b). Il contesto culturale di riferimento e il ruolo del rilevamento architettonico. In Brusaporci S. (a cura di). *Sistemi informativi integrati per la tutela, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio architettonico e urbano*. Roma: Gangemi editore, pp. 7-13.
- Centofanti, M. (2012). Prolegomeni sul modello nel rilevamento architettonico. In Carlevaris, L., Filippa, M., (a cura di). *Elogio della teoria*. Roma: Gangemi editore, pp. 415-422.
- Centofanti, M. (2013). Modelli complessi per il patrimonio architettonico-urbano e modellazione tridimensionale integrata nei sistemi informativi per l'architettura. In Brusaporci, S. (eds.). *Modelli complessi per il patrimonio architettonico-urbano*. Roma: Gangemi editore, pp. 16-17.
- Centofanti, M. (2016). The Digital Representation of the Architecture: Subject, Phenomenon, Model. In Chías, Cardone 2016, pp. 60-73.
- Centofanti, M., Brusaporci, S. (2012). Interpretative 3D digital models in architectural surveying of historical buildings. In Di Giamberardino, P. et al. (a cura di). *Computational Modelling of Objects Represented in Images. Fundamentals, Methods and Applications III*. London: CRC Press, pp. 433-438.
- Centofanti, M., Cifani, G., Del Bufalo, A. (1985). *Catalogo dei disegni di Gustavo Giovannoni*. Roma: Centro di studi per la storia dell'architettura, p. 196.
- Centofanti, M. et al. (2011). The architectural information system SIArch-3DUnivaq for analysis and preservation of architectural heritage. In *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, ISPRS, vol. XXXVIII-5/W16, Workshop, Trento 2-4 marzo 2011, pp. 9-14.
- Chías, P., Cardone, V. (2016). (a cura di). *Dibujo y arquitectura. 1986-2016, treinta años de investigación / Disegno e architettura. 1986-2016, trent'anni di ricerca / Drawing and Architecture. 1986-2016, Thirty Years of Research*. Alcalá de Henares, Salerno: Publicaciones de la Universidad de Alcalá, Università di Salerno, FCC.
- Docci, M. (2016). Nuove prospettive per il rilevamento architettonico. Il ruolo del rilevamento 3D nel progetto di restauro e nella conoscenza delle architetture non costruite. In Chías, Cardone 2016, pp. 104-117.
- Docci, M., Bianchini, C. (2016). Il ruolo dei modelli virtuali 3D nella conservazione del patrimonio architettonico e archeologico. In *Disegnare. Idee, immagini*, n. 53, pp. 3, 4.
- Docci, M., Bianchini C., Ippolito A. (2011). Contributi per una teoria del rilevamento architettonico. In *Disegnare. Idee, immagini*, n. 42, pp. 38, 39.
- Eco, U. (2015). *La struttura assente*. Milano: Bompiani [prima ed. 1968].
- Eco, U., Augé, M., Didi-Huberman, G. (2015). *La forza delle immagini*. Milano: Franco Angeli.
- Gaiani, M. (a cura di). (2015). *I portici di Bologna. Architettura, modelli 3D e ricerche tecnologiche*. Bologna: Bononia University Press.
- Gaiani, M. (2016). Una contro storia lunga trent'anni. In Chías, P., Cardone, V. 2016, pp. 144-155.
- Giovannoni, G. (1908). Per le minacciate demolizioni nel centro di Roma. In *Nuova Antologia*, fasc. 942, pp. 317-319.
- Giovannoni, G. (1913). Il diradamento edilizio dei vecchi centri. In *Nuova Antologia*, fasc. 997, pp. 53-76.
- Maldonado, T. (2015). *Reale e virtuale*. Milano: Feltrinelli [prima ed. 1994].
- Marrone, G. (2015). *Postfazione. Immagini in lotta, simulacri in azione*. In Eco, Augé, Didi-Huberman 2015, pp. 77-85.
- nCh'ng Eugene. (2015). Virtual Heritage: Cultural Agents, Environments and Objects. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 24(3).
- Popper, K.R. (1935). *Logik der Forschung*. Wien: Springer.

San Félix de Torralba de Ribota. Caracterización geométrica de las Iglesias fortaleza

Luis Agustín-Hernández, Angélica Fernández-Morales, Miguel Sancho Mir

Resumen

A mediados del siglo XIV, entre 1356 y 1369, durante la llamada “Guerra de los dos Pedros”, en una serie de enclaves fronterizos, se construyeron pequeñas iglesias, como la Iglesia de Santa María en Tobed, la de San Martín en Morata de Jiloca y la de San Félix en Torralba de Ribota, estas iglesias formarán parte de una tipología nueva, denominada Iglesias fortaleza, “denominación que han recibido en atención al fuerte carácter militar que ofrecen sus compactos volúmenes exteriores, ritmados por torres-contrafuerte” [Borrás Gualis 2006].

El objetivo de la investigación es la caracterización formal y geométrica de una tipología arquitectónica de gran interés patrimonial, se procederá a la reconstrucción virtual, mediante la combinación de técnicas fotogramétricas y de escaneado laser, permite obtener un levantamiento preciso, sobre el que realizar análisis gráficos con la rigurosidad requerida, obteniendo los trazados reguladores empleados para el diseño arquitectónico del edificio.

La precisión obtenida, es de gran interés para caracterizar la forma, en especial la curvatura de los arcos, plementos, así como de otros elementos no rectilíneos. Se ha realizado, con el fin de generar una base de datos comparables.

Palabras clave: Gótico mediterráneo, Iglesias Fortaleza, Scanner laser, Fotogrametría, Caracterización geométrica arcos.

Introducción

A mediados del siglo XIV, entre los años 1356 y 1369, se produce la llamada “Guerra de los dos Pedros”, entre Pedro I “el Cruel” de Castilla y Pedro IV “el Ceremonioso” de Aragón, la guerra originada por la disputa sobre el control de Murcia, y por tanto, la supremacía Aragonesa en el Mediterráneo occidental, se enmarca en la guerra Europea de los 100 años, que enfrentó a Inglaterra con Francia; Castilla contaba con el apoyo de Génova, alineada en la órbita inglesa, y la Corona de Aragón con el de sus territorios italianos y franceses, en la esfera Francesa, lo que representó una guerra a nivel continental y de múltiples intereses.

Esa guerra, no constante en el desarrollo de batallas, sino más bien con una discontinuidad a lo largo del tiempo, provocó luchas y conquistas en los territorios limítro-

fes entre la Corona de Aragón y la Corona de Castilla, especialmente en los territorios occidentales del reino de Aragón, en los entornos de Tarazona, Calatayud, Daroca y Teruel; también las zonas limítrofes del reino de Valencia en Utiel, Requena y Alicante.

La zona Calatayud-Tarazona tiene especial interés en la defensa del Reino, el control de los valles del Jalón y el Jiloca, caminos de acceso natural entre Castilla y Aragón y en consecuencia puerta de acceso rápido a Zaragoza, tienen un enclave estratégico, por lo que Pedro IV manda fortificar los municipios importantes de Calatayud, Ariza, etc. y obliga a abandonar los enclaves que no pudieran ser fortificados, para no dar ventaja a las tropas castellanas ante una eventual campaña militar; ya que la ciudad de Ta-

razona había caído en manos de Pedro I, el principal destino para la población de todos los lugares estimados como desprotegidos o imposibles de defender fue Calatayud, donde ya en la primavera de 1357 se preveía la llegada de los habitantes de Torralba de Ribota, Aniñón, Cervera de la Cañada, Clarés, Vadill, Viver de la Sierra y Embid de la Ribera [Lafuente 2009, p. 540].

En este contexto, aragoneses destacados y Ordenes Militares, colaboran con Pedro IV, sufragando la construcción, en una serie de enclaves fronterizos, de pequeñas iglesias: entre ellas destacan, la Iglesia de Santa María en Tobed, la de San Martín en Morata de Jiloca y la de San Félix en Torralba de Ribota, construida esta sobre las ruinas de la anterior destruida en la guerra y sobre la que se centra este trabajo. Estas pequeñas iglesias formarán parte de una tipología nueva, denominada Iglesias fortaleza, «denominación que han recibido en atención al fuerte carácter militar que ofrecen sus compactos volúmenes exteriores, ritmados por torres-contrafuerte» [Borrás Gualis 2006, p. 301]. Se trata de fábricas levantadas dentro del estilo Gótico-Mudéjar, y se basan en una organización en planta de nave única, y capillas laterales, entre las que se encuentran alojados las torres-contrafuertes. Sobre las capillas laterales y la cabecera, en la planta primera, existe una tribuna exterior a modo de paso de ronda, lo que le imprime un fuerte carácter militar. Aunque hay que apuntar, que a pesar de su nombre se aprecia una escasa capacidad defensiva (fig. 1). Tienen tres particularidades que las harán notables; la primera es que participan en su construcción y serán depositarios de los edificios, aunque no de forma exclusiva, las órdenes militares; la segunda particularidad es la construcción por parte de conversos, como Mahoma Rami o Mahoma Calahorra; y la tercera es la tipología y los recursos constructivos empleados, pues los edificios están realizados en fábrica de ladrillo, para lo que se utilizaban los materiales más “industrializados” de la época y de poco coste y rápida ejecución en zonas carentes de piedra para la construcción.

El primer estudio histórico-artístico sobre la iglesia de San Félix de Torralba de Ribota, es el artículo titulado Iglesias gótico-mudéjares del arcobispado de Calatayud, de José María López Landa (Calatayud, 1878-1953), publicado en la revista *Arquitectura* en el año 1923 [Borrás Gualis 2011, p. 65]. En este texto se cita ya el decreto del año 1367 del obispo Pedro Pérez Calvillo ordenando la edificación de una nueva iglesia para sustituir a la antigua parroquia destruida en la guerra de los dos Pedros [López Landa 1923, pp. 126].

Documento que permite hacer una aproximación a la datación de la fábrica original de la iglesia, junto con otro dato, este de tipo heráldico, que son las armas del obispo de Tarazona, Juan de Valtierra (1407-1433), situadas en el coro alto. La planta es de nave única con el ábside recto y planta rectangular; que configura un espacio interior unitario, cubierto con una combinación de bóvedas de crucería simple y pequeños tramos con bóveda de cañón apuntado

Fig. 1. Vista lateral exterior de la iglesia de San Félix de Torralba de Ribota. Fotografía de los autores.



cuyo trazado generatriz es el arco peripiaño de la bóveda de crucería. Estructuralmente los empujes generados por las bóvedas se absorben gracias a las torres-contrafuerte perimetrales, tres a cada lado de la nave, entre cuyas torres se construyen capillas laterales, manteniendo una fachada exterior recta, plana y unitaria, en la que no se formalizan las torres, dándole un aspecto cubico. La cabecera recta está formada por tres capillas, cubiertas con bóveda de crucería sencilla y comunicadas entre sí, con capillas laterales. Por encima de las capillas laterales, de las tres capillas de la cabecera, y atravesando el coro se recorre el denominado paso de ronda, y sobre el coro se construye un gran rosetón, bajo el cual se abre la puerta principal. Todo el conjunto está realizado en fábrica de ladrillo, revestido al interior y decorado mediante agramilado y pintura policromada de objetos geométricos. Las ventanas en la planta alta se construyen con una gran riqueza decorativa construida con yeso estructural del taller de Mahoma Ramí [Borrás Gualis 2011, p. 87].

Se acota el periodo de construcción entre 1367 y 1433. Con estos datos y tras un análisis artístico tipológico y formal, Gonzalo Borrás [Borrás Gualis 2011, pp. 84-88] propone dos periodos constructivos de modo que al primero, situado en el último cuarto del siglo XIV, correspondería toda la fábrica de la iglesia, probablemente obra del

maestro Mahoma Calahorra, menos el módulo occidental que la cierra, con la fachada principal y las dos torres que la flanquean, que pertenecerían al segundo periodo, alrededor de 1420, obra atribuida al maestro Mahoma Ramí. Tiene especial importancia para el estudio, el estudio de las bóvedas de crucería y su trazado geométrico, aceptado el papel fundamental que juegan los nervios en la definición formal de la bóveda, hay que enfatizar la importancia de realizar análisis geométricos rigurosos para conocer la naturaleza de sus diseños. Como ya apuntaba Willis en el siglo XIX [Willis 2012, pp. 25, 34], es deseable averiguar las curvaturas exactas de las nervaduras, ya que estas son resultado de las distintas reglas empleadas para hallar centros y radios por las distintas escuelas de acuerdo con su época y nacionalidad.

Esta afirmación respalda la necesidad de caracterizar geométricamente las bóvedas de forma precisa para analizar sus trazados reguladores, y comprobar si estos difieren en relación con su materialidad –aunque se ha afirmado que, en el territorio de Aragón, ni los materiales ni las técnicas llegaron a definir formas generatrices de ningún estilo [Ibáñez Fernández 2008, p. 44], esta generalización sólo puede ser corroborada mediante un análisis geométrico con la requerida precisión–, con la autoría u otros factores. La falta de estudios en el territorio aragonés en este sentido prescribe el interés de esta investigación, que forma parte de un proyecto más amplio y ambicioso, del que se esperan poder obtener resultados que no son posibles con el análisis de casos aislados (fig. 2).

Existe documentación de un importante número de intervenciones sobre la fábrica original entre los siglos XVIII, XIX, XX y XXI [Borrás Gualis 2011, pp. 71-73]. Por su trascendencia, cabe destacar la sufrida en la primera mitad del siglo XVIII, cuando se ciega la puerta principal para la acomodación de un coro bajo que sobresalía en planta con un cierre poligonal, y se procede a la apertura de un vano mediante arco de medio punto como nuevo acceso al templo, ubicado en el lado del evangelio, entre otras actuaciones. El tiempo hará mella en el estado del inmueble, principalmente por los acuciantes problemas de humedad, debidos tanto a las filtraciones como a los procesos de capilaridad.

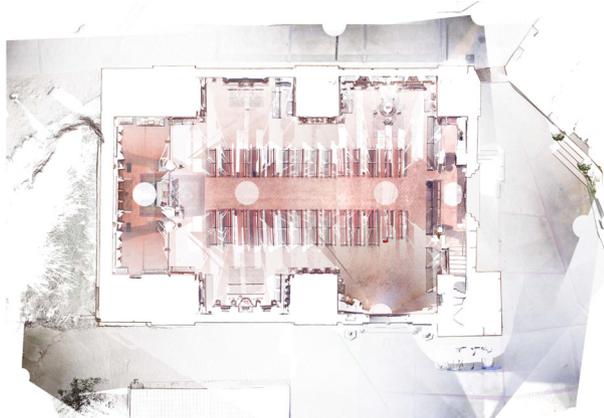
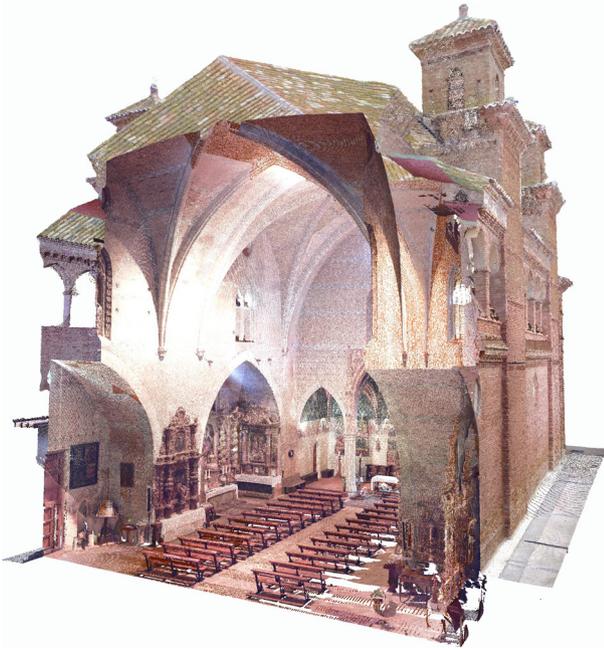
Ya en el siglo XX, frente a la insostenibilidad de la situación, se decide intervenir. Desde 1953 hasta la década de los setenta, Fernando Chueca Goitia se hace cargo de la restauración de la iglesia, interviniendo en diversas fases [Hernández Martínez 2012, pp. 13-26]. Se sustituye completa-

Fig. 2. Vista interior de la nave de la iglesia de San Félix de Torralba de Ribota. Fotografía de los autores.



Fig. 3. Vista del modelo digital seccionado. Elaboración propia.

Fig. 4. Vista en planta del modelo digital seccionado a + 4,00 m. Elaboración propia.



mente la estructura de la cubierta y se intenta devolver a la construcción el carácter unitario de la tipología original, demoliendo el coro bajo añadido en época barroca, que cegaba el acceso original, abriendo las arquerías de las tribunas exteriores o restituyendo (o reconstruyendo) elementos prácticamente perdidos, como el rosetón tallado en aljibe de la fachada principal. Incluso añadiendo nuevos elementos como el alero lignario que cubre el acceso barroco.

Ya del último cuarto del siglo XX y principios del XXI son las intervenciones llevadas a cabo por el arquitecto Joaquín Soro [Borrás Gualis 2011, pp. 73-78], principalmente encaminadas a resolver el problema endémico de las humedades y sus graves consecuencias sobre la estructura y la decoración del templo.

El objetivo de la investigación es la caracterización formal de una tipología arquitectónica de gran interés patrimonial, a través de la precisa documentación de los edificios estudiados. La reconstrucción virtual, mediante la combinación de técnicas fotogramétricas y de escaneo laser, ha permitido obtener un levantamiento preciso sobre el que realizar análisis gráficos con la rigurosidad requerida, obteniendo los trazados reguladores empleados para el diseño arquitectónico del edificio, lo que posibilitará el estudio comparativo de las trazas empleadas en los distintos edificios de la tipología. Además, el proceso de levantamiento elegido permite realizar un adecuado registro de otros aspectos formales que caracterizan la edificación estudiada como es la valiosa decoración agramilada y pintada, o el importante patrimonio mueble que contiene el templo [Lacarra Ducay 2011 pp. 105-162] dentro de su contexto.

Metodología

Antes de enfrentarse al trabajo de campo se realizó una aproximación al estado de los estudios que han tratado el edificio a analizar, un trabajo que necesariamente había de partir del estudio documental basado en la revisión de las diferentes fuentes archivísticas y bibliográficas. Por suerte, la iglesia de San Félix de Torralba de Ribota ha sido investigada desde diversos puntos de vista, ya que cuenta con estudios históricos y artísticos de rigor que han permitido enfrentarse al análisis planteado con las suficientes garantías de base.

El estudio de las fuentes documentales es fundamental para evaluar la autenticidad de los elementos y valores dimensionales a registrar, para lo que ha sido de especial

relevancia conocer las distintas actuaciones documentadas que ha sufrido el edificio. No obstante, se considera necesario complementarlo con el análisis crítico in situ del edificio, mediante técnicas de estratigrafía muraria, para contrastar la originalidad de datos a tomar.

Tras esta fase, se cuenta con el conocimiento suficiente para planificar el trabajo de campo, imprescindible para una toma de datos efectiva. Como expone Gil [Gil 2016, p. 48] la elección del método de levantamiento del edificio dependerá de factores como el tipo de monumento, o el nivel de detalle requerido. Donde se requiera el detalle milimétrico y documentar grandes áreas, se aconseja utilizar el escáner láser, por su comodidad y rapidez. La fotogrametría, un proceso más económico y expeditivo, es aconsejable para elementos individuales, como columnas y estatuas. Para el registro de techos y cubiertas, se recomienda la fotogrametría aérea de rango cercano con ayuda de un dron.

En este caso, el levantamiento del edificio se ha realizado mediante una combinación de escaneado láser y fotogrametría área de rango cercano. Con la combinación de ambas, se ha podido obtener el modelo completo del exterior y el interior del edificio.

Para el escaneado se utilizó un escáner láser Faro Focus3D X 130, con un rango de alcance de entre 0,6 y 130 m, y que permite una precisión de distancias de hasta ± 2 mm. Se realizaron catorce estacionamientos: cuatro interiores, uno interior-exterior (en el umbral de la puerta) y nueve exteriores. La densidad de la nube de puntos fue de 6mm, y la información capturada fue no solo volumétrica sino también colorimétrica, con el fin de registrar los materiales y las pinturas del edificio. El escáner permitió, por lo tanto, la toma de datos del interior y de todas las fachadas.

Para el registro fotogramétrico se utilizó un dron DJI con su propia cámara integrada, DJI modelo FC350, con una distancia focal de 20 mm (gran angular) y una apertura de diafragma fija de 2,8. Se tomaron fotografías de 4000 x 2250 píxeles, en su mayoría con ángulo oblicuo, lo cual permitió una captura bastante buena no solo de la cubierta sino también de las fachadas, en este caso, a diferencia del escáner, desde una cota alta. Las 96 fotografías utilizadas se procesaron con el software Photoscan, y se obtuvo una nube de 4.700.000 puntos, que fue limitada a la cota +10m del edificio, considerando la cota 0 el nivel del suelo del interior de la iglesia. La información de las fachadas por debajo de los +10m se confió, por lo tanto, solo al escáner láser, por ser más detallada.

Fig. 5. Vista en planta cenital del modelo digital. Elaboración propia.

Fig. 6. Plano de planta obtenido del modelo digital. Elaboración propia.

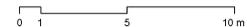
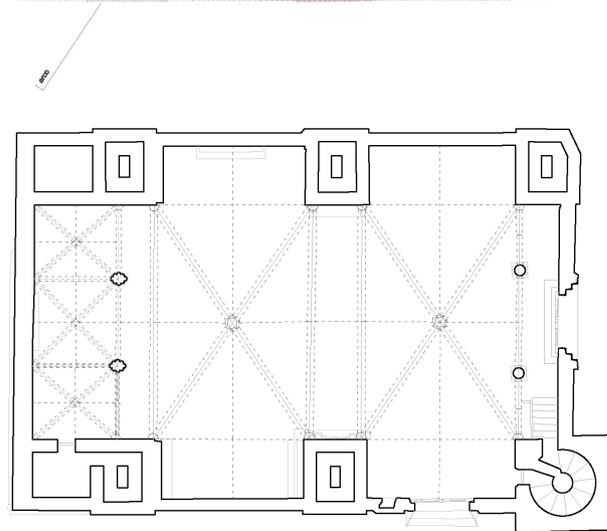
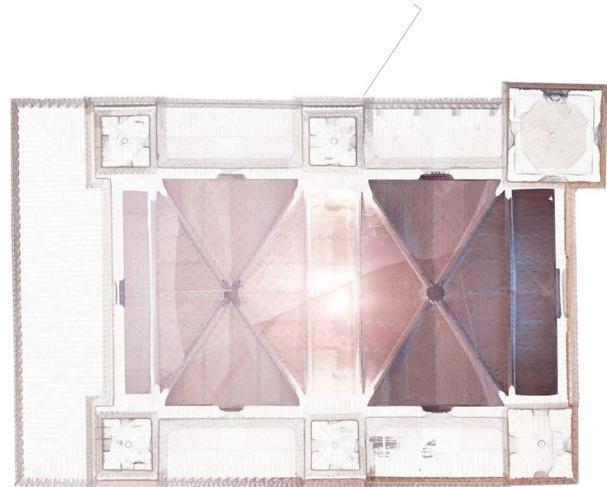




Fig. 7. Vista seccionada longitudinal del modelo digital. Elaboración propia.

La combinación de la información del escáner láser y del procesado fotogramétrico, un total de quince nubes de puntos, se realizó con el software Autodesk Recap. Primero se cargaron todos los estacionamientos del escáner y se referenciaron entre ellos utilizando puntos comunes, en un proceso que Recap ayuda a hacer de forma bastante automática. A continuación, se tomó nota de las coordenadas de varios puntos relevantes del modelo, y, en Photoscan, se asignó dichas coordenadas a los puntos correspondientes en la nube fotogramétrica, obtenida a partir de las fotografías del dron. De este modo se orientó y escaló el modelo fotogramétrico para encajar exactamente con la información del escaneado láser. Por último, se importó esta nube de puntos en Recap, junto con las demás, logrando un solape perfecto.

La ventaja del software Recap es que los archivos resultantes tienen una fácil integración en otros programas 3d, para su visualización, obtención de vistas y combinación con otros modelos. En este caso, se utilizó el programa AutoCAD para la obtención de las vistas deseadas, por medio de la aplicación de recortes rectangulares a la nube de puntos. Una vez obtenido el modelo tridimensional, previo conocimiento de la tipología arquitectónica a analizar, así como de su sistema constructivo, se decidieron qué trazas y dimensiones son las que la definen. Este proceso es trascendental, ya que es el que permitirá realizar el análisis comparativo entre el bien documentado, primer caso de estudio, y los siguientes, que formarán parte de una investigación más amplia y ambiciosa, de largo recorrido (fig. 3).

En este caso, ha sido de especial relevancia la documentación precisa de la traza y proporción de los arcos que definen la estructura del edificio, como son los diagonales de las bóvedas de crucería simple, o los perpiaños, así como de la montea de las bóvedas de cañón apuntadas de las capillas laterales.

Para la obtención de la planta y la planta cenital se realizaron recortes horizontales a distintas alturas, y se generaron vistas superiores e inferiores. Para la obtención de secciones longitudinales se realizaron recortes verticales, tomando como referencia el eje central de la cubierta. También se realizó un recorte vertical oblicuo al eje, por uno de los arcos de la bóveda de crucería de la cabecera, con el fin de conocer la geometría real de dicho arco. Todas las vistas se generaron a escala 1/100 (figs. 4-6).

Las secciones obtenidas directamente sobre el modelo tridimensional sirvieron como base para el redibujado de las mismas, este método permitió obtener los trazados

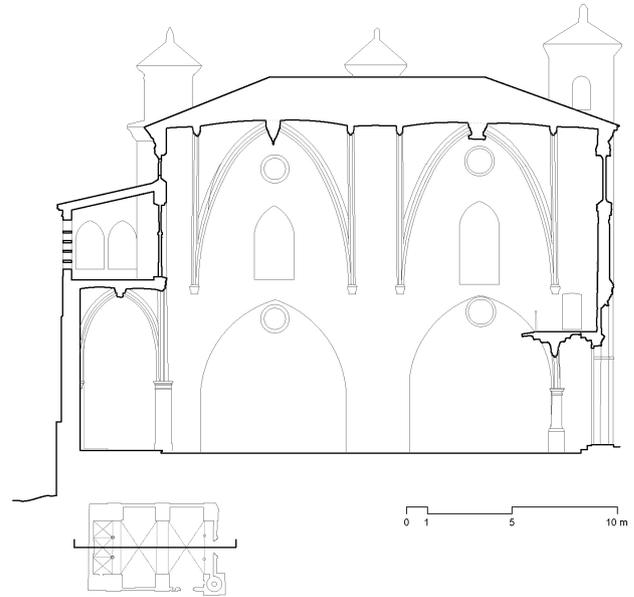


Fig. 8. Plano de la sección longitudinal obtenido del modelo digital. Elaboración propia.

reguladores de las geometrías, así como profundizar en el conocimiento del edificio, ya que el dibujo, que es un proceso analítico, permite y requiere un contacto intenso con la realidad estudiada (figs. 7-10).

Resultados

Como consecuencia del trabajo realizado, según la metodología expuesta, se ha generado material gráfico de diversa naturaleza. La toma fotográfica necesaria para el levantamiento fotogramétrico es un resultado en sí mismo de gran interés, especialmente la captura de imágenes con dron, ya que supone una documentación inexistente hasta la fecha.

El modelo tridimensional, obtenido mediante combinación de los datos generados mediante la tecnología del escáner láser y del procesado fotogramétrico, contiene toda la información geométrica del edificio, pero también registra los valores cromáticos obtenidos de las fotografías utilizadas en el proceso.



Fig. 9. Vista seccionada por el arco de la bóveda de crucería del modelo digital. Elaboración propia.

Por último, el análisis gráfico realizado a través de la delineación de las planimetrías seleccionadas ha supuesto la obtención una gran cantidad de datos, de los que se exponen los más relevantes. El volumen de la iglesia se inscribe en un sólido capaz de $27,76 \times 18,67 \times 27,84$ m. La altura máxima de este volumen lo determina la torre que se encuentra en los pies del templo, en el lado del Evangelio, y tiene una planta de $4,44 \times 4,42$ m. Ya en el interior del templo, el sistema estructural modula y proporciona un espacio de $24,39 \times 16,36 \times 15,76$ metros, con la altura delimitada por la posición de las claves de las bóvedas de crucería simple de la nave central. Estas bóvedas cubren un espacio en planta de $7,30 \times 10,87$ m y los arcos cruceros que las forman tienen unas dimensiones de 7,86 m de flecha y 12,93 m de luz, lo que supone una relación de esbeltez de 1/1,64. Los arcos perpiaños, que actúan de arco generatriz de los tramos de bóveda de cañón apuntada de la nave central, tienen la misma flecha, pero cubren una luz de 10,87 m, por lo que su relación de esbeltez, de 1/1,38, es lógicamente mayor. En cuanto a las bóvedas de las capillas laterales, que cubren un espacio de 2,76 metros de profundidad, se definen mediante un arco generatriz de 4,20 m de flecha y 6,86 m de luz (esbeltez de 1/1,63).

Las bóvedas son de crucería simple, con ojivos apuntados y de rampante llano, con nervios de ladrillo aplastillado y plementerías también de ladrillo. Los arcos formeros no se expresan mediante nervios, sino que la plementería se encuentra con el muro formando una arista, la bóveda, como se ha descrito, cubre una luz de 10,87 metros y una crujía de 7,30. Esto supone una planta con una relación prácticamente sexquiáltera (3 : 2), una de las más utilizadas en el gótico [Palacios Gonzalo 2009, pp. 86-87]. El rampante trasversal, de forma ligeramente curva y en pendiente, tiene una diferencia de cota de 55 cm (pendiente recta = 10,7%), mientras que el rampante del espinazo, con la misma definición formal, tiene una diferencia de cota de 23,4 cm (pendiente recta = 7,4%). El formero está muy peraltado con su centro a 2,68 metros de la línea de imposta, a diferencia de los nervios diagonales y los perpiaños, con los centros muy próximos a esta, aunque siempre por debajo, con el diagonal algo más alejado (33,9 cm), y con una curvatura que podría considerarse igual. Todas las curvaturas de los nervios son segmentos de una circunferencia y han sido trazados con una tolerancia máxima respecto de los puntos medidos de 2,1 cm, siempre tomando como referencia el intradós de los arcos.

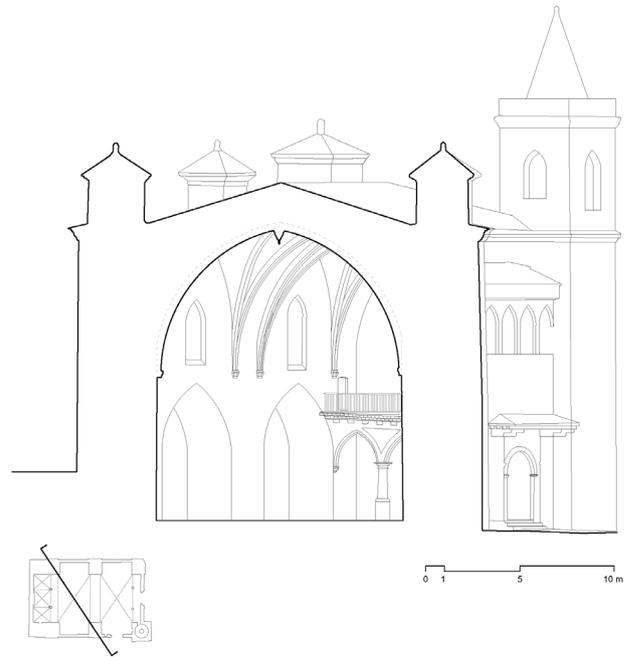


Fig. 10. Plano de la sección longitudinal del arco de crucería obtenido del modelo digital. Elaboración propia.

Conclusiones

La diversa naturaleza del material gráfico generado en la investigación, la información fotográfica, el modelo virtual tridimensional y el posterior delineado y análisis gráfico, se complementa para conseguir la correcta caracterización formal, definiendo la geometría, pero también los valores cromáticos asociados que determinan la verdadera imagen del monumento.

Como consecuencia de la metodología empleada se ha podido corroborar la importancia de una minuciosa planificación de las distintas etapas, para lo que es necesario un conocimiento previo del bien a analizar. Sólo así se puede evitar la duplicidad de esfuerzos en la toma de datos, o la utilización de datos impropios, entre otros errores que podrían ser cruciales para los resultados obtenidos. Además, el análisis comparativo de las planimetrías generadas con las ya existentes ha revelado una importante diferencia en las geometrías representadas, por lo que la precisión

obtenida con el método utilizado es de gran interés para caracterizar la forma, en especial la curvatura de los arcos, plementos, así como de otros elementos no rectilíneos. Por último, con el ánimo de generar una base de datos comparables, que permitan análisis posteriores, es obli-

gatorio establecer una normalización de los datos, que posibilite su interoperabilidad. Condicionantes que se presentan como imprescindibles para que la metodología sea válida para la caracterización formal no sólo de una iglesia, sino de la propia tipología.

Agradecimientos

Queremos mostrar nuestra gratitud con D. Ángel F. Yagüe, párroco de la iglesia de San Félix y con D. Joaquín Soro, Arquitecto, por su entera disposición, compartiendo con nosotros sus conocimientos y su entusiasmo.

Autores

Luis Agustín-Hernández, Departamento de Arquitectura, Universidad de Zaragoza, lagustin@unizar.es
 Angélica Fernández-Morales, Departamento de Arquitectura, Universidad de Zaragoza, af@unizar.es
 Miguel Sancho Mir, Departamento de Arquitectura, Universidad de Zaragoza, misanmi@unizar.es

Lista de referencias

Borrás Gualis, G.M. (2006). Estructuras Mudéjares aragonesas. En Lacarra Duca, M^a del C. (ed.). *Arte mudéjar en Aragón, León, Castilla, Extremadura y Andalucía*. Zaragoza: Institución «Fernando El Católico» (CSIC) Excma. Diputación de Zaragoza, pp. 297-313.

Borrás Gualis, G.M. (2011). La iglesia mudéjar de San Félix de Torralba de Ribota. En Yagüe Guirles, A.F. et al. *Torralba de Ribota. Remanso del mudéjar*. Zaragoza: Institución «Fernando el Católico» (CSIC), Excma. Diputación de Zaragoza, pp. 64-104.

Gil, A. (2016). Digital reconstructions – a methodology for the study, preservation and dissemination of architectural heritage. En *ARQUEOLÓGICA 2.0 – Proceedings of the 8th International Congress on Archaeology, Computer Graphics, Cultural Heritage and Innovation*. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València, pp. 44-55.

Hernández Martínez, A. (2012). Fernando Chueca Goitia y el arte mudéjar aragonés: arquitectura, historia y restauración. La intervención en la iglesia de San Félix de Torralba de Ribota (1953-1972). En *Revista electrónica de patrimonio histórico*: <<http://www.revistadepatrimonio.es/revistas/numero10/intervencion/estudios2/articulo.php>> (consultado el 1 de Octubre de 2012).

Ibáñez Fernández, J. (2008). La arquitectura en el reino de Aragón entre el Gótico y el Renacimiento: inercias, novedades y soluciones propias. En *Artigrama*. 23, pp. 39-95.

Lacarra Duca, M^a del C. (2011). Arte mueble, medieval y moderno, en la iglesia parroquial de San Félix. In Yagüe Guirles, A.F. et al. *Torralba de Ribota. Remanso del mudéjar*. Zaragoza: Institución «Fernando el Católico» (CSIC), Excma. Diputación de Zaragoza, pp. 105-162: <https://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/31/27/_ebook.pdf> (consultado el 1 de Octubre de 2012).

Lafuente, M. (2009). *La guerra de los dos Pedros en Aragón (1356-1366). Impacto y trascendencia de un conflicto bajomedieval*. Tesis Doctoral. Departamento de Historia Medieval, Ciencias y Técnicas Historiográficas y Estudios Árabes e Islámicos, Universidad de Zaragoza.

López Landa, J. M. (1923). Iglesias góticomudéjares del arcedianado de Calatayud. *Arquitectura*. 49, 1923, pp. 125-135.

Palacios Gonzalo, J.C. (2009). *La cantería medieval: la construcción de la bóveda gótica española*. Madrid: Munilla-Leria.

Willis, R. (2012). *La construcción de las bóvedas en la Edad Media*. Madrid: Instituto Juan de Herrera. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

Intorno al “mantello”. Considerazioni sulle geometrie della copertura del padiglione di Osaka di Maurizio Sacripanti

Lorena Greco, Maria Laura Rossi, Marta Salvatore

Abstract

Questo studio rivolge l'attenzione all'interpretazione della forma di superfici a doppia curvatura che caratterizzano la morfologia di progetti architettonici non realizzati di particolare interesse formale. L'analisi dell'architettura, condotta nella tradizione del disegno per via analogica, trova oggi un fecondo ambito di sperimentazione nello spazio digitale, luogo privilegiato di studio e validazione delle proprietà geometriche delle forme delle quali l'architettura si compone.

La metodologia impiegata affronta il problema della lettura delle superfici architettoniche attraverso il controllo delle rispettive proprietà geometriche nell'ambito della rappresentazione continua tridimensionale in ambiente digitale. Oggetto della sperimentazione è la copertura del padiglione progettato da Maurizio Sacripanti per l'Esposizione Universale di Osaka del 1970, caso emblematico per via delle diverse interpretazioni della forma del “mantello”.

L'interesse per quest'opera risiede tanto nella conformazione della copertura quanto nell'idea di movimento, che diviene elemento portante di un'architettura cinetica che trasforma la tecnologia in un linguaggio architettonico.

Parole chiave: Maurizio Sacripanti, Padiglione italiano, Osaka, mantello, architettura cinetica.

Introduzione

Questo studio rivolge l'attenzione all'interpretazione della forma di superfici a doppia curvatura che caratterizzano la morfologia di progetti architettonici non realizzati.

L'analisi dell'architettura, condotta nella tradizione del disegno per via analogica – e cioè grafica – trova oggi un fecondo ambito di sperimentazione nello spazio digitale, luogo privilegiato di studio e validazione delle proprietà geometriche delle linee e delle superfici delle quali l'architettura si compone.

La modellazione tridimensionale ha avuto il grande merito di consentire la materializzazione, nello spazio digitale, dei processi mentali di immaginazione della forma attraverso la costruzione virtuale di modelli. Agli inizi del Novecento Gino Loria sosteneva che la costruzione è dimostrazione

esistenziale della forma, e mai come oggi, pensando allo spazio virtuale di un computer, questa riflessione risulta di attualità [Loria 1935, p. 276]. Oggi possiamo operare direttamente nello spazio e servirci di curve sghembe e di superfici a doppia curvatura per la soluzione di problemi morfologici. Questa operatività ha ampliato negli ultimi anni il campo di sperimentazione della geometria, includendo nel repertorio classico dei problemi risolvibili per via sintetica, e perciò attraverso il disegno, costruzioni sempre più complesse.

Se la ricerca sulla forma trova un fecondo ambito di sperimentazione nella composizione architettonica, in cui le proprietà delle linee e delle superfici divengono di volta in volta occasione di progetto, questa trova un ulteriore ambito di

applicazione nella lettura critica di progetti non realizzati, dove la sua riconoscibilità è il risultato della coerenza fra le caratteristiche geometriche che le sono proprie e gli elaborati grafici che la rappresentano.

Accade a volte che tale coerenza non trovi riscontro e che, di conseguenza, questa lettura critica riveli alcune ambiguità. È questo il caso della copertura del padiglione italiano che Maurizio Sacripanti progetta per l'Esposizione Universale di Osaka del 1970, emblematico per via delle diverse interpretazioni di cui sono suscettibili le rappresentazioni del "mantello" (fig. 1).

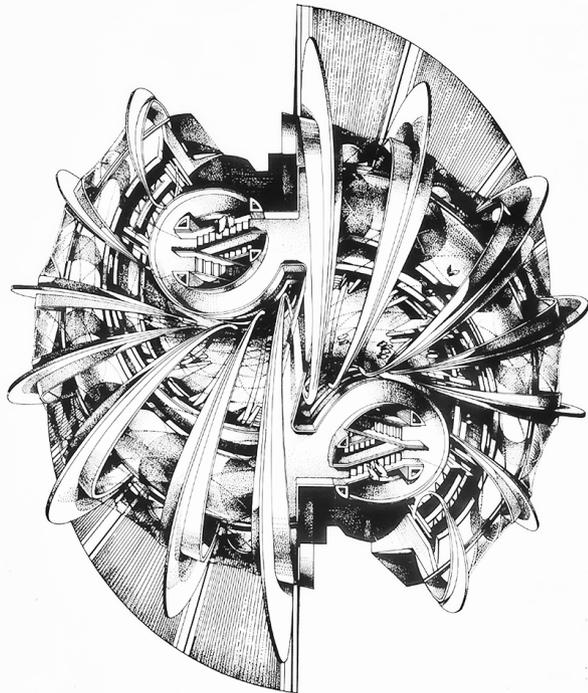
Il padiglione di Osaka è una delle "architetture cinetiche" che Sacripanti progetta negli anni '60. Concepite come "organismi viventi", presentano spazi particolarmente ar-

ticolati, caratterizzati da una certa complessità formale e da una spiccata plasticità. Questa complessità non è data dalle proprietà delle singole superfici utilizzate, ma dalla combinazione di un insieme di geometrie semplici da cui prendono vita, animati da movimento, spazi meccanici di volta in volta mutevoli, progettati considerando il "tempo" un elemento di progetto.

L'interesse per quest'opera risiede quindi tanto nella conformazione geometrica del mantello, quanto nella sua compatibilità con l'idea di movimento, elemento portante e motore di questa architettura. La lettura critica dei modelli grafici e fisici che ci sono pervenuti ha rivelato alcune ambiguità che sono state lo spunto per una serie di riflessioni intorno alla ricerca di una forma luogo geometrico compatibile con l'idea alla base del progetto e con il movimento della struttura.

Lo studio del mantello del Padiglione di Osaka è stato quindi l'occasione per sperimentare una metodologia finalizzata all'analisi morfologica di superfici architettoniche di particolare interesse formale attraverso un processo di razionalizzazione geometrica che opera nell'ambito della rappresentazione continua tridimensionale [1].

Fig. 1. Studio Sacripanti, veduta prospettica del padiglione di Osaka. Roma, Accademia Nazionale di San Luca, Archivio del Moderno e del Contemporaneo. Fondo Maurizio Sacripanti. 1968 - Progetto per il Padiglione italiano all'Esposizione Universale Expo '70 a Osaka, n. 11/34.
<http://www.fondosacripanti.org/elementi_online.php?id=42>



Le ragioni del "mantello"

La «variabilità delle forme» e la «modificabilità dello spazio» [2] sono temi che Sacripanti indaga e sviluppa a partire dai primi anni Sessanta, dal progetto del rivestimento del Grattacielo Peugeot, costituito da pannelli mobili, alla struttura del palcoscenico che caratterizza il progetto del Teatro Lirico di Cagliari, ispirato dalla rappresentazione scenica dei balletti di John Cage [3]. Ma è nella proposta per il Padiglione di Osaka che il movimento diventa elemento chiave di un'architettura cinetica che, ispirata all'arte programmata, fa della tecnologia uno strumento progettuale, al punto da volerla trasformare in linguaggio architettonico.

Concepito come un percorso espositivo dinamico, il padiglione è formato da due parti uguali, una ruotata di 180° rispetto all'altra, due «tronchi di cono ricurvi e sfondati che si richiamano a vicenda nel loro andamento crescente e decrescente» [4]. Ognuna di queste parti si compone di una struttura statica, di una struttura dinamica collegata alla prima e di un sistema di membrane di copertura, che Sacripanti definisce nella relazione di progetto «mantello» (fig. 2).

Il nucleo fisso ricalca lo schema statico del padiglione e comprende le passerelle espositive curve, i due corpi cilindrici che racchiudono i corpi scala elicoidali e i canali d'impianto. Alle due torri sono collegate quattordici strutture in acciaio verticali, cavalletti binati che sostengono due serie di sette dischi metallici mobili di forma circolare dal diametro decrescente, disposte in tangenza con i piloni cilindrici dei corpi scala. Queste lame si sarebbero mosse indipendentemente le une dalle altre, ruotando intorno a un centro eccentrico, sulla loro giacitura, ognuno con una escursione propria, compresa tra 0 e 18° per la sesta e la settima lama, di 15° per le restanti cinque [5] (fig. 3).

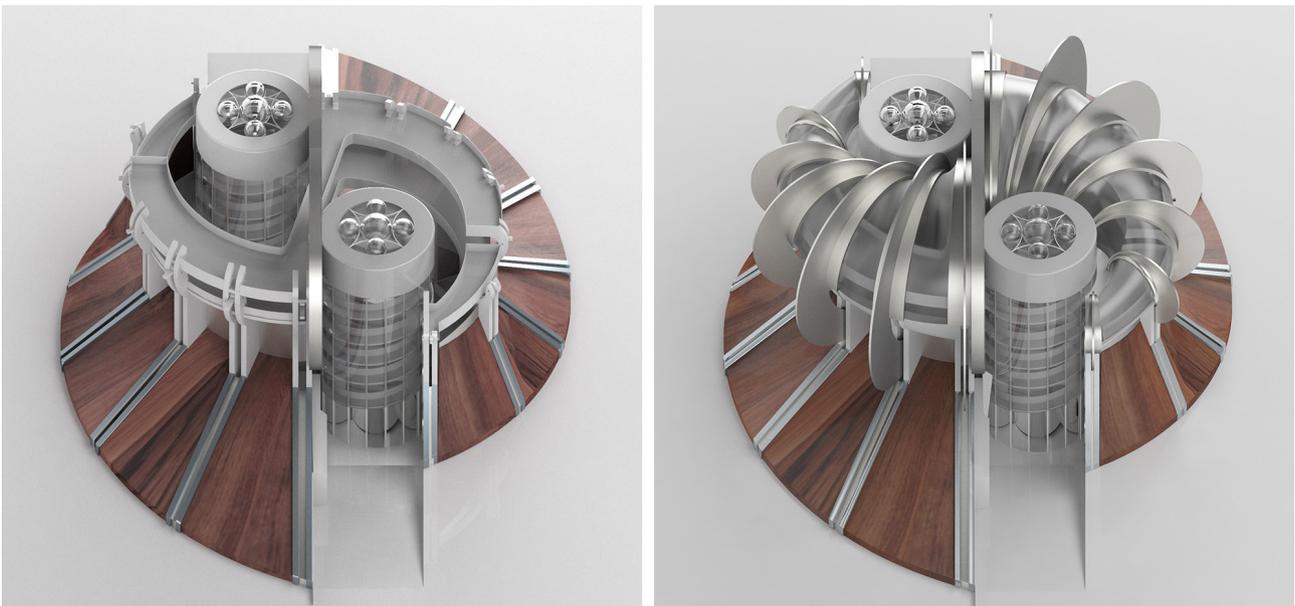
Il percorso espositivo avrebbe dovuto essere coperto da una membrana, il mantello appunto, che Sacripanti descrive come «difficilissimo da disegnare e rappresentare» [Sacripanti 1969, p. 2].

L'immagine del mantello doveva essere chiara quando Sacripanti redige la relazione di progetto: «lo spazio, il volume, vengono insieme spezzati e ricostruiti nel progetto» [Sacripanti 1973, p. 90]. Così l'immagine statica di «tronchi di cono ricurvi e sfondati» viene rotta dal movimento, che

trasforma l'architettura in un luogo di assoluta imprevedibilità formale, in cui lo spazio, vivente, è costantemente modificato dalla «combinatorietà infinita degli spostamenti delle lame» [6]. Questa mutevolezza, affidata all'introduzione del fattore tempo, e perciò del movimento, come elemento di progetto, doveva essere amplificata da una copertura plastica trasparente e cangiante che avrebbe prodotto effetti luminosi sempre diversi a ogni pulsazione delle membrane. Sulla maniera di sostenere queste membrane, i documenti che ci sono pervenuti restituiscono idee formalmente diverse fra loro. Così gli schizzi di progetto, le tavole di concorso, i modelli fisici le testimonianze scritte e verbali di quanti avevano collaborato con Sacripanti alla stesura del progetto lasciano spazio a una certa ambiguità di interpretazione che interessa tanto la forma complessiva del mantello quanto quella della sua struttura di sostegno.

Nella relazione di progetto Sacripanti descrive «ali di irrigidimento perpendicolari al piano del moto che recano membrane di plastica trasparente, la cui tessitura figurativa sarà caratterizzata secondo uno schema già in elaborazione da parte di uno dei massimi pittori italiani» [7].

Fig. 2. Ricostruzione digitale della struttura statica (a sinistra) e della struttura dinamica (a destra) del padiglione.



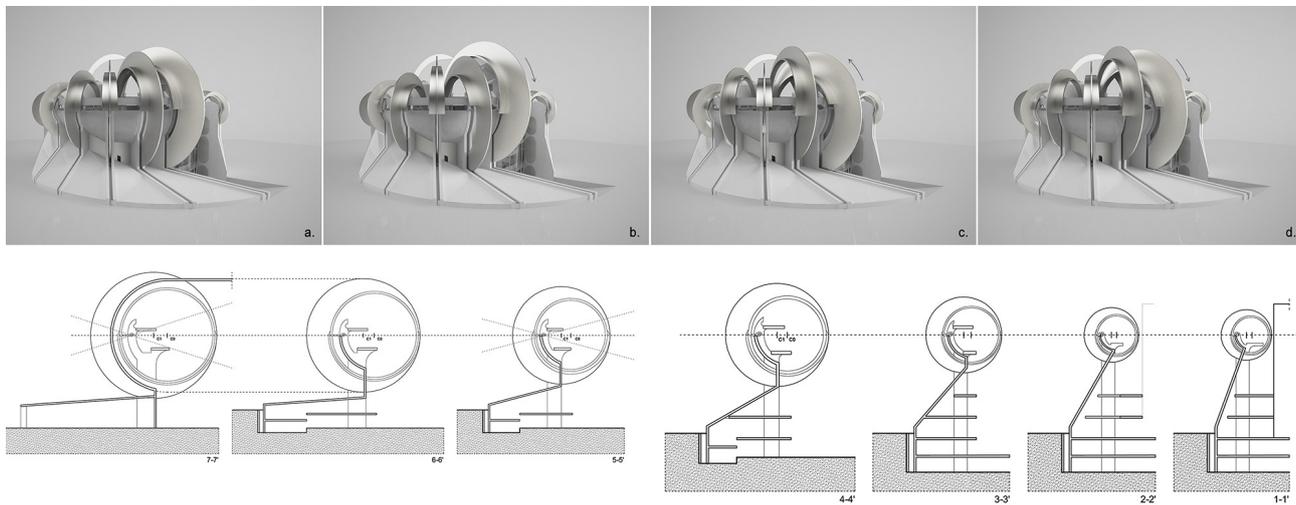


Fig. 3. Ricostruzione digitale della struttura dinamica del padiglione nelle fasi del movimento dei dischi, sulla base dei disegni di progetto.

Non sappiamo con certezza chi fosse il pittore incaricato del progetto dell'immagine del mantello, ma l'idea di una struttura semirigida di raccordo fra i dischi si riscontra in alcuni degli schizzi di progetto [8] (fig. 4). Quel che sappiamo invece è che la copertura del padiglione fu introdotta a conclusione dell'iter progettuale e ampiamente dibattuta dallo studio perché, come descrive Franco Purini bisognava «pensare l'involucro, perché siccome piove, c'era il problema di come coprirlo» [9]. Purini racconta così come una rete metallica avrebbe dovuto armare il mantello, concepito alla maniera di un abito adagiato su un'ossatura mobile, idea che trova riscontro nel plastico e in alcune tavole di concorso (fig. 5). Queste stesse tavole, nelle quali è rappresentata una rete fra un disco e il successivo, non danno informazioni univoche circa la forma del mantello. La convessità della rete in pianta non trova infatti riscontro nella concavità della stessa in alzato. La mutevolezza deve aver caratterizzato il progetto anche nelle sue fasi ideative, cosa che sembra trasparire da alcuni schizzi e che viene raccontata da Achille Perilli nella sua *Testimonianza* a proposito dell'intero iter progettuale del padiglione [10]. Queste riflessioni sono state lo spunto per alcune speculazioni geometriche rivolte alla definizione di una forma razionale del mantello con l'obiettivo di ricercare nella

geometria, attraverso la costruzione digitale delle superfici, le ragioni di una forma che non trova univoca definizione nelle diverse rappresentazioni del progetto.

Fig. 4. Schizzo del padiglione di Osaka, MAXXI Museo nazionale delle arti del XXI secolo, Roma. Collezione MAXXI Architettura, Archivio Maurizio Sacripanti, n. FI 0252.



La ricerca della forma

La rilettura dei disegni del mantello, conservati per la maggior parte presso il Fondo Sacripanti all'Accademia di San Luca e presso le Collezioni del XX secolo del MAXXI in Roma, rivela una forma in continuo divenire, mutevole sin dalle prime fasi del suo *iter* progettuale.

L'immagine, efficace e suggestiva, di «tronchi di cono ricurvi e sfondati» [11] richiama alla mente due parti opposte e ruotate di una ciclide di Dupin [12], superficie che ha l'aspetto di un toro a sezioni variabili crescenti e decrescenti, che trova generalmente impiego nel design e che per questo appartiene all'esperienza visiva comune, pur essendo poco note in ambito architettonico le sue proprietà.

L'immagine di una ciclide di Dupin ricorre in alcuni schizzi di progetto, tanto da lasciar ipotizzare che proprio questa geometria possa aver ispirato, forse sin dalle sue fasi preliminari, l'idea alla base della forma del mantello (fig. 6).

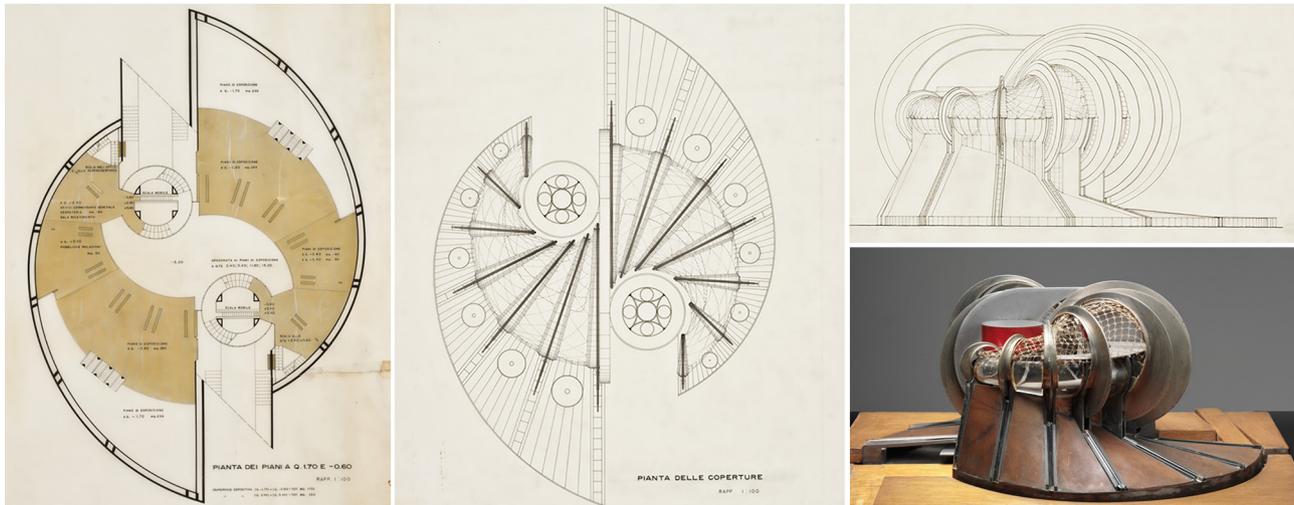
Le caratteristiche geometriche di questa superficie, tuttavia, non sono compatibili con le giaciture delle lame circolari. Una ciclide di Dupin è infatti luogo delle circonferenze passanti per i punti di contatto di una sfera mobile tangente a

tre sfere date e, come tutte le ciclidi, gode della proprietà di ammettere come linee di curvatura solo circonferenze [13] [Dupin 1822, p. 336; Hachette 1813, p. 442]. Data la superficie è possibile ricavare le due schiere di linee di curvatura sezionandola con due fasci di piani, uno per ogni schiera, aventi come rette di sostegno rispettivamente l'asse della superficie e la retta intersezione comune a una coppia di piani passanti per terne di punti di contatto della sfera mobile con le tre sfere date (fig. 7).

Qualsiasi altra giacitura seziona la superficie secondo una curva del quarto ordine, eventualmente digrammica, ma non secondo delle circonferenze.

La ciclide di Dupin risulta compatibile con l'impianto planimetrico del progetto, in particolare con il suo contorno apparente, rappresentato in pianta da due circonferenze eccentriche l'una rispetto all'altra. Questa interpretazione non trova però riscontro nella geometria circolare dei dischi metallici. Infatti i piani dei dischi, pur essendo paralleli all'asse della superficie, non passano per il suo centro, e pertanto non possono sezionarla secondo delle circonferenze. Ne consegue che se questa fosse una ciclide di Dupin i dischi non potrebbero essere circolari e che l'ap-

Fig. 5. Elaborati grafici di progetto, Roma, Accademia Nazionale di San Luca, Archivio del Moderno e del Contemporaneo. Fondo Maurizio Sacripanti 1968. Progetto per il Padiglione italiano all'Esposizione Universale Expo '70 a Osaka, n. 2, 4, 6/34 http://www.fondosacripanti.org/elementi_online.php?id=42; modello plastico, MAXXI Museo nazionale delle arti del XXI secolo, Roma. Collezione MAXXI Architettura, Archivio Maurizio Sacripanti, n. MOD43.



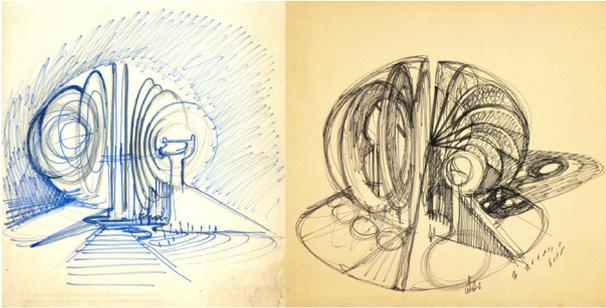


Fig. 6. Schizzi del padiglione di Osaka dello studio Sacripanti, MAXXI Museo nazionale delle arti del XXI secolo, Roma. Collezione MAXXI Architettura, Archivio Sacripanti, n. 32462, 32464.

prossimazione sarebbe tanto maggiore quanto più la superficie si rastrema (fig. 8). È possibile invece, come già detto, ipotizzare che il principio generativo della forma del mantello possa aver tratto spunto da questa superficie, come sembrerebbe mostrare lo schizzo in figura 6, in cui i piani ai quali appartengono i cerchi mobili passano per il centro della superficie.

La costruzione di una ciclode di Dupin è laboriosa se eseguita con i metodi grafici della rappresentazione nel piano. Oggi è possibile rappresentarla con accuratezza direttamente nello spazio digitale a partire dalle sue proprietà, e quindi dalla costruzione di alcune delle circonferenze che formano le sue schiere di linee di curvatura [14].

Così nel caso di Osaka è stato possibile costruire questa superficie a partire dal contorno apparente del mantello in pianta, e cioè da una coppia di circonferenze eccentriche, linee di curvatura della prima schiera, che giacciono sul piano di simmetria della superficie. La seconda schiera di linee di curvatura si costruisce agevolmente sezionando la coppia di linee di curvatura assegnate con un fascio di piani avente l'asse della superficie come retta di sostegno. Si ottengono così coppie di punti sulla curva interna e sulla curva esterna che sono gli estremi dei diametri delle circonferenze che descrivono la seconda schiera di linee di curvatura. Per costruire la prima schiera si ricorre invece a una sfera mobile di raggio variabile che, nel moto, involupa tre sfere date. Nel caso in questione le tre sfere sono inscritte nelle circonferenze eccentriche, contorno apparente del mantello in pianta. Si stabiliscono quindi due configurazioni tipo della sfera, che rappresentano due delle

infinite posizioni che questa può assumere nel moto, e si determinano due terne di punti di contatto fra la sfera mobile e le tre sfere date. Ognuna di queste terne determina una linea di curvatura e un piano che le appartiene. La retta intersezione dei due piani così ricavati è sostegno del fascio di piani che seziona la ciclode secondo la prima schiera di linee di curvatura che risulta quindi determinata (fig. 9).

Anche se sussistono delle relazioni formali fra una ciclode di Dupin e la superficie del mantello, questa non è comunque deformabile e risulta quindi incompatibile con il movimento dei dischi e di conseguenza con i requisiti cinetici di progetto.

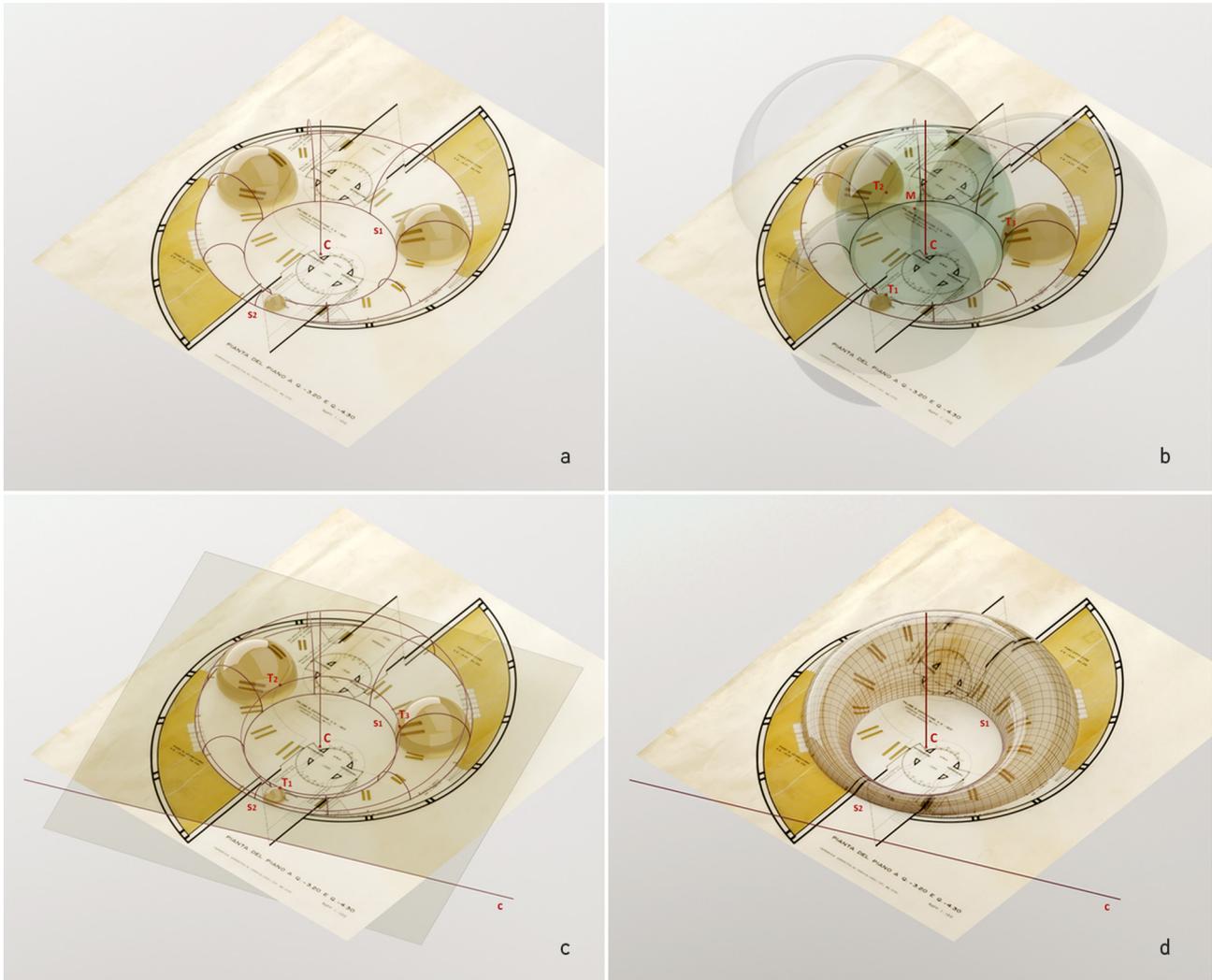
Affinché la forma del mantello sia compatibile con il movimento della struttura, è possibile pensare alla membrana come a un insieme di superfici tese fra dischi contigui.

Se nel caso della ciclode la superficie era suggerita dall'impianto planimetrico di progetto, in questo secondo approfondimento l'interpretazione è data dagli alzati. La concavità degli alzati sarebbe infatti soddisfatta dall'elasticità della membrana, che tuttavia caratterizzerebbe anche il disegno della pianta.

Fra le superfici luogo geometrico in grado di soddisfare il movimento della struttura e la concavità della membrana sono state considerate le rigate, suggerite da alcuni schizzi di progetto (figg. 4-10). È possibile immaginare una rigata le cui generatrici, appoggiate a due cerchi mobili contigui, siano elastiche o estensibili, come, ad esempio, aste telescopiche, che sarebbero compatibili con la descrizione delle ali di irrigidimento di cui Sacripanti tratta nella relazione di progetto.

A una rotazione dei dischi corrisponderebbe una torsione della superficie, che vedrebbe estendersi e contrarsi le generatrici, mantenendo però inalterate le sue proprietà geometriche. Una celebre dimostrazione di Monge sulle superfici rigate insegna come queste si definiscano tali se si appoggiano a tre linee direttrici [Fallavollita 2009, pp. 154, 155]. Se queste tre direttrici sono curve la rigata è generica. Per due circonferenze genericamente orientate nello spazio possono passare diversi tipi di rigate, di forma diversa fra loro, aventi le generatrici disposte in modo di volta in volta diverso. Nel caso di una membrana trasparente la disposizione delle generatrici condiziona l'immagine complessiva del progetto. Pensare alla struttura di sostegno della membrana come a una rigata generica garantirebbe una divisione dei dischi in intervalli uguali per i quali far passare le generatrici estensibili della superficie (fig. 11).

Fig. 7. Algoritmo di costruzione di una ciclode di Dupin sull'impianto planimetrico del padiglione.



È possibile tuttavia sperimentare ulteriori configurazioni e ipotizzare che la superficie si appoggi a due cerchi mobili e a una retta, che ad esempio può essere ricostruita in coerenza con i tracciati del progetto. In questo caso la retta direttrice passa per i centri di due dischi contigui, la rigata è un cilindroide e le generatrici dividono i dischi in intervalli irregolari a incremento progressivo (fig. 12).

Volendo spingersi oltre, in un ambito decisamente congetturale, potremmo immaginare che i dischi mobili siano sezioni circolari di un iperboloido ellittico a una falda. In questo ultimo caso le generatrici della rigata incontrerebbero i cerchi dei dischi a intervalli regolari e simmetrici, seppur diversi fra loro.

Una ulteriore possibilità, nell'ambito della rappresentazione continua tridimensionale, è data dalla descrizione dei dischi e del mantello attraverso la scrittura del relativo al-

goritmo generativo e dalla simulazione, in ambiente parametrico, del movimento della struttura, a ulteriore verifica della validità delle ipotesi formulate. Questo tipo di algoritmi consentirebbe inoltre di eseguire delle sperimentazioni con le superfici minime che potrebbero approssimare in modo convincente l'idea originale di progetto [15].

Conclusioni

La sperimentazione condotta, come era possibile prevedere, non ci ha restituito una forma luogo geometrico capace di soddisfare contestualmente l'insieme delle condizioni di vincolo del progetto e l'idea di movimento della struttura. Il mantello fu introdotto nella fase finale dell'*iter* progettuale per esigenze di tipo funzionale, ed è quindi possibile

Fig. 8. Sezioni di una ciclode di Dupin con piani passanti per l'asse (a), con piani paralleli all'asse (b) e con i piani delle lame del padiglione (c).

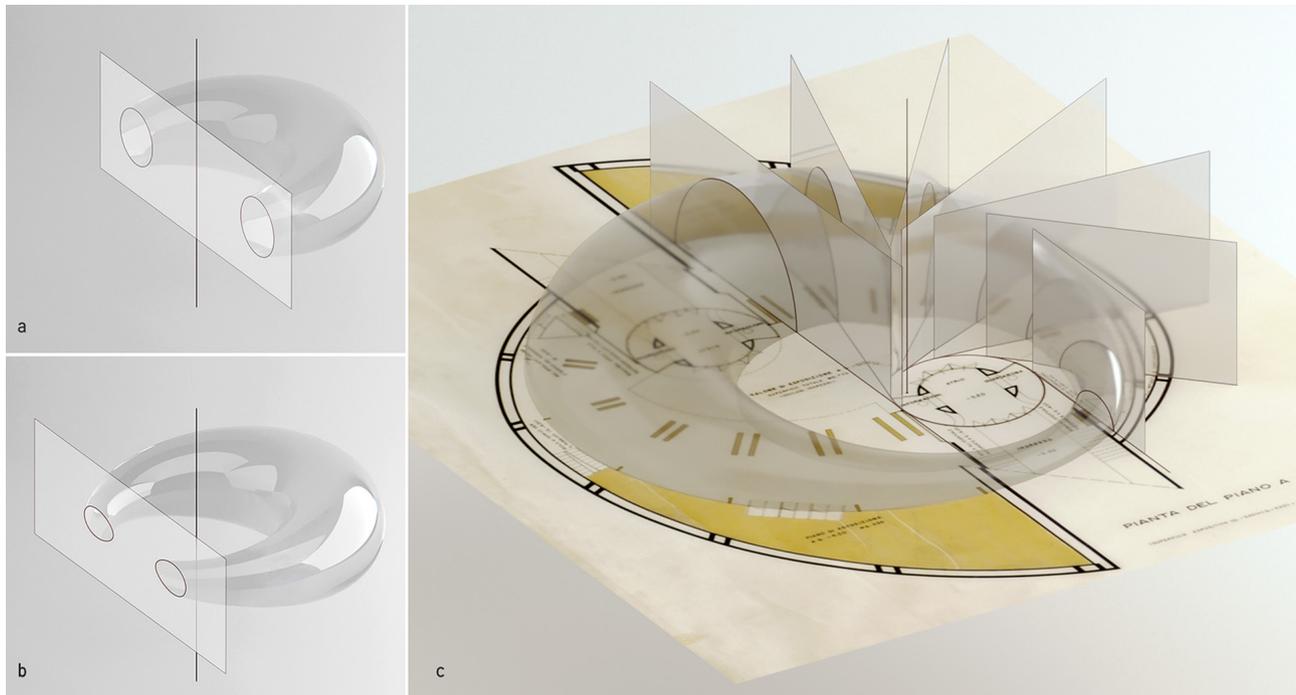
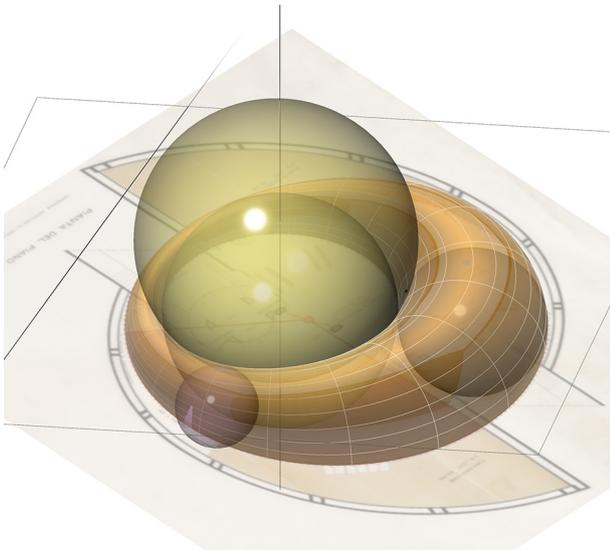


Fig. 9. *Genesi geometrica di una ciclode di Dupin a partire dalle sue schiere di linee di curvatura.*



ipotizzare che, in fase di concorso, l'immagine nitida di una membrana plastica e cangiante non avesse ancora trovato univoca definizione geometrica. Così i disegni preliminari avrebbero comunicato, attraverso l'immagine di membrane pulsanti, la metafora di un paese in movimento nonostante le difficoltà, e il problema della forma del mantello sarebbe stato rimandato a una fase successiva.

Se da un lato questa architettura visionaria veicolava un messaggio simbolico, dall'altro sperimentava in concreto la tecnologia secondo un approccio costruttivo caratteristico dei progetti di Sacripanti: «In architettura... si deve far passare il "pensiero puro" attraverso tutti i trabocchetti della realtà, delle necessità più varie, perché poi dobbiamo farci andare la gente, nell'architettura che facciamo... In questo senso è una delle arti più difficili, altrimenti l'architettura sarebbe come la musica... Non vi pare? Allora uno inventa con se stesso anche la tecnica. Quindi la tecnica diventa anche un'occasione di poetica. Ogni pittore ha una sua tecnica...» [16].

Possiamo quindi immaginare che la definizione formale che il mantello non aveva trovato nelle fasi concorsuali sarebbe stata risolta in quella fase costruttiva che il progetto non ha mai veduto. È forse, in quella fase, l'architettura sarebbe stata ancora una volta modificata, proseguendo in

Fig. 10. *A sinistra: ricostruzione digitale della superficie rigata; a destra: schizzo del padiglione di Osaka dello studio Sacripanti. MAXXI Museo nazionale delle arti del XXI secolo, Roma. Collezione MAXXI Architettura, Archivio Sacripanti, n. 32465.*

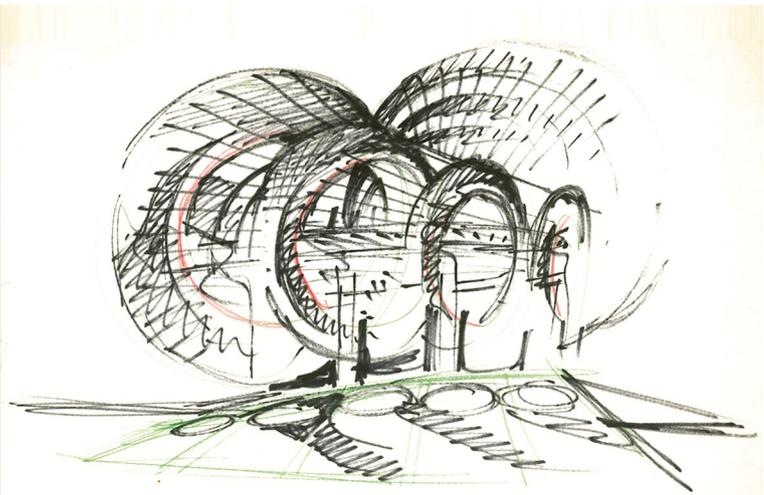


Fig. 11. Genesi del mantello come una superficie rigata generica e simulazione del movimento.

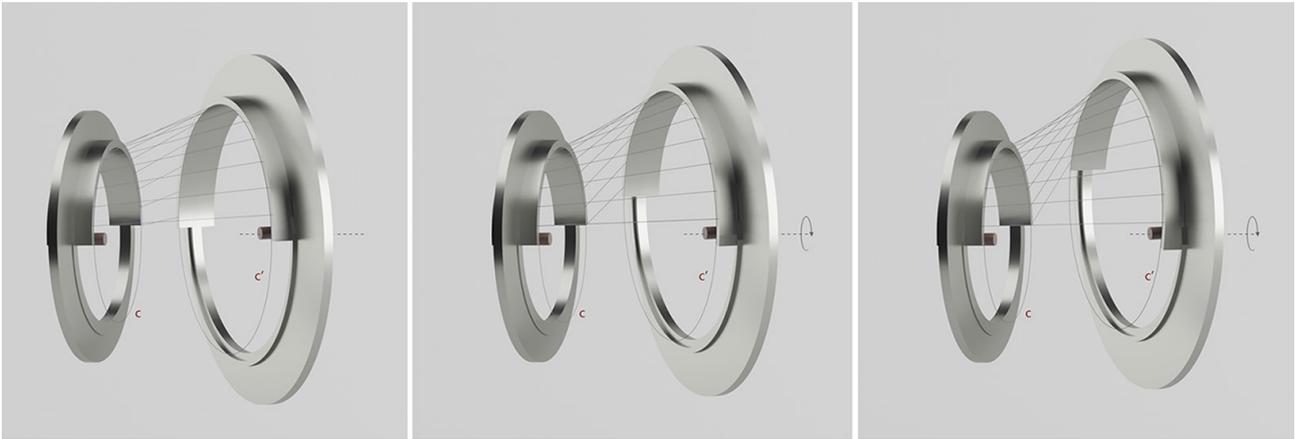
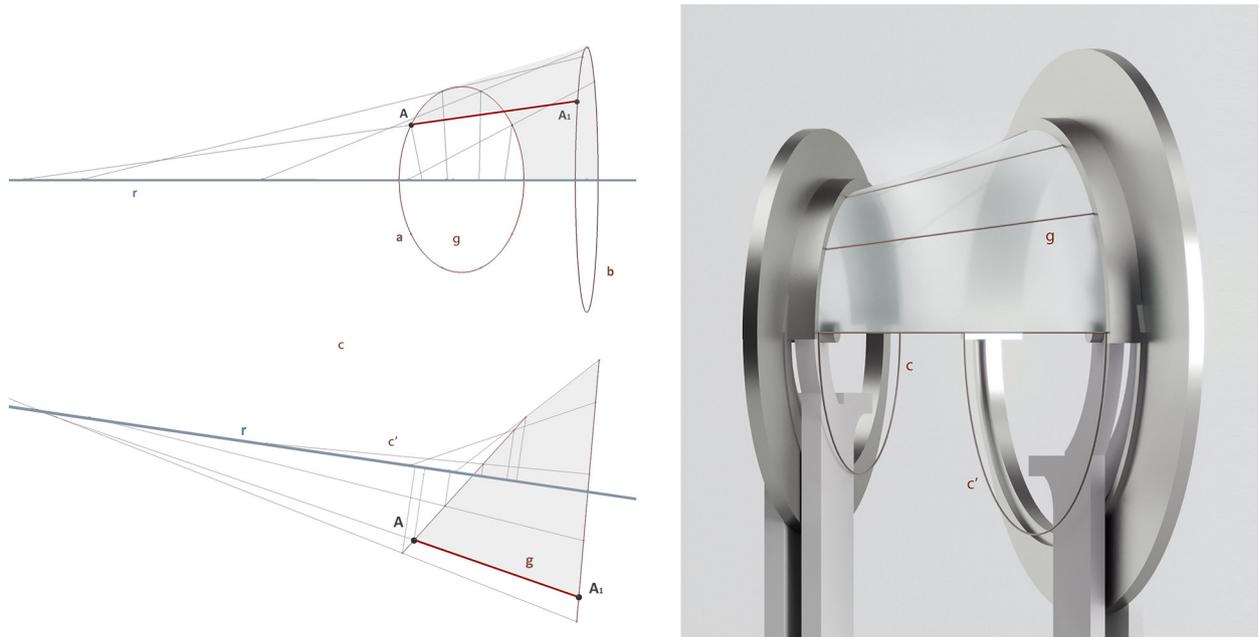


Fig. 12. Genesi del mantello come un cilindroide.



un iter in continuo divenire che l'aveva caratterizzata sin dalla sua gestazione [17].

«Forse il paese non vuole muoversi, dopotutto», commenta Renato Pedio nelle pagine de *L'Architettura, cronache e storia* a proposito del padiglione di Osaka [Pedio 1969, p. 55].

Nonostante la natura transitoria dell'Expo e la capacità tecnologica del paese ospitante, che avrebbero reso possibile la realizzazione del padiglione, il progetto non risultò

Note

[1] Il controllo delle proprietà geometriche della forma si avvale in questo studio della matematica NURBS che, come noto, descrive linee e superfici nello spazio in modo continuo, attraverso equazioni matematiche di tipo parametrico.

[2] Si veda: Sacripanti, M. Progetto per il nuovo Teatro lirico, Cagliari. In Neri, *Thermes* 1998, p. 60.

[3] «All'ultima biennale si rappresentava un balletto di Cage con scene e costumi di Rauschenberg. Lo spettacolo stimolante e il palcoscenico deludente mi accompagnarono nel ricordo. Il concorso di Cagliari fu l'occasione per proporre il superamento dell'antica frattura [...]»: Neri, *Thermes* 1998, p. 60.

[4] Così Sacripanti descrive l'idea alla base del mantello nella relazione tecnica di progetto. Si veda a questo riguardo: Sacripanti, M. Progetto per il padiglione italiano alla Esposizione Internazionale - Expo 70, Osaka (Giappone). In Neri, *Thermes* 1998, p. 117.

[5] Sacripanti pensò, insieme all'ing. Maurizio Decina, a una programmazione computerizzata del movimento. Progettarono un impianto pneumatico ad aria compressa per la propulsione e il controllo automatico delle strutture mobili, da azionare attraverso movimenti programmati secondo sequenze temporali prestabilite, registrate in codice su schede perforate, decodificate da un apposito lettore, adoperando una tecnologia da cui Sacripanti, come racconta Decina nella sua *Testimonianza* disponibile presso il Fondo Sacripanti dell'Accademia di San Luca, era particolarmente affascinato. Il funzionamento dell'impianto è ampiamente descritto nella relazione di progetto. Si veda: Sacripanti, M. Progetto per il padiglione italiano alla Esposizione Internazionale - Expo 70, Osaka (Giappone). In Neri, *Thermes* 1998, pp. 118-120.

[6] Nel moto ognuna delle lame avrebbe seguito una oscillazione propria. Questa indipendenza avrebbe differenziato il movimento dinamico dell'architettura da quello ripetitivo e seriale caratteristico dei componenti meccanici, come i pistoni o le bielle, dai quali questa prendeva esplicitamente le distanze: Sacripanti 1973, p. 90.

[7] La relazione tecnica non reca informazioni specifiche circa la forma e le dimensioni delle ali: la stessa indicazione relativa alla loro disposizione è ambigua, poiché i piani del moto sono diversi per ognuna delle lame. Si veda a questo riguardo la relazione di progetto in: Sacripanti, M. Progetto per il padiglione italiano alla Esposizione Internazionale - Expo 70, Osaka (Giappone). In Neri, *Thermes* 1998, p. 115.

vincitore del concorso e non ebbe quindi seguito. Così del mantello non rimangono che i disegni a comunicare, ancora oggi, la forza di un'idea.

Le autrici hanno condiviso i contenuti e le analisi critiche condotte in questo studio. In particolare, Marta Salvatore si è occupata del coordinamento e della metodologia, Lorena Greco degli aspetti storici, della sperimentazione sulle rigate e della elaborazione delle immagini digitali, Maria Laura Rossi della sperimentazione sulle cicliidi.

[8] Al progetto di Osaka collaborò Achille Perilli. È possibile che Sacripanti si riferisse proprio a lui nella relazione, sebbene Perilli dichiarò di aver lavorato poco tempo al progetto, per via delle numerose modifiche occorse durante l'iter progettuale. Si veda l'intervista ad Achille Perilli in *Testimonianze*, Archivio Accademia di San Luca, Fondo Sacripanti: <<http://www.fondosacripanti.org/testimonianze.php>> (consultato il 21 marzo 2018).

[9] Si veda l'intervista a Franco Purini in *Testimonianze*, Archivio Accademia di San Luca, Fondo Sacripanti. <<http://www.fondosacripanti.org/testimonianze.php>> (consultato il 21 marzo 2018).

[10] Si veda l'intervista ad Achille Perilli in *Testimonianze*, Archivio Accademia di San Luca, Fondo Sacripanti. <<http://www.fondosacripanti.org/testimonianze.php>> (consultato il 21 marzo 2018).

[11] Si veda la relazione di progetto in: Sacripanti, M., Progetto per il padiglione italiano alla Esposizione Internazionale - Expo 70, Osaka (Giappone). In Neri, *Thermes* 1998, p. 117.

[12] La ciclidi di Dupin deve il suo nome a Charles Dupin, allievo di Gaspard Monge che, per primo, nella prima metà dell'Ottocento, definì le proprietà di questa superficie.

[13] Le linee di curvatura coprono la superficie senza lacune secondo due schiere fra loro ortogonali e hanno in ogni punto la direzione delle curvature principali della superficie.

[14] In ambiente digitale è possibile costruire una ciclidi per involuppo delle sue linee di curvatura. Maggiore è il numero di linee di curvatura su cui appoggiare la superficie, migliore è l'approssimazione.

[15] Una superficie minima disposta fra due dischi sghembi assumerebbe la conformazione di una lamina di sapone ottenuta immaginando di immergere la struttura delle lame in una soluzione saponosa.

[16] Si veda l'intervista a Sacripanti dal titolo *Maurizio Sacripanti | "Più di questo non so dirvi ..."* di Luca Ciancarelli e Gaia Remiddi del 1989, nella sezione "Interviste" del sito del Dipartimento di Architettura e Progetto (ArchDiAP) di Sapienza Università di Roma: <<http://www.archidiap.com/intervista/piu-di-questo-non-so-dirvi-maurizio-sacripanti/>> (consultato il 21 marzo 2018).

[17] Renato Pedio racconta come Sacripanti sarebbe stato intenzionato a modificare il padiglione nella sua simmetria se il progetto fosse andato avanti: Pedio, R. Per Maurizio Sacripanti. In *Giancotti et al.* 1997, p. 22.

Autori

Lorena Greco, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma, lorena.greco@uniroma1.it
 Maria Laura Rossi, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma, marialaura.rossi@uniroma1.it
 Marta Salvatore, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma, marta.salvatore@uniroma1.it

Riferimenti bibliografici

Dupin, F.P.C. (1822). *Applications de Géométrie et de Méchanique, a la marine, aux pont et chaussées, [...]*. Paris: Bachelier Libraire.

Fallavollita, F. (2009). Le superfici rigate. In Migliari, R. *Geometria descrittiva*. Vol. 2. Novara: CittàStudi, pp. 153-224.

Giancotti, A. et al. (a cura di). (1997). *Maurizio Sacripanti maestro di architettura*. Catalogo della mostra, Roma, Accademia Nazionale di San Luca. Roma: De Luca.

Hachette, J.N.P. (1813). *Correspondance sur l'École Imperiale Polytechnique*. Tome premier: Paris: J. Klostermann.

Loria, G. (1935). *Metodi matematici*. Milano: Hoepli.

Neri, M.L., Thermes, L. (a cura di). (1998). Maurizio Sacripanti: maestro di architettura, 1916-1996. In *Bollettino della Biblioteca della Facoltà di Architettura dell'Università degli Studi di Roma La Sapienza*, nn. 58/59. Roma: Gangemi Editore.

Pedio, R. (1969). Sacripanti per Osaka: eppur si muove. In *L'architettura, cronache e storia*, n. 163, pp. 53-55.

Sacripanti, M. (1969). Per Osaka: l'idea di uno spazio in movimento, uno spazio pulsante. In *Domus*, n. 473, pp. 2-6.

Sacripanti, M. (1973). *Città di frontiera*. Roma: Bulzoni.

Fonti archivistiche e sitografia

Archivio dell'Accademia di San Luca, Fondo Sacripanti, Archivio progetti Maurizio Sacripanti architetto 1916-1996, Roma: <<http://www.fondosacripanti.org>> (consultato il 21 gennaio 2018).

Dipartimento di Architettura e Progetto (ArchiDiAP), Sapienza Università di Roma, "Interviste": <<http://www.archidiap.com/intervista/>>

[piu-di-questo-non-so-dirvi-maurizio-sacripanti/](http://www.piu-di-questo-non-so-dirvi-maurizio-sacripanti/)> (consultato il 21 gennaio 2018).

MAXXI, Centro Archivi di Architettura, Collezioni XX secolo, Maurizio Sacripanti, Roma: <<http://www.maxxi.art/archivi-degli-architetti/>> (consultato il 21 gennaio 2018).

Territori e frontiere della didattica

Leggere le molteplici e mutevoli dimensioni identitarie della didattica nel rilievo e nella rappresentazione anche attraverso l'esemplificazione di casi studio nel rapporto di reciprocità che può intrecciarsi fra didattica e ricerca.

Ora tocca agli architetti ritornare a disegnare

Nicola di Battista

Se è vero, come ho avuto modo di scrivere in un editoriale di due anni fa sulla rivista *Domus* [1], che siamo all'inizio di una nuova stagione, la cosa più importante per noi è capire come viverla, come parteciparvi, che ruolo vogliamo assumere in essa e, soprattutto, se vogliamo, anche solo in parte, determinarla o subirla. Questo ragionamento ci interessa da almeno due punti di vista: uno riguarda ognuno di noi singolarmente come individuo; l'altro riguarda tutti collettivamente per il mestiere che facciamo, come parte di una comunità.

Partiamo, allora, da questo secondo punto di vista: quello che ci vede parte di una collettività definita dal lavoro che

svolgiamo, dall'intorno e dalle problematiche che essa determina. Parliamo qui del lavoro dell'architetto: un lavoro regolato da un'associazione professionale, un lavoro che può essere svolto solo da chi è regolarmente iscritto a questa associazione, un lavoro normato da un insieme di regole civili e deontologiche da rispettare. Parliamo, quindi, di nient'altro che di un lavoro, uno dei tanti fatti dall'uomo. Se guardiamo ora al mestiere dell'architetto nel suo insieme e nel tempo, ci accorgiamo dell'incredibile passato che questa disciplina ha avuto nel nostro Paese: un passato che l'ha vista protagonista in diverse epoche storiche e che le ha permesso di affermarsi nel mondo per aver definito una

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

certa idea di italianità in merito all'abitare, grazie al pensare, al disegnare, al progettare e realizzare i manufatti e i luoghi più idonei al buon abitare per il buon vivere. Anche solo da questa considerazione ci si rende conto di come sia errato e fuorviante ridurre il mestiere dell'architetto al suo statuto di lavoro; esso è sicuramente un lavoro, ma di certo non solo quello, avendo l'abitare a che fare con gli uomini e con la loro vita intera.

Tornando all'oggi, sarà forse per questa fama ereditata e per questo splendido passato che, per lungo tempo e fino ai giorni nostri, il nostro è stato considerato il Paese dell'architettura, della bella e buona architettura. Questo stato delle cose ci permette di detenere da lungo tempo e in maniera incontrastata il primato mondiale del numero di architetti: architetti che studiano e si diplomano quasi totalmente nelle nostre università, quasi tutte pubbliche, e che poi ritroviamo iscritti ai rispettivi ordini professionali delle loro città di appartenenza. I numeri che ruotano intorno alla formazione dell'architetto in Italia sono davvero impressionanti: con l'indotto, parliamo di centinaia di migliaia di persone, quindi parliamo di qualcosa di molto rilevante, che merita perciò grande attenzione e qualche riflessione. A ben vedere però, a fronte di tutto questo, a fronte delle tante persone che ruotano intorno all'architettura, non abbiamo certo un dibattito vivace e franco che animi oggi la disciplina architettonica come ci si aspetterebbe, ma neanche un'autorevolezza delle nostre eccellenze commisurata ai numeri e, infine, neanche un fatturato che giustifichi tutto ciò. Le nostre scuole di architettura, con i mezzi a loro disposizione, riescono oggi a impartire una formazione mediamente buona, anche rispetto a quanto avviene nel resto del mondo; ma conviene rispondere subito alla domanda: buona rispetto a cosa?

Per farlo, dobbiamo prima affrontare un'altra questione: qual è il compito di una scuola, e di una scuola pubblica in particolare, nel formare il futuro architetto? Quello di insegnare un mestiere, di formare il futuro professionista, di rendere possibile l'eccellenza? A nessuno di questi compiti risponde in verità la nostra formazione; ma, a ben vedere, perché dovrebbe? Non sono infatti certamente questi i compiti di una scuola. Il mestiere non si impara di certo a scuola, ma, come ben sappiamo, solo facendolo. La stessa cosa vale per la formazione professionale, che richiede studi e competenze molto specialistiche, mentre, infine, per formare l'eccellenza occorrono strutture didattiche molto sofisticate e adatte allo scopo. Quindi, quale formazione impartiscono ai propri studenti le scuole italiane? Volen-

do accomunarle intorno a un obiettivo, possiamo dire che esse impartiscono una formazione universitaria, e quindi di tipo superiore, generalista: una formazione che si occupa principalmente di accrescere la struttura cognitiva dello studente rispetto alla disciplina; una formazione che permette al futuro architetto, una volta finiti gli studi, di affrontare e risolvere i problemi che il lavoro gli metterà di fronte. In ultima analisi, è come dire che le nostre scuole di architettura si occupano principalmente della *forma mentis* dei loro studenti, consapevoli del fatto che il vero architetto non è un tecnico, non è uno specialista, ma, al contrario, è una persona capace di individuare il tecnico giusto o lo specialista più competente che può aiutare a realizzare al meglio il lavoro. Il vero architetto è una persona che, coltivando l'ambizione di pensare, disegnare, progettare e, qualche volta, realizzare i luoghi dove l'uomo vive, si fa carico di raccogliere i contenuti proposti da un committente, da una comunità, o anche semplicemente quelli espressi in generale dallo spirito degli uomini del proprio tempo, per elaborarli, portarli a sintesi e trasfigurarli in forme architettoniche, in manufatti. Si capisce allora come non possa e non debba essere solo la scuola a formare l'architetto, che si formerà solo nel tempo e a certe condizioni. Non si diventa architetti perché si è sostenuto un certo numero di esami a scuola. Quindi, gli architetti diplomati in grande numero nelle scuole sono formalmente architetti, perché in possesso di un diploma che lo certifica, ma se non hanno poi un contesto, un tempo e una condizione per diventarlo di fatto, non saranno mai tali. Nel nostro Paese, tra i tantissimi architetti, molti sono certamente buoni e ci sono di sicuro ottimi professionisti; per contro, ci sono pochi specialisti e, soprattutto, pochissimi veri architetti, nel senso che abbiamo tratteggiato sopra. Vale a dire che il vero architetto non è solo il prodotto di una scuola di architettura, ma anche di un contesto, di un luogo, di una comunità che lo esprime e lo sostiene.

Se abbiamo oggi pochi veri architetti nel nostro Paese, vuol dire semplicemente che negli anni recenti non siamo stati in grado di produrne: si è pensato ad altro, ci si è occupati di altro. Oggi, guardando i nostri territori, ci accorgiamo di quanto miope e insensata sia stata questa scelta, e di quanti danni essa abbia arrecato al buon abitare, riuscendo a trasformare quello che una volta veniva indicato come il Bel Paese, in un Paese abbastanza brutto.

Se fino a ora abbiamo parlato della figura dell'architetto in maniera generica, riferendoci all'insieme di chi pratica questo mestiere e alle scuole che lo formano, ci conviene

adesso portare qualche ragionamento sulla singola persona, sul singolo architetto. Come individuo, ognuno è responsabile di quello che fa o che non fa, e anche se ci sono sempre ottime ragioni per fare o non fare una certa cosa, non possiamo poi, a posteriori, esimerci dal giudicare quanto si è fatto. Da questo punto di vista, non possiamo oggi dire di aver fatto tutto il possibile, negli anni passati, affinché le cose cambiassero; per lungo tempo troppi tra noi si sono disinteressati del risultato del lavoro stesso, assumendolo invece come un dato di fatto, senza giudicarlo, senza comprenderne qualità e difetti, senza capire se avesse o meno raggiunto il proprio obiettivo. Il risultato del lavoro non è più stato, per troppo tempo e per troppi architetti, la pietra di paragone sulla quale giudicare le proprie capacità e quelle altrui. In questa maniera, il lavoro dell'architetto ha perso autorevolezza e l'autore stesso non lo ha più considerato come qualcosa di cui andare fiero, di cui essere orgoglioso, allontanandosi così sempre più dal proprio obiettivo: quello di riuscire, con il proprio lavoro, a far vivere meglio gli uomini. Abbiamo così perso, per esempio, la capacità di riconoscere la qualità di un'opera e le straordinarie doti che essa possiede e può trasmetterci quando è vera e innovativa. Abbiamo anche smesso di giudicare il nostro lavoro di architetti per quello che produce e realizza, o anche per quello che attraverso il disegno prefigura. Abbiamo per troppe volte girato intorno al problema, accontentandoci, magari in buona fede, anche di risultati parziali o minori, che forse momentaneamente ci appagavano e rendevano la nostra coscienza tranquilla, ma, in realtà, non spostavano di un millimetro il nostro avanzamento disciplinare.

Tuttavia, possiamo ormai lasciarci alle spalle tutto questo: superato dagli eventi, fa già parte del passato e in pochissimo tempo sarà dimenticato. Il nostro tempo considera il recente passato esaurito e, soprattutto, non più credibile, dando invece progressivamente più spazio a un sentimento collettivo che, a mano a mano, monta sempre più forte e chiede a gran voce un *rinnovamento*. Oggi il nostro tempo chiede altro. Per questo, tocca agli architetti farsi avanti: a quelli veri che già lo sono, ma anche a quelli che potrebbero o che vorrebbero diventarlo. Giovani e meno giovani, è il momento: c'è un grande bisogno di tutti.

Sappiamo che ormai è indispensabile immaginare e realizzare nuovi stili di vita per l'uomo contemporaneo, più adeguati al nostro tempo e ai nostri mezzi. La cosiddetta società civile incomincia ad accorgersi di questo e la parte migliore di essa ne parla ormai apertamente; allo stesso

modo, è forte la consapevolezza dimostrata da molte città – anche periferiche o minori – e dai loro amministratori, che sia necessaria e finalmente possibile una rinascita, proprio a partire dalle città stesse, viste come bene comune. A fronte di questa rinata consapevolezza sul “cosa fare” per rinnovare il progetto e il governo delle nostre case, dei nostri quartieri, delle nostre città, dei nostri territori, cioè di tutti i luoghi della nostra vita privata e pubblica, gli architetti sembrano ancora essere latitanti. Essi, per necessità di lavoro, rispondono ancora a programmi vecchi e obsoleti, non riuscendo così a dare voce, e soprattutto forma, alle nuove esigenze, ai nuovi bisogni, alle nuove richieste e anche ai nuovi sogni del tempo che viviamo. Se fino a poco tempo fa l'architetto poteva, a ragione, lamentare la mancanza di un contesto o l'assenza di una domanda alla quale dare risposta con il proprio lavoro, oggi i sintomi di un cambiamento evidente ci sono tutti; certo, bisogna avere voglia, pazienza e tempo per cercarli, perché non sono ancora solidi, ma sicuri e irreversibili. Per questo tocca ora agli architetti prendere i nuovi contenuti e trasfigurarli in forme adeguate a essi – forme che possano essere condivise e convincenti – e farlo prima che altri si appropriino degli stessi termini in favore dell'ennesima ideologia o dell'ennesimo “-ismo”: altrimenti, a quel punto, sarà troppo tardi e non resterà altro da fare che lamentarsi, ancora una volta, dello scippo fatto al nostro mestiere da altre professioni o discipline.

L'architetto torni a fare l'architetto, cercando di innovare, lavorando per l'uomo ancora prima che per i clienti, cercando nello spirito del proprio tempo cosa mettere alla base del proprio lavoro, come contenuto capace di sostenerlo, spingendo, forzando, magari assumendosi dei rischi, avventurandosi, un po' senza rete, anche in territori a lui poco conosciuti. È questo il momento di farlo per ritrovare quel ruolo che altre volte ha avuto e ancora potrebbe avere. Un ruolo che fonda le sue strutture portanti in una disciplina che può ritenersi, a pieno titolo, la madre di tutte le discipline che ruotano intorno all'Architettura, ovvero il Disegno. È utile allora porsi una domanda: qual è il ruolo del rappresentatore dell'architettura non in qualità di esperto disciplinare bensì quello volto a indirizzare il lavoro degli architetti e la riflessione sull'architettura contemporanea? Nello specifico, che tipo di contributo fornisce il Disegno di Architettura all'architettura contemporanea? In termini sintetici: che rapporto esiste tra disegno e progettazione? Una risposta rassicurante può venire dalla duplice natura del Disegno di Architettura che, come dimostrato dal Ri-

nascimento sino alla nostra contemporaneità, si manifesta sia come conoscenza attraverso il disegno di rilievo, sia come propositività tramite il disegno di progetto. Ritornando alla parte iniziale di questo testo, crediamo fermamente che una nuova stagione non può non ripartire proprio da questa capacità di rilettura del passato al fine di ipotizzare uno scenario di vita, quindi di futuro, maggiormente consoni alle esigenze dell'uomo nella complessità della società contemporanea. Guardare al Disegno di Architettura come disciplina in grado di for-

nire all'architetto consapevolezza rispetto al passato e speranza per il futuro è un'ipotesi di lavoro affascinante e, contemporaneamente, necessaria per educare le giovani generazioni, nello specifico gli studenti di architettura, a una rinnovata sensibilità per il patrimonio ereditato dal passato e alla sua conseguente valorizzazione. Una valorizzazione capace di migliorare non solo l'architettura e la città, ma anche la vita dell'uomo che, in questo spazio, dovrebbe svolgersi in una dimensione di ritrovata armonia collettiva.

Note

[1] *Domus*: <https://www.domusweb.it/it/editorial/2015/10/12/ora_tocca_agli_architetti.html>(consultato il 21 marzo 2018).

Autore

Nicola di Battista, architetto, studio.ndb@libero.it

Modelli virtuali immersivi dalle visioni della fantascienza sociologica del cinema europeo

Federico O. Oppedisano, Daniele Rossi

Abstract

L'articolo intende illustrare i presupposti scientifici e i risultati di un'attività di sperimentazione didattica che ha indagato le potenzialità della prospettiva dinamica interattiva e immersiva, attraverso l'indagine di nuove linee applicative della realtà virtuale immersiva. L'obiettivo è quello di valorizzare un patrimonio di opere costituito dalle produzioni cinematografiche di alcuni lungometraggi del cinema di fantascienza sociologico europeo. Sulla base di questo presupposto la realtà virtuale immersiva, in via sperimentale, è stata impiegata per verificare la sua capacità di indirizzare l'attenzione del pubblico verso tale patrimonio attraverso la realizzazione di modelli esplorativi capaci di rappresentare la qualità delle condizioni spaziali ed emotive presenti nelle opere selezionate.

Parole chiave: prospettiva dinamica interattiva, modello 3D, cinema di fantascienza.

La realtà virtuale come cultura “immersiva”

La cultura visiva contemporanea, sotto lo stimolo dell'industria cinematografica e di quella videoludica, negli ultimi anni si è arricchita di nuove opportunità tecnologiche capaci di amplificare l'esperienza percettiva dello spettatore/osservatore. L'immagine tridimensionale computerizzata, quando è impiegata per rappresentare una precisa e attendibile condizione spaziale, può generare l'illusione di presenza in ambienti reali percepiti in modo così totalizzante da essere vissuti in uno stato di completa immersività cognitiva. Ciò che cambia è il modo di vedere le cose: da una visione statica, fortemente condizionata dai canoni delle rappresentazioni prospettiche si è passati a una visione continua e mutevole, in grado di rendere simultaneamente compartecipi gli utenti di tut-

to quello che si sviluppa nella scena. Cambiano quindi le condizioni cognitive che presiedono la percezione ma soprattutto si amplificano gli spazi d'indagine e le potenzialità della prospettiva dinamica interattiva e immersiva [Migliari 2009]. Tali potenzialità, immediatamente intuite e presidiate dall'industria videoludica, si aprono ora ad ambiti di ricerca differenti, prefigurando scenari diversi in grado di allargarne gli orizzonti applicativi. In questo quadro è stata avviata una sperimentazione di ricerca di carattere didattico, per verificare nuove declinazioni applicative della realtà virtuale immersiva al fine di stimolare e indirizzare l'attenzione dell'utente verso dimensioni culturali alternative a quelle ludiche. L'obiettivo della sperimentazione è stato quello di promuovere attra-

verso la realtà virtuale immersiva, una realtà culturale individuata tra quelle più prossime e aderenti alla dimensione virtuale quale è il cinema. Il cinema, infatti, imponendosi attraverso livelli figurativi dinamici, è capace di determinare, come afferma Roland Barthes, immaginari nei quali lo spettatore s'identifica "narcisisticamente". In riferimento all'immagine cinematografica Barthes afferma: «mi cattura, mi rapisce: mi incollo alla rappresentazione, ed è questa colla a fondare la naturalità (la pseudo-natura) della scena filmata [...] il Reale, da parte sua, conosce solo distanze, il Simbolico maschere; solamente l'immagine (l'Immaginario) è "vicina", solamente l'immagine è "vera"» [Barthes 1994, p. 148]. Per rafforzare l'aderenza tra dimensione culturale da valorizzare e scenario immersivo è stato individuato, tra i generi cinematografici, quello fantascientifico, che si coniuga in modo diretto alla realtà virtuale, poiché la fantascienza è soprattutto, come afferma Lino Aldani: «una forma di rappresentazione che stabilisce, attraverso l'eccezionalità della situazione, un diverso rapporto con le cose» [Aldani 1962, p. 17]. Tra i sotto generi della fantascienza, quello che presenta aspetti di particolare rilievo culturale, perché offre la possibilità non solo di ipotizzare la forma del futuro ma anche di riflettere sulla condizione del presente, è la cosiddetta fantascienza sociologica sviluppata intorno agli anni '60 soprattutto in Europa.

La fantascienza sociologica come paradigma culturale

La fantascienza sociologica si coniuga, in larga misura, alla letteratura fantascientifica che a sua volta trova le sue radici nella narrativa utopistica, in gran parte dei *voyages extraordinaires*, ma anche negli scritti di Platone, Luciano di Samosata, Tommaso Moro, Cyrano e Swift [Suvin 1985, p. 488]. Ciò nonostante sono rari i casi in cui il critico letterario ha conferito al romanzo di fantascienza la dignità dell'opera d'arte, sia per le sue radici di genere popolare fatte risalire al romanzo gotico, sia per la diffusione promossa attraverso riviste di poco prezzo e stampate su carta di bassa qualità [1].

Le due principali istanze verso il progresso scientifico sono evidenti nei romanzi fantastici di Jules Verne e Herbert George Wells. Il primo raccoglie con entusiasmo le possibilità aperte dal progresso e introduce il fattore scientifico come presupposto della narrativa fantastica e avventurosa per rendere più plausibili i racconti [2]. Mentre Wells concentra l'attenzione sui temi dell'ingiustizia e

degli squilibri sociali, proponendo scenari futuri distorti. In qualche misura lo spirito dei suoi racconti rispecchia le paure verso il progresso, che si trasformeranno in realtà con la prima Grande Guerra decretando la fine di quella visione ottimistica verso la scienza che aveva caratterizzato il diciannovesimo secolo in Europa.

Se la narrativa di oltreoceano si caratterizza come letteratura d'evasione, quella europea appare aderire al filone anti-utopico aperto da Wells. I temi dei racconti entrano all'interno delle problematiche dell'individuo e della società, le storie non si concentrano sulle battaglie tra bene e male o sulla descrizione di guerre intergalattiche, ma verso le problematiche che il progresso stava apportando alla società e all'individuo come l'inquinamento e la sovrappopolazione [3]. La fantascienza, quindi, diventa metafora della vita e mezzo per denunciare le profonde contraddizioni e alienazioni sociali [4]. Intorno agli anni '60 inizia a svilupparsi, così, la fantascienza cosiddetta sociologica, che, influenzata dai radicali cambiamenti del costume e della società, propone racconti che accantonano l'aspetto tecnologico, posto sullo sfondo narrativo, per concentrarsi verso l'indagine degli "spazi interni" [5]. L'inconscio diventa il terreno sul quale sperimentare nuovi modelli narrativi come i monologhi interiori dei personaggi, che meglio si prestano a raccontare lo squilibrio interiore dell'uomo nella società [6]. Questa nuova dimensione della fantascienza nel cinema trova l'interesse di vari autori, non specializzati nel genere, ma che impiegano la metafora fantascientifica per denunciare le possibili derive della società, come ad esempio quelli della *nouvelle vague* che realizzano lungometraggi, in larga misura ispirati dalla letteratura, i cui contenuti nel panorama cinematografico dell'epoca risultano innovativi e di particolare importanza, come ad esempio *Agente Lemmy Caution: missione Alphaville* (1965) di Jean-Luc Godard [7], *La jetée* (1962) di Chris Marker, *Fahrenheit 451* (1966) di François Truffaut. Inoltre si segnalano, *Barbarella* (1968) di Roger Vadim, *Solaris* (1972) e *Stalker* (1979) di Andrej Tarkovskij, *L'uomo che cadde sulla terra* (1976) di Nicolas Roeg, ma anche film di animazione come *Il pianeta selvaggio* (1973) di René Laloux.

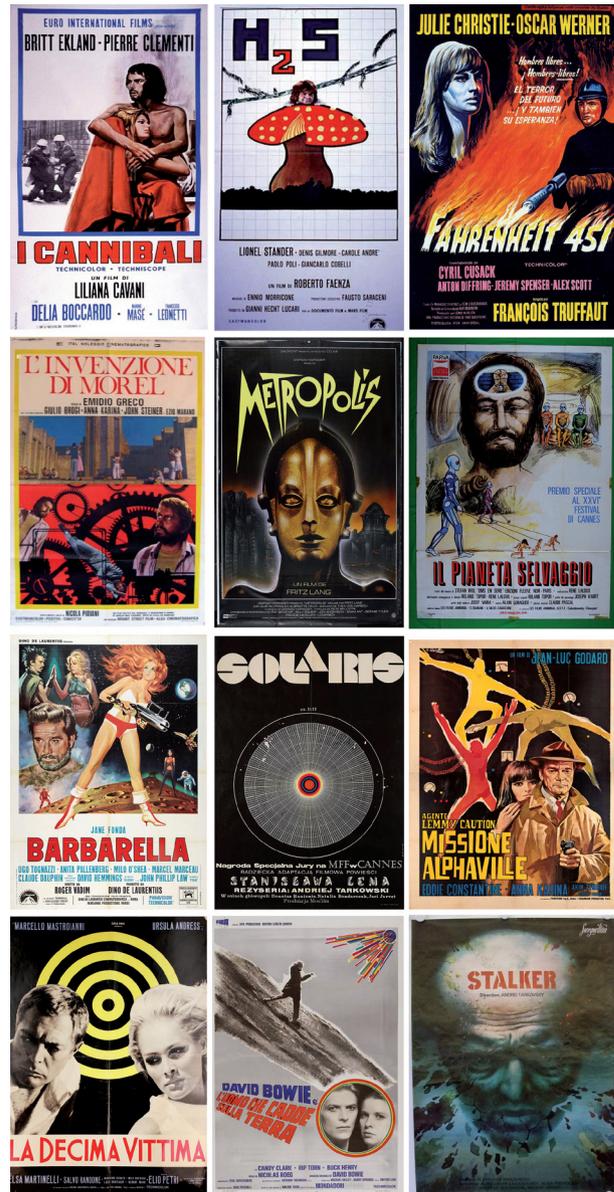
In Italia l'aspetto sociologico nel cinema di fantascienza appare un fenomeno più sotterraneo in molti casi sono opere poco conosciute come ad esempio: *Omicron* (1963) di Ugo Gregoretti, *La decima vittima* (1965) di Elio Petri, *H2S* (1968) di Roberto Faenza, *Colpo di stato* (1968) di Luciano Salce, *Il tunnel sotto il mondo* (1969)

di Luigi Cozzi, *I cannibali* (1970) di Liliana Cavani, *N.P. - Il segreto* (1971) di Silvano Agosti, *L'invenzione di Morel* (1974) di Emidio Greco, *I viaggiatori della sera* (1979) di Ugo Tognazzi, *Il seme dell'uomo* (1969) di Marco Ferreri. Questi film d'autore, nelle loro diversità, sono forme di sperimentazione che si connotano come fantascientifici non certo per l'apparato scenografico, ma piuttosto per i presupposti insiti nel racconto e nonostante la povertà dei mezzi di produzione presentano connotazioni linguistiche particolarmente originali nel panorama della cultura cinematografica di quel periodo.

La sperimentazione. Inside Sci-Fi

A ogni studente [8] è stato assegnato lo studio di un film di fantascienza sociologica da un elenco individuato dalla docenza [9] (fig. 1) e gli è stato richiesto di elaborare un modello tridimensionale digitale da esplorare in modalità immersiva. Un modello capace di evocare il senso e i significati più importanti che caratterizzano il lungometraggio, rappresentando il tono visivo, le atmosfere e i colori del film, evitando di cedere a pulsioni iper-realistiche o mimetiche, che avrebbero condotto alla semplice realizzazione di modelli scenografici. Il cinema di fantascienza diventa quindi paradigma culturale che può trovare nella realtà virtuale immersiva nuove forme di divulgazione e conoscenza in una dimensione visiva inedita capace di rendere evidenti e "tangibili", proprio nell'intangibilità della dimensione virtuale, le atmosfere e il tono che caratterizza le opere di questo genere, impiegando la metafora fantascientifica, per sollecitare il pubblico a riflettere sulla realtà. Sulla base di questi presupposti, i modelli 3D realizzati dagli studenti, intendono superare i limiti puramente spettacolari della realtà immersiva e della semplice esplorazione di spazi artificiali, per configurarsi come formule sperimentali in grado di sollecitare l'utente verso la scoperta dei contenuti di opere cinematografiche. Pertanto sono state evitate manieristiche ricostruzioni scenografiche, avviando, piuttosto, una ricostruzione di un percorso nel quale l'utente è invitato a rintracciare e connettere gli elementi dell'opera rielaborati in forme grafiche e sonore. Questi spazi condizionano la visione dello spettatore che si polverizza negli infiniti punti di vista consentiti, contribuendo così alla definizione di una dimensione logistica dell'immagine. Camminare, guidare, mirare sono azioni che implicano sempre delle operazioni di misurazione dello spazio.

Fig. 1. Locandine dei lungometraggi per i quali è stato realizzato un modello virtuale immersivo.



In questa cornice operativa, la prospettiva dinamica interattiva e immersiva preleva dall'immaginario visivo dei videogiochi, una modalità rappresentativa-esplorativa di ambientazioni tridimensionali con la quale e nella quale raggiungere una percezione "altra" dello spazio-tempo, in virtù della quale ogni elemento sembra in connessione fluida con tutti gli altri.

Tale evoluzione modifica tanto il nostro bagaglio concettuale, quanto le sperimentazioni applicative che ne derivano. Le nostre capacità tendenziali verso l'astrazione ne risultano incrementate, così come le possibilità di

gestire una complessità nuova, legata a una logica d'interazione e movimento.

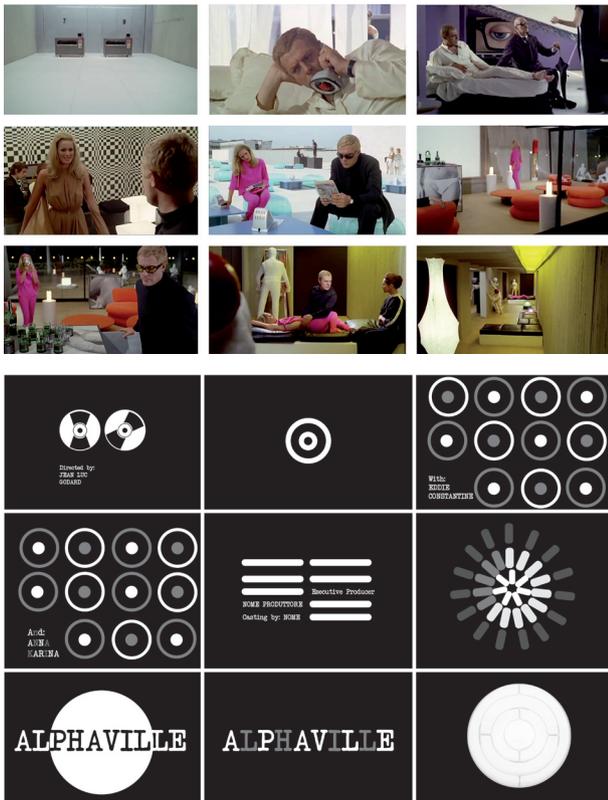
Ogni studente ha pertanto ideato ed elaborato un'ambientazione virtuale sotto forma di modello 3D navigabile, sulla base di un accurato studio preliminare della cifra stilistica dell'autore, delle caratteristiche dell'opera e del momento storico nel quale è stata realizzata. Ciascun film è stato decostruito, definendone gli ambiti spaziali, e analizzandone l'apparato grafico.

Tali riflessioni preliminari si sono concretizzate in una serie di elaborati grafici riassuntivi quali: fotogrammi chiave, tavolozza dei colori, oggetti di scena o riferimenti artistici. I fotogrammi chiave sono stati collezionati all'interno di una *moodboard* contenente frammenti visivi e suggestioni grafiche provenienti dal film analizzato. La tavolozza dei colori si è rivelata funzionale per analizzare lo spettro grafico e desumere il codice cromatico da utilizzare per fondali, materiali e texture dei modelli 3D. Infine, la selezione di oggetti di scena o dei riferimenti artistici, ha permesso l'inserimento di alcuni oggetti iconici presenti nel film a carattere fortemente evocativo (fig. 2). Questo in considerazione del fatto che, come già accennato nell'introduzione, i film selezionati, proprio per la loro connotazione sociologica non basata sulla spettacolarizzazione degli effetti visivi, necessitavano di alcuni riferimenti grafici, facilmente riconoscibili e capaci, ad esempio, di richiamare un determinato periodo storico [10].

Operativamente, una volta ultimata questa prima fase di analisi grafica si è passati alla progettazione e quindi alla modellazione 3D delle ambientazioni. Sono state impiegate le tecniche proprie della modellazione finalizzata al rendering *real time*, prediligendo l'impiego di texture grafiche per aggiungere dettagli micro-geometrici piuttosto che appesantire il modello con poligoni non necessari. Si è passati quindi all'allestimento dell'ambiente virtuale da esplorare con la prospettiva dinamica interattiva immersiva. A tale scopo è stata impiegata una piattaforma hardware/software di un sistema composto dal motore grafico *Unreal Engine* [11] e dal visore per la realtà virtuale *Oculus Rift* [12]. In questa fase il numero di poligoni dei modelli 3D sono stati ulteriormente ottimizzati al fine di alleggerire il modello e garantire così una navigazione fluida non inferiore ai 60 fps. Il *set-up* delle scene è stato poi finalizzato aggiungendo un sistema di illuminazione desunto dalle analisi preliminari e prefigurato in alcune immagini pre-progettuali (*concept art*) (fig. 3) e da sistemi particellari e di effetti visivi per la simulazione atmosferica.

Fig. 2. Tavola contenente oggetti di scena e riferimenti artistici del film *La Decima Vittima* (1965) di Elio Petri (studente: Nicola Brucoli).

Fig. 3. Elementi grafici per l'ambiente 3D del film *Agente Lemmy Caution: missione Alphaville* (1965) di Jean-Luc Godard (studente: Livia Barone).



Tali ambienti sono stati poi validati ed esperiti mediante l'impiego del dispositivo HMD di visione per realtà virtuale *Oculus Rift*, allo scopo di verificare le qualità rappresentative e rivelative, ma anche per misurare il grado d'immersività in rapporto alla scala di rappresentazione.

Metodologia di progetto: l'ambiente virtuale immersivo del film *Stalker* di Andrej Tarkovskij

Al fine di chiarire il processo metodologico seguito per la configurazione degli ambienti virtuali immersivi relativi alle opere cinematografiche selezionate, si riporta il caso studio relativo al film *Stalker*, diretto nel 1979 da Andrej A. Tarkovskij. Tale approfondimento si presta, per poetica e contenuti, a descrivere ed esemplificare alcuni dei processi analitici e generativi citati precedentemente e a illustrare sinteticamente le metodologie adottate in relazione agli artefatti progettati e prototipati.

Preliminarmente è stato condotto uno studio finalizzato a inquadrare il contesto storico-culturale nel quale è stato realizzato il lungometraggio collocandolo all'interno della ricerca artistica del regista. In estrema sintesi, la figura di Andrej A. Tarkovskij regista, sceneggiatore, montatore e critico cinematografico sovietico, si muove all'interno di generi differenti, proponendo, in generale e in tutta la sua produzione, allo spettatore la sua ascetica e personale visione del mondo. Tra i suoi film, riconosciuti come capolavori, oltre a *Stalker* ricordiamo anche un altro film di fantascienza, *Solaris* [13], e *Lo Specchio*, opere che pongono in primo piano la ricerca profonda del mondo interiore dell'uomo. Per Tarkovskij è importante compiere un viaggio dentro la psicologia, la filosofia che nutre l'uomo: «dentro le tradizioni letterarie e culturali sulle quali riposano le sue fondamenta spirituali» [Tarkovskij 1988, p. 181]. La fantascienza per Tarkovskij è un pretesto, rappresenta soltanto la situazione di partenza, che lo aiuta a «definire in maniera più plastica e rilevata il conflitto morale» [Tarkovskij 1988, p. 178] fondamentale nel film. *Stalker* è tratto dal racconto dei fratelli Boris N. e Arkadij N. Strugackij dal titolo *Pic-nic sul ciglio della strada* [14] e racconta di una spedizione attraverso un paesaggio post-industriale alla ricerca di una misteriosa Zona da parte di uno scrittore in cerca d'ispirazione e di un professore alla ricerca di una scoperta scientifica, guidati dallo *Stalker*, una figura, afferma il regista, apparentemente debole ma in realtà «invincibile a causa della sua fede e della sua volontà

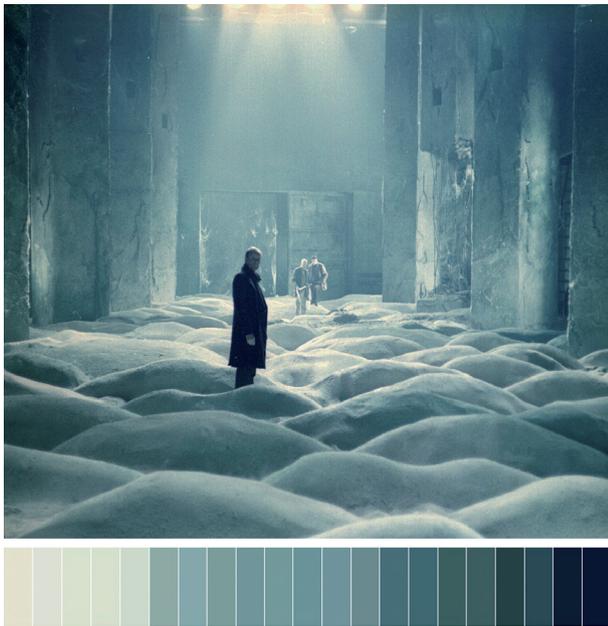
di servire gli uomini» [Tarkovskij 1988, p. 166]. Nella Zona esiste una stanza nella quale si possono realizzare i desideri più intimi delle persone, un luogo nel quale la vita degli individui può essere radicalmente modificata [Bordwell, Thompson 1998, p. 443]. La Zona è la terra di nessuno un «luogo dove la norma, la regola che il confine stabilisce non vale più, la terra selvaggia dove ognuno deve badare a se stesso e tutto diventa possibile» [Zanini 1997, p. 15]. In questo senso per Tarkovskij la Zona «non simboleggia nulla: la Zona è la Zona, la Zona è la vita: attraversandola l'uomo o si spezza, o resiste. Se l'uomo resisterà dipende dal suo sentimento della propria dignità, della sua capacità di distinguere il fondamentale dal passeggero» [Tarkovskij 1988, p. 178]. Scrive Tarkovskij: «In *Stalker* io esprimo il mio pensiero fino in fondo: l'amore umano è il miracolo che si può contrapporre a qualunque arida teorizzazione secondo cui non c'è speranza nel mondo. [...] In questo film mi premeva enucleare quell'elemento specificamente umano, che non può essere dissolto e scomposto, che si cristallizza nell'anima di ognuno e costituisce il suo valore» [Tarkovskij 1988, pp. 177-178].

Il musicista russo Eduard N. Artyemyev ha curato la colonna sonora scrivendo tracce che coniugano suoni elettronici provenienti da un sintetizzatore con quelli di strumenti musicali tipici dell'area medio-orientale. Nella ricerca di Tarkovskij la colonna sonora ha sempre rivestito un ruolo fondamentale: per il regista infatti «La musica può essere utilizzata per produrre una necessaria distorsione del materiale visivo nella percezione degli spettatori, al fine di renderlo più pesante o più leggero, più trasparente, più sottile o, al contrario, più grossolano. Per mezzo della musica il regista riesce a indirizzare le emozioni del pubblico in una direzione particolare, allargando la gamma percettiva del loro immaginario visivo [...]. La percezione è più profonda» [Tarkovskij 1988, p. 145].

A seguito di questa prima fase di approfondimento storico-culturale del lungometraggio e di fondamentale importanza per definire i parametri di rappresentazione degli ambienti virtuali, sono state condotte alcune analisi specifiche delle scene più significative del film per comprendere il tono visivo della pellicola sia in termini cromatici che percettivi. Da tale analisi deriva da una parte l'elaborazione di una *palette* dei colori (fig. 5) per rivelare i cromatismi delle atmosfere cupe costituite in larga misura da colori freddi, con una dominante cromatica che dal grigio-verde si sposta gradualmente verso

Fig. 4. Moodboard del film *Stalker* (1979) di Andrej Tarkovskij (studente: Nunzio Liso).

Fig. 5. Palette dei colori del film *Stalker* (1979) di Andrej Tarkovskij (studente: Nunzio Liso).



gradazioni di blu molto desaturati; dall'altra, invece, una moodboard (fig. 4) in cui sono stati riportati fotogrammi con inquadrature che impiegano campi medi per illustrare gli spazi esterni e la Zona, primi piani che raccontano le espressioni dei protagonisti oltre ad alcune inquadrature di dettaglio su alcuni degli elementi simbolici quali l'acqua, il fuoco, la nebbia, la luce, fondamentali nella poetica dell'autore.

Analogamente l'analisi del paesaggio sonoro ha permesso di individuare e campionare tre tipologie di suoni diegetici ed extradiegetici: quelli relativi alla colonna sonora, quelli alla rumoristica d'ambiente, e infine le voci umane degli attori. Questo insieme di elementi costituito da suoni, colori ed elementi simbolici sono diventati i parametri principali attraverso i quali impostare la costruzione dell'esperienza audiovisiva immersiva dell'ambiente virtuale.

Tali analisi hanno così guidato la definizione di un percorso spaziale ed emozionale in cui alle componenti geometriche tridimensionali, sinesteticamente occorre affiancare una sequenza di stati emotivi capaci di condurre il visitatore in un lento peregrinare in grado di evocare il senso del "viaggio" dei tre protagonisti del lungometraggio alla ricerca della Stanza dei desideri.

Il percorso spaziale così definito, unitamente ad alcuni elaborati pre-progettuali (*concept art* e *storyboard*) (figg. 6, 7), ha permesso di definire il *gameplay* (fig. 8) del modello immersivo navigabile. Nella progettazione di un videogioco il *gameplay* rappresenta l'insieme delle condizioni spaziali e interattive che influenzano l'esperienza di gioco del singolo utente. L'elaborato risultante raffigura sinteticamente tutti i luoghi navigabili e i sistemi di interazione con essi. Interfacce e attuatori (*trigger*) vengono dislocati su una rappresentazione schematica di come verrà organizzato lo spazio percorribile del modello al fine di validarne le possibilità di "gioco" e la congruità degli spostamenti in relazione alle interazioni possibili. In questo caso tre ambienti principali, corrispondenti ai tre livelli di coscienza dei tre protagonisti, sono organizzati intorno a due corridoi di distribuzione che s'intersecano nel punto dove approda (*land point*) l'utente nel momento in cui si avvia l'applicazione. All'interno di tali ambienti, tre attuatori e sei *output* video completano l'esperienza esplorativa permettendo al visitatore di immergersi nell'ultima area visitabile, uno spazio illimitato nel quale lasciarsi cadere rilassandosi, rilasciando la tensione emotiva accumulata e partecipando alla stesura della narrazione emozionale necessaria a rendere strategica e convincente l'esperienza finale.

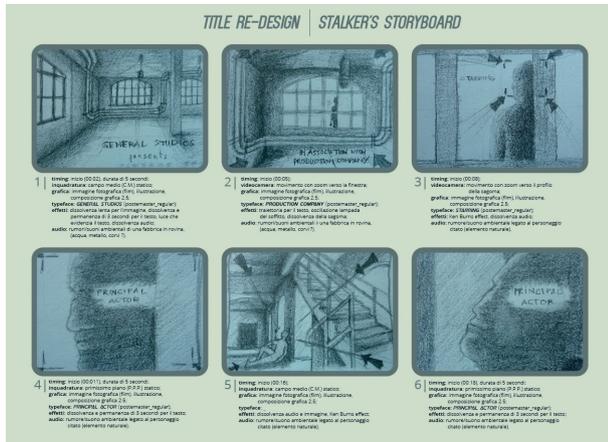


Fig. 6. Storyboard per l'elaborazione del modello immersivo del film *Stalker* (1979) di Andrej Tarkovskij (studente: Nunzio Liso).

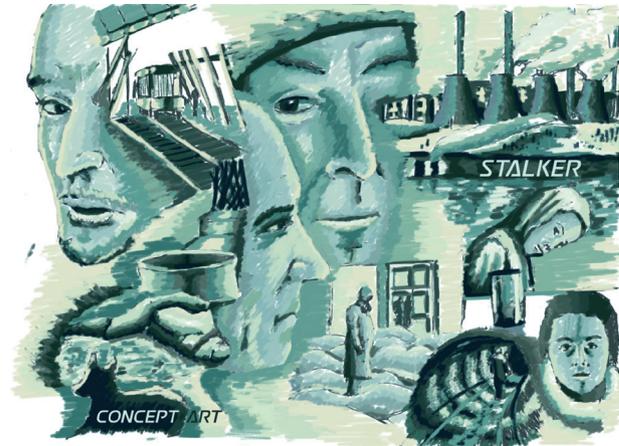


Fig. 7. Concept art per l'elaborazione del modello immersivo del film *Stalker* (1979) di Andrej Tarkovskij (studente: Nunzio Liso).

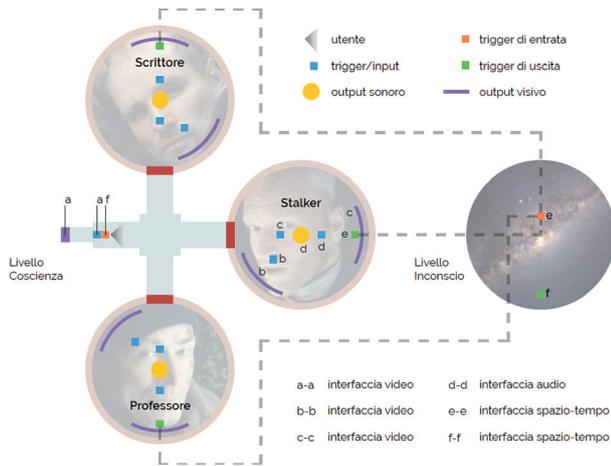
Operativamente, una volta delineata l'esperienza di gioco, l'utilizzo di sistemi di modellazione poligonale ha permesso la costruzione di modelli tridimensionali ottimizzati per essere renderizzati in *real time* sul motore grafico scelto per questa sperimentazione (*Unreal Engine*) (fig. 9). La fase di texturizzazione, basandosi sul campionamento cromatico precedentemente analizzato, ha infine completato la costruzione del modello 3D aggiungendo micro-geometrie e disturbi che contribuiscono a "sporcare" la maglia poligonale, aumentandone scenograficamente il tono spettrale e angusto.

Seguendo tali specifiche i corridoi di distribuzione sono stati disegnati come se fossero dei tunnel sotterranei a sezione circolare, mentre i tre ambienti sono stati progettati come tre aule a pianta circolare occupate solo da un pozzo posto al centro e da alcuni schermi a parete che, una volta attivati mostrano in *loop* alcune scene del film. L'ultima area visitabile, alla quale si accede dopo essersi avvicinati a uno degli schermi a parete, è costituita da una sfera texturizzata con un'immagine dello spazio profondo così da non poterne cogliere le effettive dimensioni e nella quale si cade senza possibilità di controllo. Un attuatore a tempo conclude infine l'esperienza riportando l'utente nel punto di atterraggio iniziale. Punti luce a bassa potenza emissiva e nebbia volumetrica all'interno dei tre macro-ambienti completano l'allesti-

mento visivo della scena contribuendo in maniera sostanziale ad amplificare il grado di immersività percepita. Per ciò che riguarda invece l'apparato sonoro, esso è composto da una serie di emettitori omnidirezionali all'interno dei tunnel che propagano suoni bianchi, simulando il rumore della pioggia o quello dei passi sul pavimento. Nelle tre sale invece, musiche e dialoghi campionati direttamente dal film si abbinano ai filmati proiettati sugli schermi a parete. Infine, nell'ultimo ambiente, la caduta continua dell'utente è accompagnata da una traccia audio binaurale che agisce da ulteriore elemento rilassante. Ciò che ne consegue è un'esperienza immersiva totalizzante nella quale tre piani descrittivi si intersecano completandosi a vicenda. Sul piano visivo il fotorealismo del modello così disegnato illude il visitatore di trovarsi in uno spazio reale, mentre il sistema d'illuminazione artificiale e la nebbia volumetrica segnalano le direzioni di spostamento in maniera non invasiva. Sul piano acustico i rumori bianchi e gli effetti sonori abitano lo stesso spazio geometrico guidando l'utente da uno stato psico-fisico contraddistinto da ansia e inquietudine a uno caratterizzato da rilassamento e distensione. Sul piano dell'interattività infine, attuatori e *output* video, strategicamente collocati, forzano il fruitore a interagire con il modello 3D secondo un meccanismo di ruolo innescato dalla curiosità di muoversi all'interno della Zona (fig. 10).

Fig. 8. Schema logico-planimetrico dell'esperienza di gioco (studente: Nunzio Liso).

Fig. 9. L'allestimento scenico del modello nel motore grafico adottato per la sperimentazione (Unreal Engine).

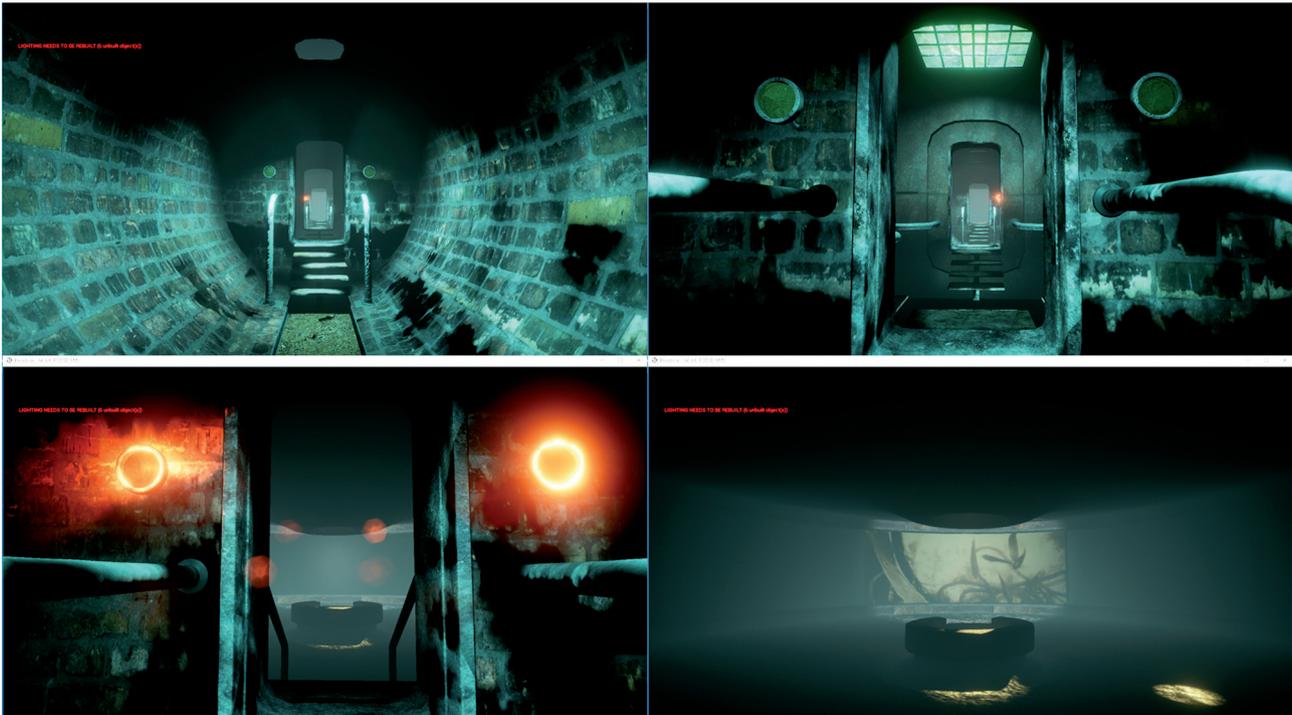


Conclusioni. Il potenziale della prospettiva dinamica interattiva e immersiva

L'obiettivo principale di questa attività è stato quello di sperimentare nuove applicazioni di realtà virtuale immersiva e di comprendere come questa possa diventare strumento di conoscenza e divulgazione di contenuti culturali, coniugandola con un'altra realtà di natura immersiva come quella cinematografica, e valutando allo stesso tempo le potenzialità espressive e rivelative della prospettiva dinamica interattiva. Pertanto la realtà virtuale immersiva è stata intesa come strumento capace di rappresentare spazi e modelli a forte carica emozionale in grado di valorizzare l'insieme delle condizioni spaziali ed emotive che caratterizzano il tono visivo (atmosfera, percezioni, simboli, oggetti ecc.) di una filmografia poco conosciuta, tuttavia rappresentativa di alcuni particolari momenti storici della nostra società.

Il confronto diretto con il linguaggio del cinema ci ha permesso inoltre di riflettere sui modi in cui gli ambienti così costruiti possono essere fruiti e raccontati. La grammatica filmica consente di definire un'analogia tra la prospettiva dinamica interattiva e una tecnica di ripresa cinematografica che è divenuta una figura stilistica pervasiva nei nuovi media: la soggettiva (*First Person Shot*). Ruggiero Eugeni la definisce come una forma simbolica e più precisamente «una figura espressiva radicalmente postmediale, in quanto deriva non dagli sviluppi di un medium specifico (neppure da quelli del solo videogioco), quanto piuttosto dalla interazione di dispositivi, piattaforme e canali differenti, sia ascrivibili all'area dei media sia non strettamente ascrivibili a tale area» [Eugeni 2015, p. 53]. La soggettiva si ibrida con ambiti ed esperienze derivanti dal mondo dei videogiochi in prima persona e diviene simbolo di una cultura visuale caratterizzata da abitudini percettive dominate da esperienze in prima persona. Lo spazio pertanto può essere fruito come se ci si trovasse realmente al suo interno, spostandosi virtualmente nella scena 3D visualizzata, avvicinandosi, allontanandosi o cambiando direzione della vista, ovvero godendo di un sistema di simulazione di possibili movimenti nello spazio tramite un'interfaccia naturale intuitiva. La prospettiva dinamica interattiva e immersiva cela un enorme potenziale che riguarda il modo di raccontare e svelare ambienti 3D. La possibilità di esplorare in prima persona migliora la percezione

Fig. 10. Alcuni fotogrammi della prospettiva dinamica interattiva tratti dal modello virtuale immersivo elaborato per il film *Stalker* (1979) di Andrej Tarkovskij (studente Nunzio Liso).



geometrica di modelli tridimensionali. La visualizzazione stereoscopica propria dei visori per la realtà virtuale immersiva combinandosi con la possibilità di muoversi

liberamente con il proprio punto di vista migliora la capacità di comprensione della qualità spaziale dei luoghi nella quale ci si immerge.

Note

[1] Tra il 1926 e il 1938 negli Stati Uniti l'elettrotecnico Hugo Gernsback fonda la rivista *Amazing Stories* (1926) che rende la narrativa fantastica un fenomeno popolare. Nel 1929 Gernsback è direttore di *Science Wonder Stories* e conia il termine *Science fiction* (Fantascienza) in sostituzione del precedente *Scienti-fiction* (Narrativa scientifica).

[2] Verne riteneva i romanzi di Wells privi di basi scientifiche plausibili.

[3] Tali argomenti sono stati sviluppati da Anthony Boucher, direttore di *The Magazine of Fantasy and Science Fiction*, e Horace Gold, direttore di *Galaxy*. Per approfondimenti cfr. Asimov 1984.

[4] Tra gli autori più importanti di questo periodo si ricorda Ray Bradbury.

[5] Così definiti dallo scrittore James G. Ballard. In questo periodo nasce in Inghilterra la rivista *New Worlds* diretta dallo scrittore inglese Michael Moorcock.

[6] Questo filone si consolida negli anni '70 attraverso le opere dell'americano Philip K. Dick e dell'inglese James Ballard, ispiratori di William Gibson che con il romanzo *Neuromancer* (1984) realizzerà il manifesto del movimento *cyberpunk*, segnando il passaggio dagli spazi interni a quelli virtuali.

[7] Ricordiamo che Godard in diverse interviste ha affermato di non essere interessato al genere fantascientifico.

[8] La sperimentazione si riferisce a un'attività didattica condotta per il laboratorio di Design Multimediale del corso di laurea magistrale in Design Computazionale presso la Scuola di Architettura e Design dell'Università di Camerino, a.a. 2015/16.

[9] L'elenco comprende: *Brazil* di Terry Gilliam, *Barbarella* di Roger Vadim, *La decima vittima* di Elio Petri, *N.P. il segreto* di Silvano Agosti, *L'invenzione di Morel* di Emidio Greco, *Solaris* di Andrej Tarkovskij, *Il pianeta selvaggio* di René Laloux, *Agente Lemmy Caution: missione Alphaville* di Jean-Luc Godard, *Metropolis* di Fritz Lang, *Zardoz* di John Boorman, *Fahrenheit 451* di François Truffaut, *H2S* di Roberto Faenza,

Stalker di Andrej Tarkovskij, *I cannibali* di Liliana Cavani, *L'uomo che cadde sulla terra* di Nicolas Roeg.

[10] Si pensi a *La decima vittima* di Elio Petri, le cui scenografie sono colme di citazioni di opere della *Pop Art*, dell'*Optical Art* e del design italiano negli anni sessanta.

[11] <www.unrealengine.com> (consultato il 3 febbraio 2018).

[12] *Oculus VR Oculus Rift*: <<http://www.oculusvr.com>> (consultato il 3 febbraio 2018).

[13] Tratto dal romanzo di Stanislav Lem, è considerato la riposta sovietica al film di Stanley Kubrick *2001: Odissea nello spazio*.

[14] Il racconto è stato pubblicato nel 1971.

Autori

Federico O. Oppedisano, Scuola di Ateneo Architettura e Design "E.Vittoria", Università di Camerino, federico.oppedisano@unicam.it

Daniele Rossi, Scuola di Ateneo Architettura e Design "E.Vittoria", Università di Camerino, daniele.rossi@unicam.it

Riferimenti bibliografici

Aldani, L. (1962). *La fantascienza: che cos'è, come è sorta, dove tende*. Piacenza: La Tribuna.

Asimov, I. (1984). *Guida alla fantascienza*. Serie *Urania Blu*. Milano: Mondadori.

Barthes, R. (1994). *Sul Cinema*. Genova: Il Melangolo.

Bordwell, D., Thompson, K. (1998). *Storia del cinema e dei film dal Dopo-guerra a oggi*. Milano: Il Castoro.

Eugeni, R. (2015). *La condizione postmediale*. Milano: La Scuola.

Gibson, W. (1984). *Neuromancer*, New York: Ace books.

Migliari, R. (a cura di) (2009). *Prospettiva dinamica interattiva. La tecnologia dei videogiochi per l'esplorazione dei modelli 3D di architettura*. Roma: Kappa.

Suvin, D. (1985). *Le metamorfosi della fantascienza. Poetica e storia di un genere letterario*. Bologna: Il Mulino.

Tarkovskij, A. (1988). *Scolpire il tempo*. Milano: Ubulibri.

Zanini, P. (1997). *Significati del Confine. I limiti naturali, storici, mentali*. Milano: Mondadori.

La prospettiva. Una questione di punti di vista

Federico Fallavollita

Abstract

L'articolo presenta lo studio che ha preceduto una lezione per conto del Dipartimento di Architettura di Bologna tenuta ai bambini di età compresa tra gli otto e i quattordici anni, nell'ambito di una iniziativa dell'Ateneo per la divulgazione della scienza. Lo studio presenta alcune esperienze di prospettiva e stereotomia. Tra gli obiettivi della ricerca c'è quello di spiegare ai bambini, attraverso il gioco, il potere illusorio della prospettiva e, perciò, gli inganni cui è soggetta la percezione umana dello spazio. Per questo fine è stata costruita una piccola camera di Ames, studiandone la scomposizione in parti, in una sorta di stereotomia contemporanea. Nella prima parte dell'articolo, è esposta brevemente la lezione tenuta ai bambini oltre ad alcuni approfondimenti sulle questioni teoriche affrontate, che ovviamente non potevano essere incluse nella lezione. Nella seconda parte sono descritti lo studio, la progettazione e la costruzione della camera di Ames.

Parole chiave: camera di Ames, geometria descrittiva, percezione, specchio, stereotomia.

Introduzione

Lo spunto per questo studio è stato una lezione per i bambini di età compresa tra gli 8 e i 14 anni nell'ambito di *Unijunior*. «Unica in Italia nel suo genere, *Unijunior*, nasce con l'ambizioso obiettivo di avvicinare i più piccoli allo studio di materie importanti, utilizzando strumenti semplici e noti al bambino come l'esperienza pratica, il gioco e il divertimento. *Unijunior* stimola la curiosità del bambino facendo leva sul naturale istinto di esplorazione che lo sprona a conoscere il mondo, trovando risposte alle sue infinite domande e assecondando le sue prioritarie esigenze» [1]. L'occasione ha consentito di fare alcune esperienze di prospettiva e di stereotomia. Per illustrare le proprietà della prospettiva e, al contempo, alcune caratteristiche della percezione umana dello spazio, è stato progettato un pla-

stico di polistirolo, che è stato poi realizzato per mezzo di una macchina da taglio a filo, a controllo numerico.

L'intento è duplice: il primo, spiegare ai bambini, attraverso il progetto della camera, cos'è il disegno di architettura e come questo si discosti dal disegno comunemente inteso; il secondo, ugualmente importante, consiste nel dimostrare il potere illusorio della prospettiva, che deriva dalle modalità della percezione visiva.

Nella prima parte dell'articolo viene esposta brevemente la lezione tenuta ai bambini, con alcuni altri approfondimenti sulle questioni teoriche affrontate, che ovviamente non potevano essere inclusi nella lezione.

Nella seconda parte è descritta la progettazione e la costruzione della camera di Ames.

Sinossi della lezione per i bambini

Il titolo originale della lezione per i bambini (*Il mondo come è e il mondo come appare*) prende spunto dai metodi di rappresentazione dell'architettura.

Com'è noto, questi metodi servono per descrivere in modo accurato e trasmissibile le forme nello spazio e permettono, altresì, di studiare le relazioni reciproche e le proprietà di tali forme. I metodi grafici sono: la rappresentazione in doppie proiezioni ortogonali, l'assonometria e la prospettiva. A questi metodi si sono affiancate le rappresentazioni digitali: quella numerica e quella matematica. Non parleremo di queste ultime, perché le loro peculiari caratteristiche non modificano la sostanza degli argomenti trattati [2].

I primi due metodi, ovvero le cosiddette proiezioni parallele, servono per descrivere il 'mondo come è'. Il terzo metodo, ovvero la prospettiva, serve a descrivere il 'mondo come appare'.

L'architetto, infatti, usa la pianta, la sezione e il prospetto per progettare e misurare lo spazio. Inoltre usa l'assonometria per capire il rapporto tra i volumi e il meccanismo delle relazioni tra le forme nello spazio. Le proiezioni parallele servono, dunque, per controllare gli aspetti metrici e formali dello spazio in un ambiente che è isotropo e omogeneo come lo spazio stesso.

Ma l'uomo non vede le forme tridimensionali così come 'sono': l'uomo vede lo spazio attraverso il filtro della prospettiva e cioè della proiezione che trasforma il mondo a tre dimensioni nelle immagini raccolte dall'occhio [3]. E allora diventa vitale poter descrivere lo spazio come effettivamente appare allo sguardo dell'uomo e a questo fine l'architetto impiega la prospettiva.

Per spiegare cosa sia una prospettiva, basta pensare a una fotografia. E anche il funzionamento dell'occhio è analogo a quello di una macchina fotografica. Tuttavia, sarebbe sbagliato pensare che il fenomeno della visione si limiti a questi passaggi di natura ottico-meccanica, perché, come vedremo tra poco, è il cervello che elabora le immagini raccolte dall'occhio ed è nel cervello che si producono gli inganni dei quali è capace la prospettiva. In verità, la questione prospettica, che abbiamo appena toccato, è assai controversa. Possiamo dire che esistono due principali scuole di pensiero distinte. La prima considera la prospettiva (piana e solida) solamente un metodo scientifico per produrre immagini (statiche o dinamiche) che hanno diritto di esistere solo come prodotto dell'ingegno umano, ma che non sono in grado di evocare la percezione dello spazio.

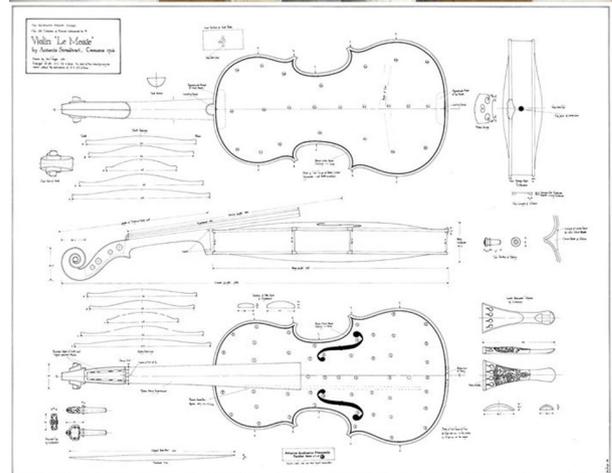


Fig. 1. Pablo Picasso, Chitarra con violino, 1913. Violino di Antonio Stradivari, disegno tecnico.

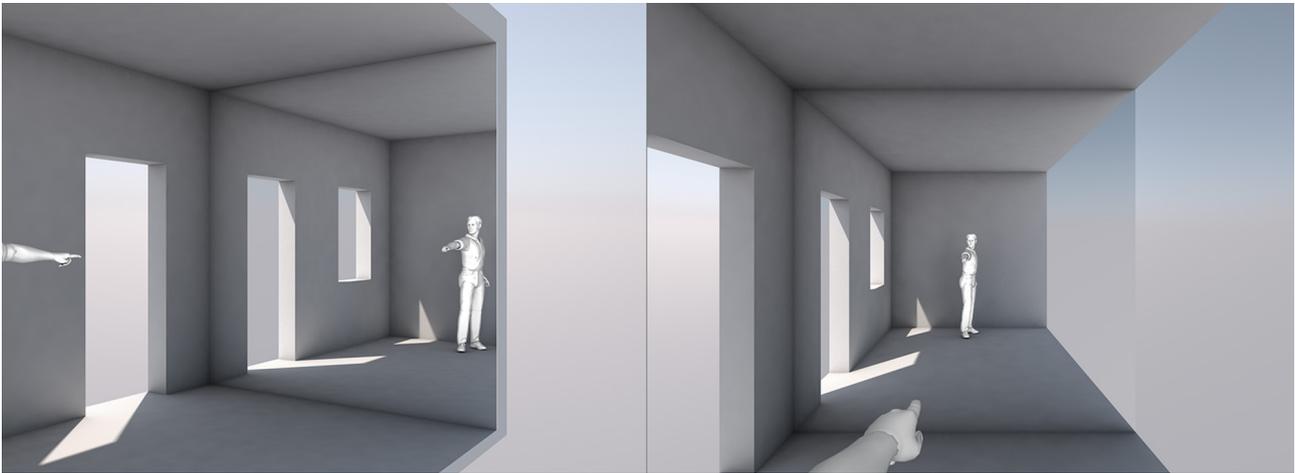


Fig. 2. L'immagine allo specchio e il gioco dei "gemelli".

La seconda considera invece la prospettiva un metodo scientifico capace non solo di descrivere le forme nello spazio, ma di descriverle in modo da evocare, in chi osserva, la visione naturale.

In altre parole, secondo la prima scuola, la *perspectiva naturalis*, cioè la visione, e la *perspectiva artificialis*, cioè la rappresentazione prospettica, sono distinte e in conflitto, perché la visione è condizionata da peculiarità, come la curvatura della retina, che la *perspectiva artificialis* non simula (ma la questione ci porterebbe troppo lontano e rimandiamo alla bibliografia per un approfondimento).

La seconda scuola, invece, afferma che la *prospettiva artificialis*, scoperta nel Rinascimento italiano e sviluppata poi fino ai giorni nostri, è una sola e corrisponde alla visione naturale dell'uomo, essendo perfettamente capace di imitarla nelle sue molte forme, anche attraverso la stereoscopia e la dinamica delle immagini cinematografiche.

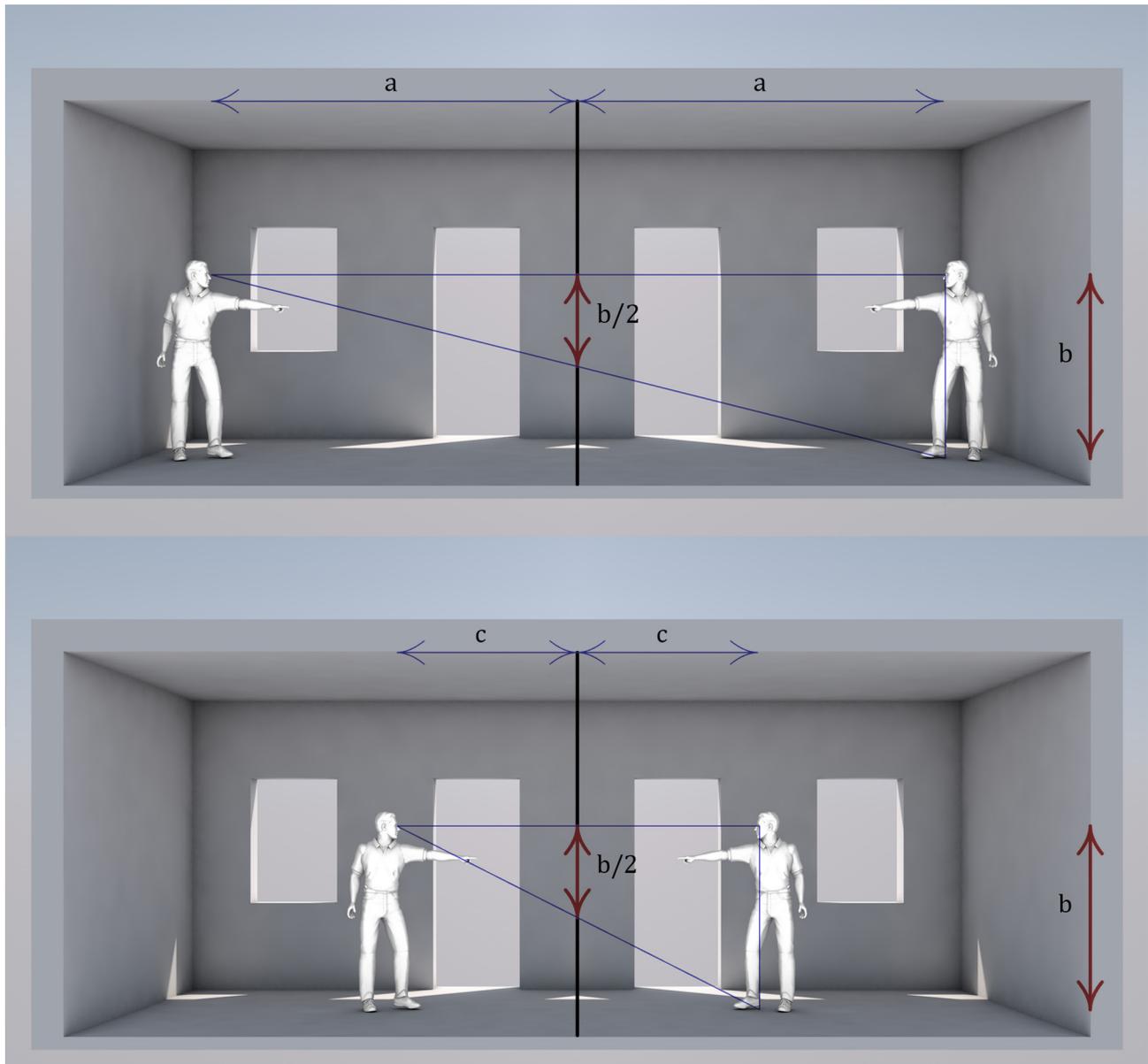
In teoria, si potrebbe fare un esperimento che metterebbe fine alla contesa, ma attualmente non siamo in grado di metterlo in pratica [4]. L'esperimento consisterebbe nello scattare due fotografie da un determinato punto di vista. La prima fotografia "naturale" dovrebbe essere ripresa tramite il nostro occhio e proposta nella elaborazione mentale dell'osservatore. La seconda "artificiale" potrebbe essere scattata tramite una macchina fotografica o costruita, per via geometrica, tramite il metodo della prospettiva. L'auto-

re è convinto che la sovrapposizione delle due fotografie, ovvero quella naturale e quella artificiale, sarebbe perfetta, anche perché, a ben vedere, qualcosa di molto simile a questo esperimento è stato fatto da Filippo Brunelleschi, nei primi anni del Quattrocento [Fields 2005].

La differenza fra le due scuole di pensiero non è una differenza di poco conto, in quanto comporta una diversa visione della storia della rappresentazione e dell'architettura. Esiste un'importante letteratura al riguardo e il noto saggio *La prospettiva "come forma simbolica"* di Erwin Panofsky del 1927 potrebbe essere considerato il capostipite della lunga contesa [Panofsky 1961].

Oggi, gli studi più recenti sulla percezione visiva umana affermano che l'uomo interagisce con la realtà circostante attraverso i cinque sensi ma vede la realtà tramite il proprio cervello [5]. In altre parole noi non vediamo mai il mondo come è ma lo vediamo come il nostro cervello lo ricostruisce, confrontando le immagini che riceve dall'occhio con i modelli che ha memorizzato nell'età evolutiva [6]. La scienza che descrive i metodi della rappresentazione è la geometria descrittiva. Questa denominazione è dovuta a un matematico e ingegnere francese della rivoluzione, Gaspard Monge [7]. Per anni questa disciplina è stata insegnata nelle scuole e nelle università da ingegneri e poi da matematici. Negli ultimi quarant'anni tuttavia, soprattutto in Italia, la geometria descrittiva è studiata e insegnata sol-

Fig. 3. Il mondo reale dove c'è il nostro "alter ego" e il mondo speculare dove c'è il nostro "gemello".



tanto da architetti e ingegneri. Non ci interessa approfondire qui le motivazioni storiche di questo cambiamento: diciamo semplicemente che i matematici hanno perso interesse nel disegno e nel potere della visione, anche se, negli ultimi anni, grazie all'avvento del digitale, essi manifestano curiosità, se non altro, nel potere evocativo delle immagini, siano esse realistiche o simboliche.

Qual è la differenza tra il disegno di un architetto e il disegno comunemente inteso come quello di un artista o di un pittore?

Per rispondere in maniera efficace (ai bambini) si è deciso di mettere a confronto due rappresentazioni dello stesso oggetto. Se osserviamo il quadro *Chitarra e Violino* di Pablo Picasso potremmo pensare, di primo acchito, che il pittore non fosse bravo nel disegno o che non amasse molto gli strumenti musicali [8]. Naturalmente nessuna delle due affermazioni è vera. Picasso era un ottimo disegnatore ed era un grande amante della musica. L'altra figura mostra il disegno tecnico di un violino di Antonio Stradivari (fig. 1). La differenza tra i due disegni, ovvero tra quello di un pittore e quello di un architetto (o un designer), è che il primo interpreta la forma in modo soggettivo e trasmette questa emozione all'osservatore per empatia, mentre il disegno tecnico misura la forma e la trasmette come un dato oggettivo, mirando a rimuovere ogni margine di ambiguità. Questo disegno deve essere trasmissibile e avere un rapporto biunivoco con la realtà che rappresenta: in altri termini, data una rappresentazione in pianta e alzato, a quella corrisponde, nella realtà, l'oggetto rappresentato e,

viceversa, dato un oggetto reale, è possibile disegnare una pianta e un alzato che gli corrispondono.

Allo stesso modo, la caratteristica fondamentale del disegno di architettura è quella di incorporare il codice che permette di passare dalla realtà al modello e viceversa.

Ma un architetto può usare lo schizzo libero per esprimere le sue idee come un pittore? Sì, anche l'architetto può usare in modo più libero il disegno, ma solo per inseguire con la mente, come poi con la matita o con il computer, la rappresentazione di quello spazio che potrà e dovrà essere misurato e costruito.

Perciò, quando si progetta una casa, generalmente si usa il metodo delle doppie proiezioni ortogonali per inventare e misurare lo spazio. È possibile anche accompagnare tale studio con rappresentazioni assonometriche per definire bene i volumi, i rapporti fra le parti e analizzare meglio lo spazio. Inoltre è spesso opportuno costruire un modello fisico, per verificarne in scala i volumi e le proporzioni.

La prospettiva, invece, è usata per studiare la percezione dello spazio, ovvero per capire come verrà visto e vissuto quello spazio, anche dal punto di vista emotivo.

I bambini sembrano avere apprezzato la parte scientifica della lezione, ovvero la parte in cui si descrivono i principi proiettivi del disegno.

Le operazioni che definiscono il disegno sono la proiezione e la sezione. Per ottenere un disegno, dobbiamo immaginare che il foglio sia il quadro, come lo schermo del cinema o del computer, e ci sia un centro di proiezione fuori dal quadro. L'immagine è ottenuta proiettando l'og-

Fig. 4. L'altezza della nostra immagine allo specchio è sempre uguale alla metà della nostra altezza e non dipende dalla distanza dello specchio.

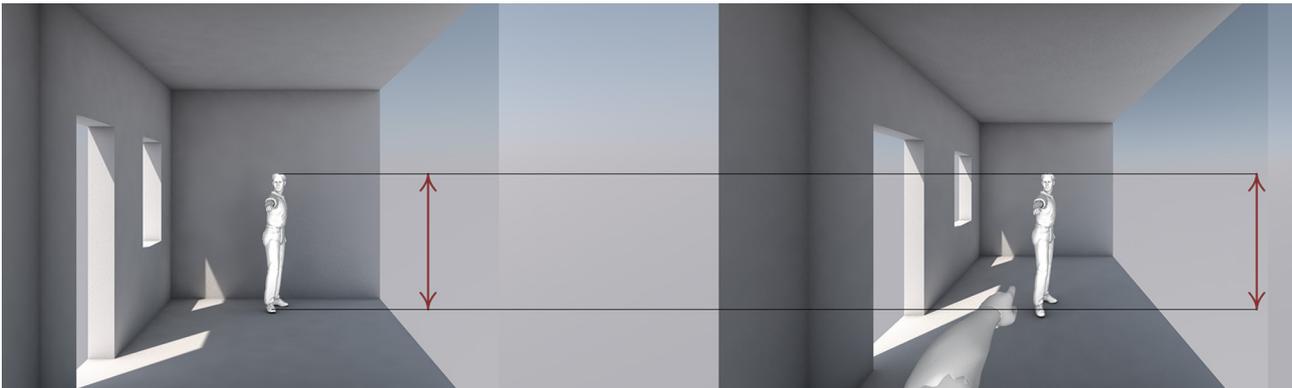




Fig. 5. Render della veduta vincolata del modello digitale della camera di Ames.

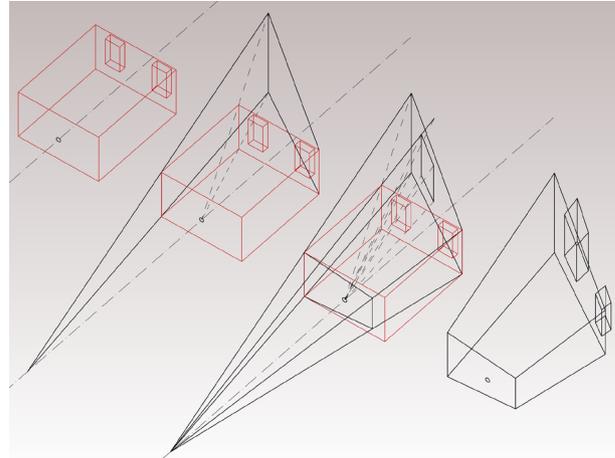


Fig. 6. Costruzione proiettiva del modello della camera di Ames.

getto tramite il centro e sezionando la stella di rette che ne deriva con il quadro. Possono darsi due casi: nel primo il centro di proiezione è un punto che ha una distanza finita dal quadro; nel secondo caso il centro di proiezione ha una distanza infinita dal quadro: è la direzione delle rette proiettanti.

Nel primo caso il disegno è una prospettiva, altrimenti detta proiezione centrale. Nel secondo caso, cioè la proiezione parallela, il disegno può essere una pianta, un prospetto o un'assonometria.

In conclusione, il primo caso serve per studiare il mondo come appare e il secondo caso serve per studiare il mondo come è. Un bravo architetto è in grado di gestire bene ambedue le situazioni.

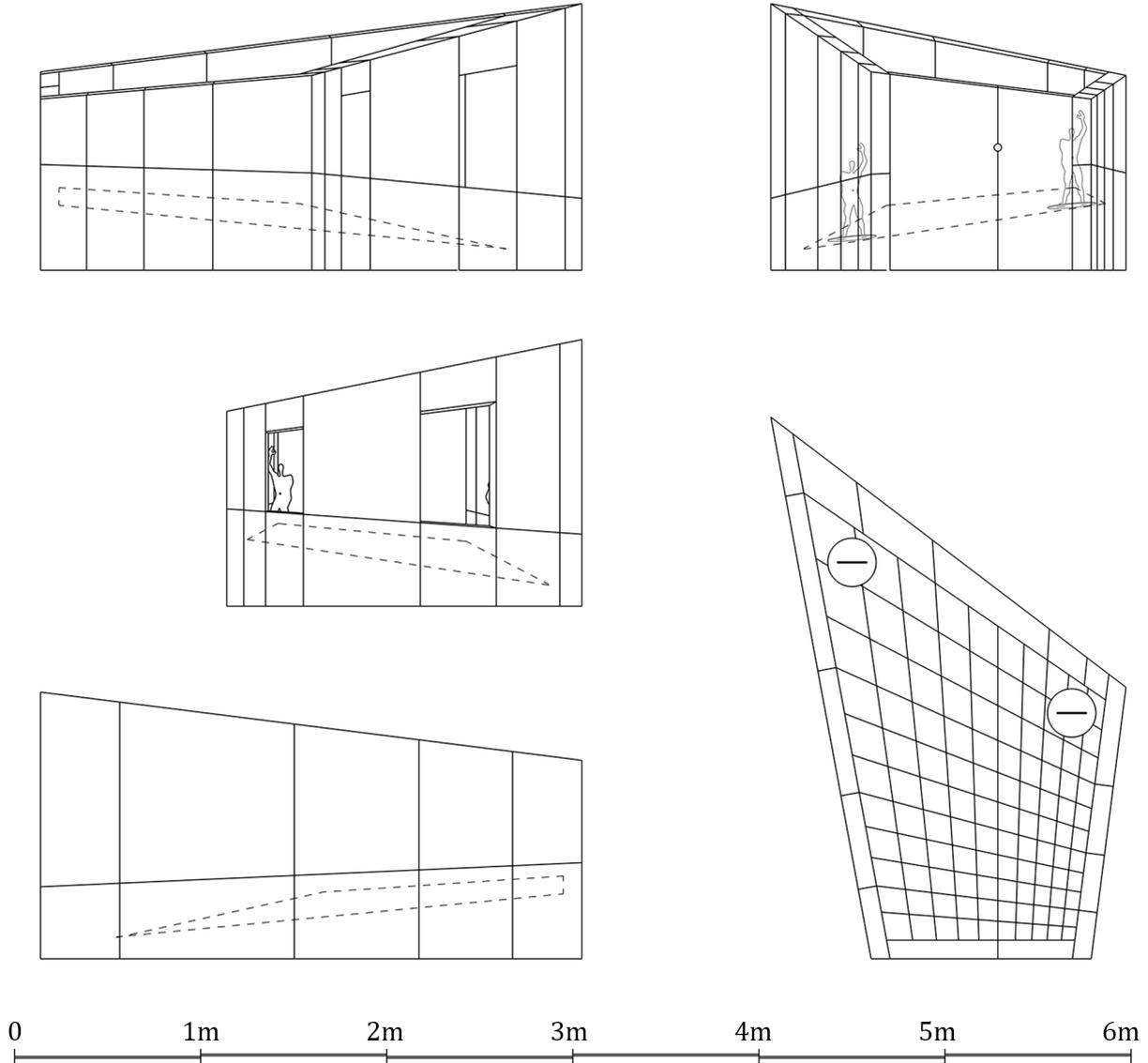
La visione prospettica però, può trarci in inganno, perché qualche volta il mondo non è proprio come appare!

Qual è la macchina prospettica che usiamo ogni giorno?

La prima risposta che ci viene in mente potrebbe essere la macchina fotografica del telefonino. Ebbene no, esiste una macchina prospettica che usiamo tutti i giorni da prima dell'avvento del telefonino; questa macchina è lo specchio (fig. 2). Lo specchio ricrea al di là del vetro un mondo parallelo, ancora tridimensionale, che è esattamente simmetrico del mondo reale. La mattina, quando ci laviamo o ci vestiamo, tutti solitamente ci specchiamo. Vi siete mai chiesti quanto è grande la vostra immagine allo specchio?

Ebbene quest'immagine non è più piccola quando ci allontaniamo e non è nemmeno più grande quando ci avviciniamo allo specchio. La nostra immagine riflessa è sempre della stessa grandezza e misura una determinata quantità. Per capire il problema immaginiamo di osservare il nostro *alter ego* davanti allo specchio e ricostruiamo il mondo virtuale che si viene a creare al di là dello specchio (fig. 3). Ci sono due mondi: in quello reale ci siamo noi e in quello virtuale c'è il nostro "gemello". L'unica differenza è che se noi siamo destrimani il nostro "gemello" sarà mancino o viceversa. In altre parole, nella simmetria dello specchio la destra e la sinistra si scambiano i ruoli. Se osserviamo la figura, è facile constatare che la distanza tra noi e lo specchio, e tra questo e il nostro "gemello" è la stessa e non cambia al variare della nostra distanza dallo specchio: se ci avviciniamo allo specchio anche il nostro "gemello" si avvicinerà allo specchio in pari misura. Se adesso osserviamo il triangolo proiettivo che forma la nostra immagine, è altrettanto facile constatare che l'altezza della nostra immagine non cambia con il cambiare della distanza dallo specchio: questa altezza è una costante ed è sempre la metà di quella vera. Per concludere, la misura della nostra immagine allo specchio è sempre uguale alla metà della nostra altezza (fig. 4). Per verificare sperimentalmente questa sorprendente verità, è sufficiente misurare la propria immagine su uno specchio: bastano due piccoli segni, in

Fig. 7. Il modello matematico della camera di Ames.



alto e in basso, per provare che tale immagine sarà sempre alta metà della vostra altezza nonostante che vi allontaniate o vi avvicinate allo specchio.

La seconda esperienza, che voglio proporre, per mettere alla prova il potere illusorio della visione prospettica è la camera di Ames.

Adalbert Ames Jr. è stato un oftalmologo americano esperto nell'ottica. È noto per i suoi esperimenti sulla percezione visiva, che hanno spiegato alcuni fondamentali principi della percezione visiva. Le dimostrazioni iniziarono ad Hannover nel 1938 e furono portate avanti con l'Università di Princeton. Questi esperimenti sono riprodotti tuttora in molti Dipartimenti di psicologia e musei in tutto il mondo. Fra questi esperimenti quello più noto, forse anche perché è particolarmente "disturbante", è la camera di Ames.

L'esistenza di questo spazio è stato teorizzato per la prima volta da Fiermann von Helmholtz nel 1866. Egli si rese conto che oggetti di un'infinità di forme e grandezze diverse possono restituire la stessa immagine all'occhio e che una stanza distorta, costruita in modo da restituire la stessa immagine all'occhio di una rettangolare, può risultare, nella veduta prospettica, identica a un ambiente regolare. Il merito di Ames fu quello di costruire questa camera distorta e di inserire al suo interno due soggetti, studiandone gli effetti anche su un gruppo di volontari.

Osservando lo spazio interno da un apposito foro, si ha l'impressione di trovarsi di fronte a una stanza perfettamente regolare. Se mettiamo però due soggetti all'interno della stanza o affacciati alle due finestre in fondo, ci rendiamo conto che qualcosa non funziona (fig. 5). Le due persone sembrano essere l'una molto più grande dell'altra o, viceversa, se si scambiano tra loro, l'una molto più piccola dell'altra. Siamo talmente abituati a percepire le misure e lo spazio in un certo modo, che di primo acchito non riusciamo a scorgere che lo spazio è deforme, ovvero che non ci troviamo di fronte a uno spazio regolare ma a una stanza trapezoidale. Questo spazio è costruito appositamente in funzione del centro di proiezione che si trova posizionato esattamente nel centro del foro (fig. 6). L'illusione di trovarci di fronte a uno spazio perfettamente regolare è disorientante; è sufficiente osservare lo spazio dalla parte opposta per rendersi subito conto del trucco.

Ma la caratteristica più singolare di questo esperimento è che, quand'anche sia noto il trucco, l'illusione non perde affatto la sua efficacia: non riusciamo a vedere la distorsione della camera e continuiamo a percepire i due soggetti l'uno molto più piccolo dell'altro o, viceversa, l'uno molto più grande dell'altro.

Ames è convinto che esista una memoria della percezione che condiziona la percezione umana, ovvero sia che l'abitu-

Fig. 8. Fotografie della veduta vincolata del modello in polistirolo della camera di Ames.



dine di vivere in spazi regolari influenzi la nostra visione e la nostra percezione.

Esistono altre teorie e spiegazioni al riguardo ma fino a ora non è stata formulata una teoria conclusiva e convincente che riesca a spiegare bene questo fenomeno [9].

Per quanto ci riguarda, queste due esperienze raccontano quanto sia importante, per un architetto saper osservare e rappresentare le forme nello spazio, sia nella loro forma reale, come nel loro aspetto.

La costruzione della camera di Ames

Rispetto ai tanti modelli di camera di Ames costruiti nei musei, quella da noi realizzata è stata progettata per parti e realizzata in unico materiale. Questa scelta, come accennato, è stata dettata dall'esigenza di sperimentare l'impiego del polistirolo e rendere il modello sicuro per i bambini.

Per modellare la camera di Ames è necessario seguire la seguente procedura.

Si progetta una camera regolare a piacere, ovvero uno spazio prismatico rettangolare che abbia tutte le pareti perpendicolari fra loro. Per rendere l'illusione più efficace si possono costruire due aperture regolari sulla parete frontale della stanza. Dall'altro lato, nella parete anteriore, si sceglie la posizione del foro ottico e centro di proiezione della trasformazione. Sarebbe buona norma scegliere l'altezza del centro di proiezione coerente con l'altezza del punto di vista di un uomo. Nel caso di studio esaminato quest'altezza è stata calcolata rispetto all'altezza di un bambino.

Per costruire il prisma trasformato, ovvero la camera di Ames, è necessario rispettare la planarità di tutte le facce. Tale caratteristica geometrica è rispettata se le quattro facce perpendicolari al piano anteriore, una volta avvenuta la trasformazione del prisma, appartengono a una piramide che abbia il vertice sull'asse perpendicolare alla parete anteriore passante per il centro di proiezione (fig. 6). Infatti, soltanto rispettando questa condizione geometrica le quattro facce saranno tutte piane: diversamente, una o più delle facce si trasformerebbero in paraboloidi iperbolici.

In definitiva, la trasformazione può essere controllata facilmente disegnando per prima cosa l'asse passante per il centro di proiezione. Su quest'asse può essere scelto il vertice della piramide: più il vertice sarà vicino alla parete di fondo e più importante sarà la trasformazione proiettiva e viceversa. Della stanza regolare si tiene fisso uno spigolo

a scelta verticale della parete frontale. Si seleziona un vertice superiore (o inferiore) dell'altro spigolo verticale e lo si proietta (dal centro di proiezione) fino a incontrare la retta passante per il vertice della piramide e per il vertice superiore (o inferiore) della parete anteriore. In questo modo si fissa la posizione dello spigolo verticale trasformato. Le facce laterali rimanenti dovranno tutte appartenere al vertice della piramide, ovvero passare per quel punto; mentre le facce anteriore e posteriore sono sezioni, sempre piane, della piramide. Per costruire le aperture della parete posta di fronte all'osservatore è possibile proiettare (dal centro di proiezione), sulla parete stessa trasformata, i vertici degli spigoli. Tutti gli spigoli paralleli all'asse del prisma regolare sono trasformati in rette che appartengono ancora al vertice della piramide.

Il modello è stato progettato per concetti in modo da poterlo montare e smontare a secco in poco tempo.

Per costruire la camera è stato creato dapprima un modello matematico dello spazio e da tale modello sono state ricavate le misure dei singoli concetti (fig. 7). La scala del modello è stata dettata da due fattori: il primo è stato quello di rendere i bambini protagonisti dell'esperienza e per fare ciò il modello della stanza doveva essere abbastanza grande; il secondo è stato dettato da motivi di spazio esterno, ovvero il modello doveva essere abbastanza piccolo da entrare facilmente nella hall d'ingresso dell'aula magna della sede di Psicologia dell'Università di Bologna. Il modello finale è una stanza di circa due metri per tre, all'interno della quale non è possibile camminare (come d'altronde nella camera di Ames originale) ma è possibile affacciarsi alle finestre e osservare direttamente lo spazio (fig. 8).

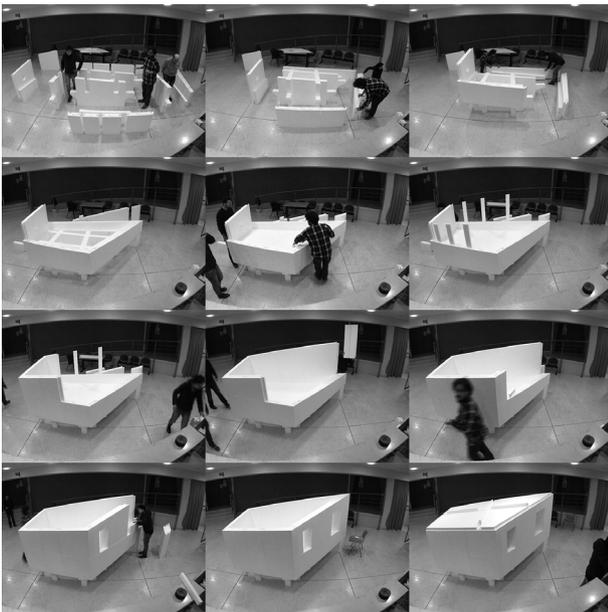
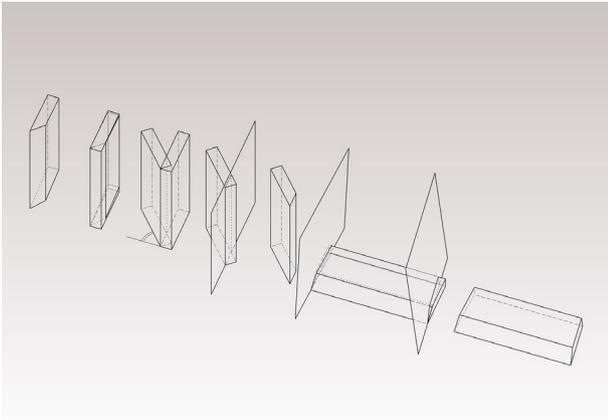
Un'altra scelta fondamentale è stata quella di costruire il modello interamente in polistirolo in modo da poter sperimentare la costruzione dei concetti tramite una macchina che lavorasse a taglio mediante un filo; inoltre, come già ho detto, il polistirolo è un materiale leggero e sicuro per i bambini [10].

Ogni concetto è stato progettato e modellato considerando il centro di proiezione. Osservando lo spazio dal centro di proiezione i concetti appaiono dividere lo spazio in modo regolare secondo le direzioni convenzionali orizzontali e verticali: in realtà gli elementi sono tutti sghembi e i piani che li formano non sono perpendicolari fra loro.

Inizialmente abbiamo tentato di realizzare i pezzi sghembi tramite due soli tagli. Questa soluzione, però, è stata subito scartata dopo il primo tentativo. Infatti, per ottenere questo risultato, la macchina per elaborare il taglio sghembo

Fig. 9. Illustrazione schematica delle fasi di taglio per costruire un concio sghembo in polistirolo.

Fig. 10. Montaggio del modello in polistirolo presso l'ingresso dell'aula magna della facoltà di Psicologia dell'Università di Bologna.



avrebbe dovuto muovere i due motori che portano il filo in modo indipendente; facendo ciò, però, il filo veniva teso troppo, fino a rompersi. Di conseguenza, abbiamo deciso di far lavorare i motori sempre insieme e in parallelo in modo da evitare la rottura o lo sfibramento del filo.

Per ottenere questo risultato, abbiamo dovuto calcolare l'angolo fra i piani che formano i singoli conci e l'ingombro esatto del volume regolare che racchiudeva ciascuno di essi (fig. 9).

Partendo da un pezzo di polistirolo regolare, uguale al volume d'ingombro del singolo elemento, sono stati effettuati i vari tagli separatamente, collocando ogni volta il pezzo tagliato secondo gli angoli calcolati. Sono stati progettati anche i tagli d'incastro per montare i vari conci a secco fra loro.

Il modello finale si monta in circa venti minuti ed è possibile smontarlo altrettanto facilmente per poterlo trasportare (fig. 10).

Il pavimento è stato disegnato a scacchiera per accentuare l'illusione di uno spazio regolare.

Conclusioni

Attraverso il gioco e l'esperienza diretta dello spazio, abbiamo illustrato il potere illusorio della prospettiva e sperimentato la costruzione stereometrica di una piccola camera di Ames. La risposta dei bambini è stata positiva, ovvero sembrano aver capito e apprezzato gli esperimenti sulla prospettiva. La lezione *Il mondo come è e il mondo come appare* sarà ripetuta l'anno prossimo per la nuova edizione di *Unijunior 2018*.

In futuro, l'idea è quella di riuscire a progettare e costruire altri modelli che possano stimolare lo studio della percezione visiva e dello spazio. Riguardo alla questione prospettica e alla visione oculare esistono tuttora questioni aperte che sarebbe interessante approfondire. La prospettiva continua a essere un tema stimolante e misterioso: ogni volta che lo si affronta esso rivela la sua natura sfuggente e profonda che ha radici antiche. Oggi, vivendo nell'era digitale, abbiamo la possibilità di simulare la costruzione di vari modelli e di poterne studiare le potenzialità. Tuttavia, risulta ancora più sorprendente l'esigenza di dover costruire fisicamente modelli che permettano di fare esperienza diretta di quegli inganni. Forse un giorno riusciremo a dipanare definitivamente la questione della prospettiva *artificialis e naturalis*. O il caso rimarrà semplicemente una questione di

“punti di vista” sulla prospettiva. Non possiamo però non ricordare che le esperienze e ricerche qui descritte sono state realizzate grazie alla teoria geometrica della prospettiva. Il fatto che i due esperimenti, quello dei “gemelli” e quello della “camera”, siano efficaci sembra apportare un ulteriore tassello a favore dell’esistenza di un’unica prospettiva che corrisponde alla visione sensibile umana.

Note

[1] Indirizzo del sito internet dell’associazione *Unijunior*: <<http://www.unijunior.it/>> (consultato il 20 febbraio 2018).

[2] I metodi digitali sono fondamentalmente due: il metodo della rappresentazione matematica e il metodo della rappresentazione numerica. Il metodo matematico descrive in maniera continua e accurata le forme geometriche nello spazio. La matematica NURBS è quella maggiormente implementata per descrivere le curve e le superfici nei programmi di modellazione matematica. Il metodo numerico o poligonale descrive in maniera discreta e approssimata le forme nello spazio. Le forme poligonali o *Mesh* sono usate per descrivere le curve e le superfici nei programmi di modellazione poligonale. Naturalmente i due metodi hanno vantaggi e svantaggi che li rendono adatti per alcuni scopi. La modellazione matematica è generalmente impiegata nella fase progettuale e per costruire e misurare accuratamente le forme nello spazio. In questo senso possiamo dire che la rappresentazione matematica è l’equivalente delle doppie proiezioni ortogonali nei metodi classici, mentre la rappresentazione numerica è generalmente impiegata per visualizzare e studiare le forme nello spazio, ovvero per costruire viste prospettiche e *render* statici e dinamici. In questo senso possiamo dire che la rappresentazione numerica sia l’equivalente della prospettiva nei metodi classici. Oggi si parla comunemente di BIM oppure della rappresentazione parametrica generativa (per esempio l’uso di programmi come *Grasshopper*). Questi ultimi possono essere considerati come tecniche di rappresentazione digitale e non veri e propri metodi. Essi non cambiano la natura geometrica degli oggetti descritti; i quali possono essere matematici, poligonali e ibridi. Inoltre entrambe le tecniche possono essere usate per ottenere modelli accurati o approssimati. Purtroppo allo stato dell’arte non esiste a livello nazionale e internazionale un consenso univoco sulla classificazione dei metodi digitali. Il motivo naturalmente è legato alla novità di tali metodi e tecniche e al veloce sviluppo che stanno avendo nel corso degli anni.

[3] Percepire in questo contesto ha il significato che riporta il Dizionario Zingarelli 2018, ovvero il «cogliere i dati della realtà mediante i sensi». Per evitare equivoci in questo articolo userò i termini “vedere” e “percepire” in senso stretto come primo significato riportato nel dizionario della lingua italiana. È naturale che l’uomo sia in grado di immaginare e vedere lo spazio anche in assonometria (e nelle doppie proiezioni ortogonali). Per alcune culture come quella asiatica, in particolare la cultura cinese e giapponese, il metodo delle proiezioni parallele è stato il principale metodo di rappresentazione del mondo circostante. E forse non è un caso che quando l’uomo progetta e analizza lo spazio sia portato per natura a usare e a preferire le proiezioni parallele.

Ringraziamenti

Ringrazio Davide Giaffreda e Marika Mangano per l’indispensabile aiuto nell’ideazione e costruzione del modello in polistirolo della camera di Ames. Il modello è stato realizzato interamente con gli strumenti del Dipartimento di Architettura dell’Università di Bologna; in particolare il modello è stato realizzato all’interno del Laboratorio Lamo del Dipartimento di Architettura sede di Cesena, responsabile scientifico Francesco Gulino. Ringrazio Fabrizio Ivan Apollonio e Riccardo Foschi per la pubblicazione della foto. Un grazie anche a Valentina Orioli che ha proposto di tenere la lezione per *Unijunior*.

[4] Esiste un episodio di una serie televisiva britannica, *Black Mirror*, uscito nel 2011 in cui è descritta una situazione che ricorda l’esperimento citato. Il terzo e ultimo episodio della prima stagione, intitolato *Ricordi pericolosi*, è ambientato in una realtà alternativa, dove la maggior parte delle persone ha un *grain* impiantato dietro l’orecchio, che registra tutto ciò che il soggetto fa, vede o sente. Ciò permette ai ricordi di essere riprodotti davanti agli occhi del proprietario o su uno schermo attraverso un processo conosciuto come *re-do*, esattamente come dei video. Sembra che questo *grain* venga impiantato fin da neonati, ma che una persona possa decidere di farselo rimuovere.

[5] Qui il verbo “vedere” è da intendersi in senso più ampio.

[6] In questo senso è sufficiente pensare a quanto sia naturale per l’uomo immaginare e leggere lo spazio in assonometria. Beau Lotto, nel suo saggio [Lotto 2017], pur non facendo alcun riferimento diretto alla prospettiva, descrive numerosi esempi che dimostrano come l’uomo ricostruisca nella sua mente ciò che vede. Concludendo, anche le ultime teorie sulla percezione non sembrano aiutarci sulla questione della visione prospettica. Ciò nonostante le tesi scientifiche a sostegno dell’esistenza di una prospettiva *naturalis* diversa da quella *artificialis* non risultano probanti [Gioseffi 1957].

[7] Sulla storia di Gaspard Monge e la geometria descrittiva si veda Cardone [Cardone 2017]. Riguardo alla geometria descrittiva della Scuola romana si rimanda al saggio di Migliari [Migliari 2010].

[8] Il quadro di Picasso è del 1913. Mentre il disegno del violino si riferisce a uno degli strumenti costruiti dal noto liutaio italiano Antonio Stradivari (1644-1737).

[9] Gregory ci ricorda che con la camera di Ames è possibile mettere in atto un esperimento forse più disturbante che riesce a sfidare una legge fondamentale della fisica. È sufficiente prendere due oggetti, come due sfere, e farli cadere. Vedremo allora le due sfere cadere in tempi diversi sfidando la legge gravitazionale. Anche in questo caso di primo acchito l’impressione è di trovarsi davanti a oggetti che non rispettano le stesse leggi fisiche e non riusciamo a percepire che l’altezza da cui sono stati lasciati cadere i due oggetti sono diverse [Gregory 1994].

[10] La macchina del Dipartimento di Architettura del Laboratorio Lamo è il modello 120P Box della serie professionale della Nettuno Sistemi: <<http://www.nettunosistemi.it/120pbox.php>> (consultato il 20 febbraio 2018).

Autore

Federico Fallavollita, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Bologna, federico.fallavollita@unibo.it

Riferimenti bibliografici

Cardone, V. (2017). *Gaspard Monge padre dell'ingegnere contemporaneo*. Roma: DEI Editore.

Gioseffi, D. (1957). *Perspectiva Artificialis. Per la storia della prospettiva. Spigolature e appunti*. Trieste: Istituto di Storia dell'Arte Antica e Moderna, n. 7.

Gregory, R.L. (1994). *Even odder perceptions*. London and New York: Routledge.

Fields, J.V. (2005). *Piero della Francesca. A Mathematician's Art*. New Haven and London: Yale University Press.

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

Migliari, R. (2010). La scuola romana della Geometria descrittiva nella Facoltà di Architettura (1920-2000). In Carlevaris, L., De Carlo, L., Migliari, R. (a cura di). *Attualità della geometria descrittiva*, pp. 89-96. Roma: Gangemi editore.

Panofsky, E. (1961). *La prospettiva come forma simbolica e altri scritti*. Milano: Feltrinelli. [Prima ed. Die Perspektive als "symbolische Form". Leipzig-Berlin 1927].

Territori e frontiere della rappresentazione nella evoluzione delle professioni

Leggere i molteplici temi e problemi della rappresentazione legati al divenire delle figure professionali, al mutare dei contesti, alla necessità di gestire o condividere dati (GIS, BIM, ...), di adottare e/o sperimentare forme infografiche e comunicative di supporto decisionale.

Una aproximación metodológica a los modelos arquitectónicos como parte integral del proceso de diseño

José Antonio Franco Taboada

Resumen

Desde la antigüedad hasta nuestros días, arquitectos e ingenieros han tratado de plasmar sus diseños en soportes que les permitiesen trasladar las creaciones de su mente al mundo tangible, materializándolas en modelos de una futura o hipotética realidad construida. Entre las primeras representaciones intuitivas y los prototipos de realidad virtual inmersiva han transcurrido más de 5.000 años, en los que la búsqueda de un modelo universal de representación gráfica ha sido una constante en la que la tridimensionalidad ha jugado siempre un papel esencial [1].

Palabras clave: representación gráfica, tridimensionalidad, modelos y maquetas.

Las primeras manifestaciones 3D de la historia

«Júpiter [admirado ante la contemplación de un extraordinario teatro] [...], en su interior se consideraba un idiota o un retrasado, porque al planificar el modelo del mundo futuro, en vez de dirigirse a los arquitectos de tan excepcional obra, se había dirigido a los filósofos».

Leon Battista Alberti, *Momus*, IV, p. 4 [2].

No cabe duda de que inicialmente ingenieros y arquitectos eran la misma figura profesional y, desde el origen de la civilización, estos pioneros se enfrentaron a un mismo problema: lograr comunicar sus proyectos a los que tenían que ejecutarlos, pero sobre todo a los que hacían los correspondientes encargos, casi siempre autoridades civiles y religiosas, pero también mecenas y particulares.

Para solventar este obstáculo tuvieron que utilizar todos los medios gráficos a su alcance, incluyendo las maquetas a escala de sus diseños. Aunque se tiende a pensar que los modelos más antiguos de edificios que se conservan no eran propiamente arquitectónicos, tal y como señala Gentil Baldrich: «La mera consideración votiva que suele concedérseles no les resta significación; representasen un edificio ideal u otro construido, nada les impedía haber sido usados –incluso serlo con posterioridad– como referencia para la ejecución de una obra real» [Gentil Baldrich 1998, p. 18].

Aunque las maquetas acompañaron el devenir del arquitecto desde la antigüedad, los primeros ejemplos que se conservan datan del tercer milenio a.C., destacando

Fig. 1. Arriba, modelos de casas egipcias en terracota del Reino Medio (ca. 1980-1759 a.C.). Excavaciones Scaparelli, 1914, Gebelein. Museo Egipcio de Turín (foto del autor, 2015); abajo a la izquierda, modelo arquitectónico hallado en la antigua ciudad de Asur, en Irak (ca. 2400 a.C.); abajo a la derecha, otro ejemplo de casa mesopotámica procedente de Siria (ca. 1350-1200 a.C.), actualmente en el Louvre.



especialmente las denominadas “casas del alma” en Egipto, en las que se recogían los espíritus de los difuntos durante su largo periplo por el más allá. Podemos suponer que las construcciones equivalentes de Mesopotamia tenían la misma finalidad, ser ofrendas votivas a los dioses o incluso altares domésticos en el caso de las que tenían forma o fachada de templo (fig. 1).

En todo caso, no parece una hipótesis descabellada pensar que estas maquetas se las pudiesen encargar a los profesionales más especializados de la época, es decir, a los arquitectos, ni que estos hiciesen sus propuestas de construcción mediante este tipo de modelos, aunque más elaborados, acompañados de planos más o menos elementales sobre arcilla o papiros. De hecho, «es más que posible que su práctica fuese, por sencilla, mucho más habitual que la de la representación plana» [Gentil Baldrich 1998, p. 16].

En Grecia sabemos, por la conocida obra *Constitución de Atenas*, atribuida a Aristóteles, que el Consejo de los Quinientos de la ciudad exigía a los arquitectos la presentación de sus proyectos en forma de modelos o maquetas, que evidentemente deberían estar realizadas a escala [3]. Dado que la cultura romana es heredera en muchos aspectos de la griega, tampoco resulta ilógico suponer que los arquitectos-ingenieros romanos como

Fig. 2. Arriba, maqueta del ádyton del templo de Niha. Museo Nacional de Beirut; abajo, estado de las ruinas del templo en 2002 [Aliquot 2009, fig. 42].



Vitruvio también empleasen maquetas para convencer de las virtudes de sus diseños.

De hecho se conserva una prueba única y excepcional de la existencia de las maquetas como instrumento de proyecto en la época romana; la de la entrada al *ádyton* o lugar reservado a los sacerdotes del templo fenicio de Niha, en la planicie de la Bekaa (Líbano), del siglo II d.C., hoy en el Museo Nacional de Beirut (fig. 2). El edificio, conocido también como el Gran Templo para diferenciarlo de los restantes de la misma zona, conserva su *ádyton* prácticamente igual al modelo que sirvió para construirlo, aunque con las ligeras modificaciones propias de la realidad constructiva.

La maqueta, en piedra calcárea, está construida a escala 1:24 y tal como señala Aliquot: «*L'inscription gravée dans un des angles de ce monument ne laisse aucun doute sur sa fonction: modèle de l'ádyton (προκέντμα αδύ [του])*». Sin embargo, según este mismo autor y como ocurre también hoy en día, la maqueta no ha salido de la mano del arquitecto sino de uno de sus ayudantes y «*semble bien supposer un plan et un plan pratiquement dessiné à la même échelle*». Es decir, la ejecución de la maqueta supone la materialización de un plano previo realizado por el arquitecto que «*illustre le rôle du dessin d'architecture dans l'Antiquité en général et dans l'édification des temples romains du Liban en particulier, celui d'un modèle destiné à être reporté, mais susceptible d'adaptations*» [Aliquot 2009, § 59]. O dicho de otra forma, la maqueta tiene un papel secundario frente al dibujo.

Similar opinión sostiene Rabun Taylor, para quien la maqueta más valiosa es una de las menos comentadas. Se trata de un fragmento a escala 1:30 del Gran Altar de Baalbeck que destaca por su complejidad espacial, consecuencia de un perfecto plan analítico. Este autor afirma que «*The obvious benefit of the models not obscure the likelihood that for Roman architects themselves, as opposed to the stonemasons and bricklayers, perspective drawings were most important creative aids*». Y refrenda su postura con el testimonio del abogado y escritor romano del siglo II, Aulus Gellius: «*Fronto's builders presented rival plans and "specimens" for a proposed bath building in the form of paintings on parchment (depictas in membranis varias species balnearum)*» [Taylor 2003, p. 36]. En todo caso lo que podemos concluir es que tanto los dibujos en perspectiva como los modelos a escala no solo coexistían como instrumentos de representación, sino que se complementaban mutuamente.

Como es lógico, existen otros muchos ejemplos de maquetas arquitectónicas de la Antigüedad –al margen de

las motivaciones para su ejecución–, como las neolíticas de los pueblos germánicos o eslavos, las etruscas, etc. Destacan también las orientales, con singulares modelos de casas o templos de China y Japón, en materiales como bronce y cerámica.

Una mención aparte merecen las maquetas mesoamericanas prehispánicas (fig. 3a), detalladamente analizadas en la obra de Daniel Schávelzon, que cita una encontrada en 1932 análoga en su función a la de Niha: se trata de un templo zapoteca en la Tumba 7 de Monte Albán, que el arqueólogo Alfonso Caso identificó «como la representación a escala del edificio que existió encima de ella» [Schávelzon 2004, p. 29]. El recorrido por las representaciones arquitectónicas y las numerosísimas maquetas mesoamericanas sorprende por su paralelismo con las egipcias y mesopotámicas. Similares e incluso más abundantes son las maquetas precolombinas de Sudamérica del mismo período y, en concreto, las de la civilización andina, como las mochicas en barro modelado (fig. 3b).

Esta civilización alcanzó su máximo esplendor con la cultura incaica, de la que se conservan notables ejemplos. Tal vez el más famoso, que se ha recogido en una moneda conmemorativa, sea la piedra de Sayhuite en Curahuasi, Perú (fig. 3c), un gran bloque de granito de unos dos metros y medio de altura que se cree que data del siglo XV, época del llamado Imperio inca (siglos XV y XVI), el período de apogeo de esta cultura. Lo que la hace especial es que representa un territorio con gente, edificios, escaleras y obras hidráulicas como canales o estanques, que podría ser –entre otras hipótesis– una especie de plano o croquis pétreo hecho por arquitectos o ingenieros incas para llevar el control de las obras que realizaban [Garayar 2003, p. 176].

Paralelamente en Europa, el ingeniero italiano nacido en Cremona, Giovanni Torriani, conocido en España como Juanelo Turriano, realizó una de las obras de ingeniería más importantes de la época. Se trata de una máquina hidráulica, reminiscencia de las que anteriormente diseñó Leonardo da Vinci, para elevar el agua del río Tajo hasta el Alcázar y la ciudad de Toledo, superando una diferencia de altura de 90 metros. Hoy desaparecida, aparece en la Vista de Toledo de El Greco, ca. 1599-1600 (fig. 4).

Está documentado que Turriano realizó al menos dos maquetas de su artificio, y podría haber enviado una a su país de origen. Este modelo, que fue construido por Juan Luis Peces Ventas de acuerdo con la investigación de Ladislao Reti, es probablemente similar a los que ya han desaparecido.

Fig. 3. a) Arriba a la izquierda, maqueta de arcilla de un templo zapoteca (100 a.C.-100 d.C.), hallada en el Monte Alban II. Museo Nacional de Antropología, Ciudad de México; b) modelo mochica de barro cocido representando un recinto con estrado principal techado y con paneles decorados (200 a.C.-600 d.C.). Programa Arqueológico San José de Moro; c) la piedra de Saywite o de Sayhuite, en Curahuasi, Perú.



El renacer de las artes y la búsqueda de la profundidad espacial

Aunque se tiende a pensar que el arquitecto humanista, muchas veces también pintor, utilizaba la perspectiva como vehículo de expresión principal de sus ideas, en realidad parece que su instrumento proyectual fundamental era la maqueta, generalmente de madera, lo que ha provocado que pocos ejemplares hayan llegado a nuestros días.

En el Renacimiento se continuó con el modelo ateniense y los mecenas exigían maquetas, sobre todo cuando invitaban a más de un arquitecto a un concurso, como el de la cúpula de la catedral de Florencia, que contó con Brunelleschi y Ghiberti. Del primero es el mejor ejemplo de maqueta como modelo constructivo, que se ha descubierto en fecha relativamente reciente detrás del ábside de la catedral. Con sus casi tres metros de diámetro, incluso los ladrillos están a escala según la famosa disposición en espina de pez que el arquitecto tan bien supo ocultar a sus competidores. Este conocido e importante hallazgo demuestra que Brunelleschi, además de saber hacer maquetas para ganar un concurso (fig. 5a), realizaba "modelos" a escala para poder experimentar sus novedosas técnicas constructivas sin riesgos para la obra.

Fig. 4. A la izquierda, reconstrucción del artificio de Turriano que se exhibe de forma permanente en la Diputación de Toledo (foto del autor, 2017); a la derecha, Vista de Toledo, de El Greco. Metropolitan Museum of Art, Nueva York.

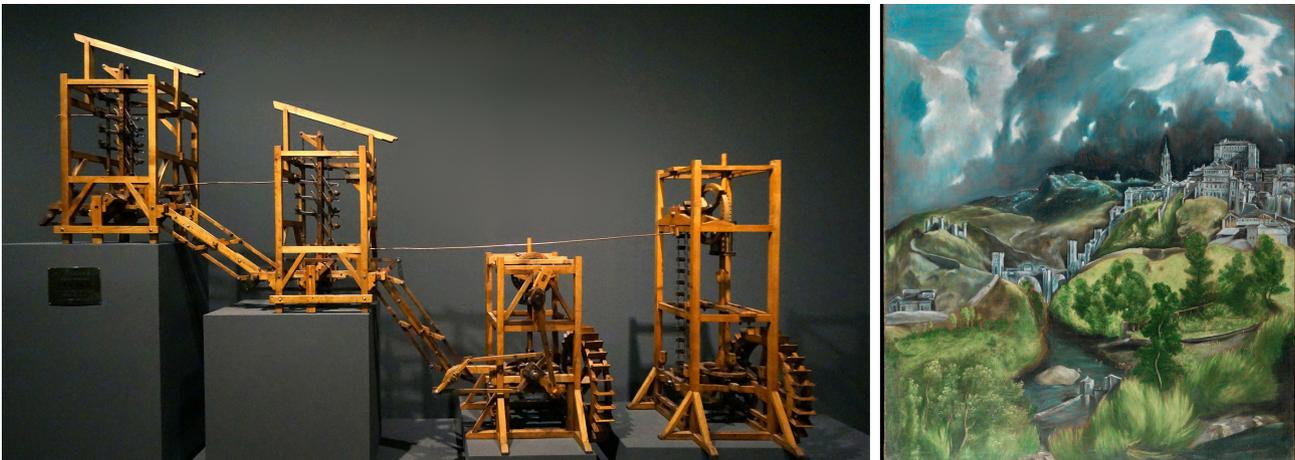


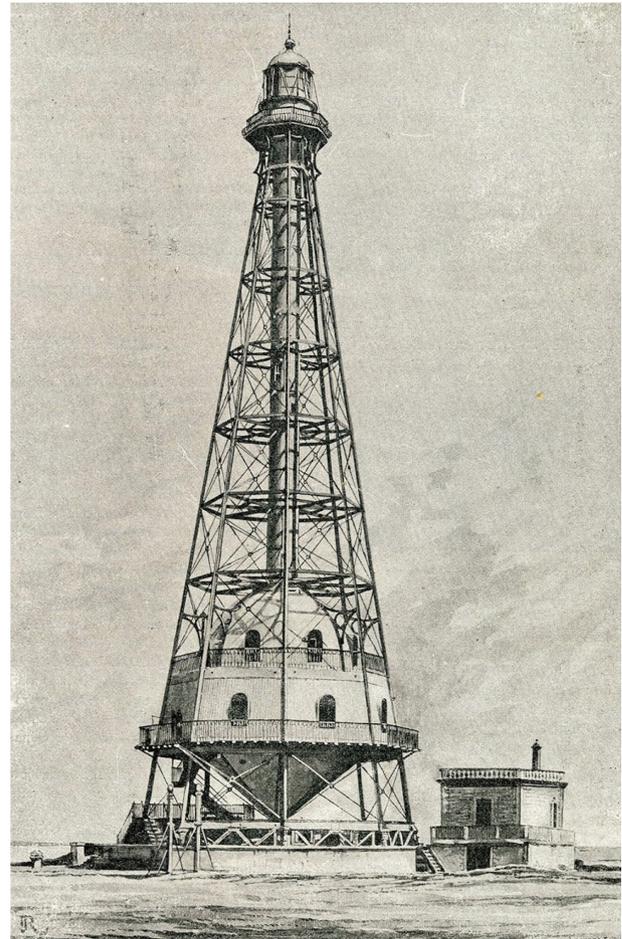
Fig. 5. a) Modelo de madera de la cúpula y secciones del ábside de la catedral de Florencia de Brunelleschi; b) la "Gran maqueta" de la catedral de San Pablo de Londres, 1672-1673; c) maqueta en madera del proyecto de Filippo Juvarra para la reconstrucción del castillo de Rivoli realizada por Carlo Maria Ugliengo en 1718. Turín, Palacio Madama (foto del autor, 2015).



En los siglos siguientes los arquitectos perfeccionaron sus sistemas y técnicas de representación gráfica, incluyendo las maquetas, que siguieron siendo su recurso principal, como la que en 1669 realizó sir Christopher Wren para la catedral de San Pablo de Londres (fig. 5b). Tal y como señala John Wilton-Ely, "Wren brought to architectural design a scientific cast of mind that found its expression in such experimental and explanatory aids as models" [Wilton-Ely 1977, p. 186].

Wren continuaba así con la tradición instituida por Alberti, para quien las maquetas arquitectónicas no eran un medio para presentar una idea a un cliente, sino un instrumento para el estudio y la elaboración de un diseño, que solo podía realizarse a través de las mismas [Millon 1996, pp. 22, 24]. Un posible ejemplo de uso con fines explicativos lo encontramos en el Palacio Madama de Turín, en el que una sala está prácticamente dedicada a la gran maqueta que Filippo

Fig. 6. A la izquierda, maqueta del faro de Buda. Museo Leonardo Torres Quevedo de la Universidad Politécnica de Madrid (foto del autor); a la derecha, grabado realizado a partir de una fotografía publicada en *El Mundo Naval Ilustrado*, n. 51, 15 de junio de 1901, p. 256.



Juvara realizó para la reconstrucción del castillo de Rivoli en el siglo XVIII, a una escala aproximada de 1:50. Según la propia institución, que alberga la colección del Museo Cívico d'Arte, el orden de montaje de las piezas respeta, en la medida de lo posible, la lógica de los pasos constructivos del castillo, lo que podría sugerir que fue utilizada como una guía durante la edificación (fig. 5c).

Durante el siglo XIX y tal y como señala Millon, el uso de maquetas fue menospreciado por el programa de la École des Beaux-Arts, lo que hizo languidecer esta tradición ancestral [Millon 1996, p. 72]. Sin embargo, este periodo trajo consigo la arquitectura del hierro o arquitectura metálica como consecuencia directa de la Revolución Industrial, lo que también fue aplicable a sus representaciones a escala, con proyectos tan señalados como el Crystal Palace de Joseph Paxton para la Exposición Universal de Londres de 1851 o la Torre Eiffel para la de París de 1889. Un ejemplo de cierta importancia en España fue el Faro de Buda en el delta del Ebro, diseñado por el ingeniero Lucio del Valle, cuyo modelo realizado por un taller de instrumentos de precisión de Barcelona, fue presentado en la Exposición Universal de París de 1867 (fig. 6). Dado que el faro fue arrasado por un temporal en 1961, su maqueta, de 150 años de antigüedad, adquiere todavía mayor relevancia.

De la modernidad a la era de la información

La "arquitectura funcional" primó la representación axonométrica sobre la perspectiva lineal y por lo tanto las maquetas, cuya visión se acerca mucho a aquella. Por lo tanto, el movimiento moderno no varió los métodos del técnico para materializar los proyectos, si acaso simplificó su elaboración tanto en dos como en tres dimensiones, en consonancia con la nueva arquitectura, que siguió utilizando la maqueta como instrumento fundamental para comunicar ideas y para resolver problemas estructurales o constructivos.

Entre los pioneros de las primeras corrientes destaca Antonio Gaudí, que dio un paso adelante en la utilización de maquetas para este fin con los modelos invertidos de sus obras, en los que con cuerdas y pequeños pesos conseguía el antifunicular de las cargas para que la estructura trabajase esencialmente a compresión (figs. 7a, 7b).

En España sobresalen también las maquetas realizadas por Antonio Palacios [4], que junto a su socio Joaquín Otamendi, ganó el concurso internacional de 1904 para

la nueva oficina de correos en Madrid, conocida como "Palacio de las Comunicaciones". El edificio está claramente influenciado tanto por la arquitectura tardogótica española como por la sublimación de este estilo desarrollada por Viollet-le-Duc y, conceptualmente hablando, de la secesión vienesa. Tal vez su característica más original sea su estructura metálica, que en algunas partes del edificio de deja ver al estilo de Viollet-le-Duc (fig. 7c).

El enorme modelo de escayola y madera creado para el concurso, muestra la ambición y complejidad del proyecto, así como la importancia de esta forma de representación,

Fig. 7. a) Reconstrucción en el Centro Gaudí de Reus (Tarragona) del modelo estructural de Gaudí para la iglesia (no construida) de la cripta del parque Güell (Barcelona). En el espejo inferior puede apreciarse la forma final que tendría el edificio (foto del autor, 2010). b) croquis del exterior de la iglesia de la Colonia Güell, de Gaudí (1898-1908); c) maqueta en yeso del "Palacio de Comunicaciones" de Madrid, obra de Antonio Palacios. Mundo gráfico, Año II, nº 35, 26 de junio de 1912.



que ha sido una constante en la historia de la arquitectura y de otras disciplinas, como la ingeniería.

En este último campo las maquetas han resultado de especial utilidad, tanto para dar a conocer como para demostrar, el funcionamiento de ciertas obras de ingeniería, sobre todo de aquellas tan adelantadas a su tiempo como el transbordador del Niágara, que aún sigue en funcionamiento y acaba de celebrar su “primer centenario” (fig. 8). Con una longitud de 549 metros a 76 metros de altura, fue inaugurado en 1916 y es el único de su clase que sigue en funcionamiento. Su creador, «Leonardo Torres Quevedo (1852-1936) was an ingenious Spanish engineer. Among his creations were algebraic machines, remote control devices, dirigibles and the world’s first computer», tal y como reza la placa que hay a su entrada.

Más allá de su función, ya sea como instrumento de representación o como modelo constructivo o experimental, algunas maquetas han trascendido el ámbito que les es propio, entrando a formar parte de la historia de la arquitectura por pleno derecho. Difícilmente se recordaría el proyecto no construido de Adolf Loos para la casa de la célebre bailarina y cantante Josephine Baker si no fuese por su maqueta de 1927, actualmente en el Museo Albertina de Viena (fig. 9b). La vibrante alternancia de las bandas paralelas de las fachadas de sus plantas superiores remite a las ancestrales imágenes de hace miles de años de fachadas de casas minoicas, pero sobre todo a las más cercanas de la Toscana medieval. Según Benedetto Gravagnuolo, se evidencia la ‘mediterraneidad’ de la imagen, confirmada por sus cubiertas planas, la introversión arquitectónica, la recuperación de la bicromía y la reducción plástica [Gravagnuolo 1982, p. 191]. Excepto por la bicromía, también podríamos aplicar estas observaciones a proyectos

como la villa para el Lido de Venecia, de 1924, que tanto recuerda –con lenguaje racionalista– a las milenarias “casas del alma” (figs. 1, 9a).

En contraste con la modernidad todavía vigente de las obras de Loos, destaca el proyecto del arquitecto inglés sir Edwin Lutyens presentado en 1933 como propuesta para la Catedral Católica de Liverpool, finalmente no construida (fig. 9c). Se trata de una de las maquetas de madera más elaboradas de Gran Bretaña, superada sólo por la “Gran maqueta” de Wren.

En la misma época en que Antonio Palacios y sir Edwin Lutyens proyectaban todavía en el estilo *beaux-arts*, en 1932, el arquitecto Philip Johnson y el historiador Henry-Russell Hitchcock organizaron la primera Exposición Internacional de Arquitectura Moderna en el Museo de Arte Moderno de Nueva York, MoMA. En ella, los modelos sustituyen la experiencia real e imposible de la arquitectura, complementando las fotografías y los dibujos. La muestra se organizó como una exposición itinerante que recorrió las principales ciudades de Estados Unidos para dar la máxima publicidad posible a la “buena noticia” del recién bautizado “estilo internacional”, que Johnson describió así: «The ‘International Style’ is probably the first fundamentally original and widely distributed style since the Gothic» [5].

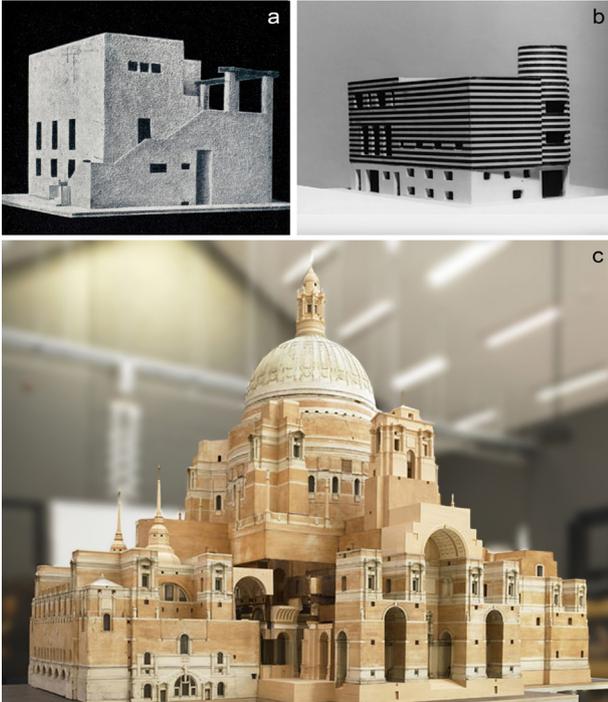
Esta exposición supuso un punto de inflexión en la utilización de maquetas, en el que influyó de gran manera el hecho de que arquitectos como Antoni Gaudí, Mies van der Rohe, Le Corbusier o Frank Lloyd Wright hubiesen utilizado estos modelos de formas muy variadas, contribuyendo así a revivir esta tradición ancestral [Millon 1996, p. 72].

Pero la utilización de modelos a escala, antes del desarrollo de sistemas informáticos para el cálculo de estructuras mediante interfaces de diseño gráfico como Rhinoceros,

Fig. 8. Reproducción a escala del transbordador realizada en latón y acero de 1915. Museo Leonardo Torres Quevedo de la Universidad Politécnica de Madrid (foto del autor).



Fig. 9. a) Villa para el Lido de Venecia de Adolf Loos, 1924 [Sartoris 1932, p. 60]; b) casa Josephine Baker, París, 1927; c) maqueta del proyecto de Lutyens de 1933.



tiene su máximo exponente en el modelo que realizó Frei Otto (1925-2015), un estudioso de Gaudí, para el cálculo de obras como el Estadio Olímpico de Múnich en 1972 (fig. 10a).

En la gran exposición sobre su obra recién clausurada en marzo de este año en Karlsruhe, con el expresivo título *Frei Otto. Thinking by Modelling*, puede comprobarse que en su obra las maquetas y modelos suponen una renovada atención por el mundo artesanal, en la línea que dictaron los principios de la Bauhaus: «*This consideration of physical and craftsmanship aspects has also placed a renewed focus on the history of models and its experimental function in architecture, art and science. The question concerning materialization of information is of great significance in this context*» [6].

El término “experimental” aplicado a las maquetas adquirió una nueva dimensión con la exposición que la Royal Academy de Londres acogió en 1986, titulada *New Architecture: Foster, Rogers, Stirling*, dedicada a estos tres arquitectos, que además de recoger sus trabajos más recientes, les ofreció la posibilidad de mostrar nuevas ideas o “provocaciones” [7] no construidas. La más conocida es la de Rogers, que presentó una gran maqueta titulada *London as it could be*, que pretendía reinventar el centro de Londres, reintegrar la ciudad con el Támesis y dar prioridad al peatón frente al automóvil (fig. 10b). Se trata claramente un proyecto utópico que enfatiza las posibilidades del modelo para influir en el futuro de la arquitectura.

A lo largo de todo el siglo XX las maquetas fueron adquiriendo una importancia cada vez mayor, llegando

Fig. 10. a) Frei Otto trabajando sobre una maqueta de los pabellones del parque olímpico de Múnich; b) Richard Rogers en la exposición *New Architecture* de la Royal Academy de Londres, 1986 (foto: Tim Mercer).

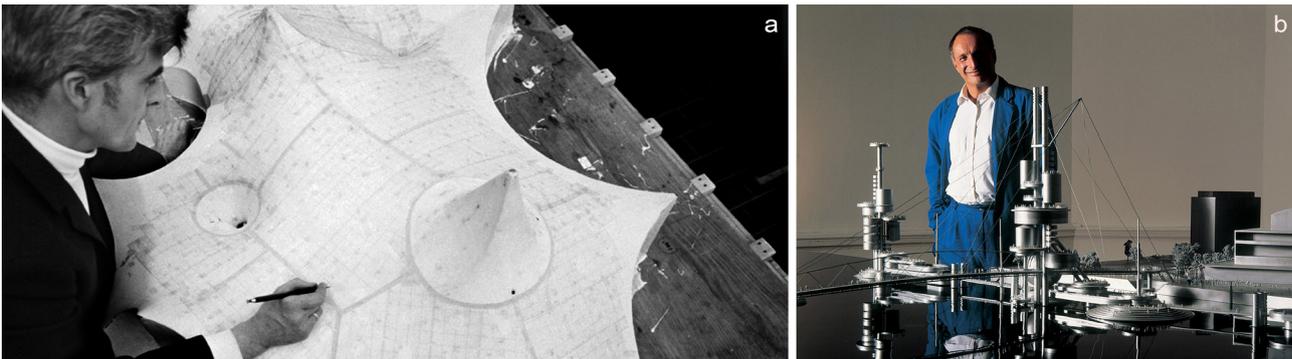
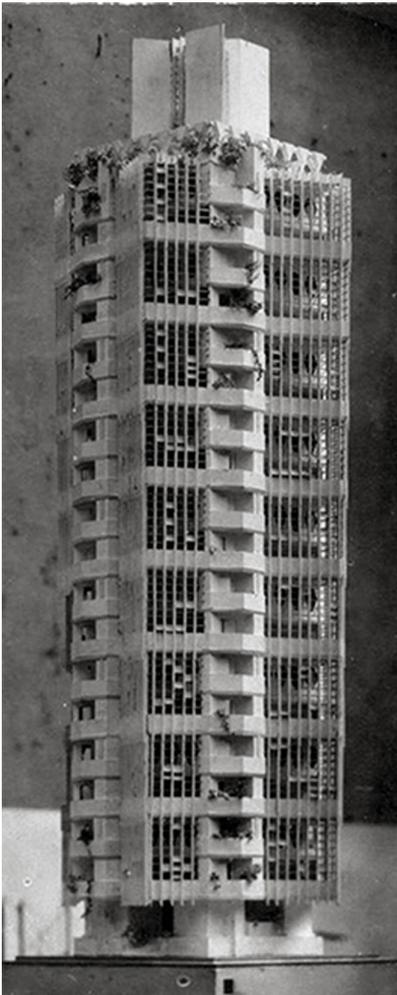


Fig. 11. A la izquierda, imagen histórica del modelo de la St. Mark Tower del Art Institute of Chicago, 1930. En el centro: estado anterior a la restauración, 2013. A la derecha, durante el proceso.



incluso a ser consideradas como monumentos histórico-artísticos en sí mismas. Una muestra de ello la encontramos en una de las piezas de la exposición *Frank Lloyd Wright at 150: Unpacking the Archive*, realizada entre el 12 de junio y el 1 de octubre de 2017 en el MoMA. Se trata de la maqueta de la St. Marks Tower, un proyecto no construido desarrollado entre 1927 y 1931, que no solo se expuso como representación de un diseño arquitectónico, sino como obra de arte en sí misma (fig. 11). En la página del Museo sobre la muestra se puede leer información sobre la conservación y ver un video sobre el proceso de restauración, que dan idea del tiempo y recursos empleados para ello, lo que demuestra la relevancia de estos modelos más allá de su valor histórico, máxime en el caso de un proyecto no ejecutado, en el que la maqueta reemplaza de alguna manera a la obra no construida.

El cambio de milenio: el ejemplo de Herzog & de Meuron

A finales del siglo XX se produjo un desarrollo acelerado de los programas de dibujo por ordenador. Desde entonces, cuando el promotor se enfrenta a imágenes en 3D procedentes de lo que podríamos denominar maquetas “digitales” o “electrónicas”, que por su realismo parecen reflejar la obra ya terminada, su capacidad de imaginarla se resiente. Es en ese momento cuando se convierten en fotografías en el sentido que les daba Susan Sontag en su célebre ensayo *In Plato’s Cave* de 1973, cuando aún no se había desarrollado la informática gráfica: «*A photograph is both a pseudo-presence and a token of absence*» [Sontag 1981, p. 12]. Si consideramos, por ejemplo, la infografía en blanco y negro de Takehiko Nagakura del interior del Palacio de los Soviets, proyectado por Le Corbusier para Moscú en 1931 (fig. 12), solo nuestra convicción intelectual de que dicho edificio nunca llegó a ser construido nos hará abandonar la idea de que se trata de una fotografía sacada de una revista de la época.

El ejemplo más emblemático de este desarrollo tecnológico lo constituye la Elbphilharmonie de Hamburgo (fig. 13), de los arquitectos suizos Jacques Herzog y Pierre de Meuron. La evolución del proyecto desde los primeros dibujos de 2001 hasta la finalización de la obra a principios de 2017 discurrió casi pareja con el siglo y con los grandes avances de los sistemas y técnicas de representación gráfica, muchos de los cuales –por no decir todos–, fueron utilizados antes, durante y después de su realización.

Este nuevo icono de la ciudad –conocido ya popularmente con el apodo de *Elphie*–, ha tenido que superar un embravecido mar de ácidas críticas por los enormes retrasos en su construcción y el disparate que supuso que del presupuesto inicial de 77 millones de euros se llegase a los 789, como si de la gigantesca ola a la que evoca se tratase.

Para superar estas dificultades, los proyectistas no solo tuvieron que convencer a su cliente institucional sino también a los que lo apoyaban, es decir, a la opinión pública. Y para ello utilizaron las armas clásicas del arquitecto, el dibujo y la maqueta, pero llevándolas un paso más allá con la ayuda de la tecnología.

Entre las maquetas utilizadas es preciso destacar el modelo a escala del auditorio o “Gran Sala” de la Elbphilharmonie, reproducido en madera con un peso de 4,5 toneladas y un coste de 200.000 euros. Esta maqueta fue utilizada por el experto mundialmente conocido Yasuhisa Toyota para diseñar su acústica y para calcular la forma y superficie de cada una de las más de 10.000 piezas que recubren la estancia, todas distintas para que reflejen el sonido de un modo determinado.

Esta característica “piel blanca” [8] –como se le ha dado en llamar–, unida a las suaves formas de la estancia, hace que el espacio «*looks a bit like a limestone cave*», tal y como lo describió Toyota cuando lo visitó en 2014 [Mischke, Zapf 2017, p. 180]. Curiosamente, esta descripción coincide más con la visión de Jacques Herzog, quien expresó su deseo de que «*the ‘white skin’ would in the future no longer be known by this name*», ya que a él le recordaba «*far more of something mineral, of a cave, of a sense of ‘nurturing containment’*» [Mischke, Zapf 2017, p. 177].

Además de maquetas físicas se utilizaron otras virtuales con representaciones de gran realismo en 3D, visitas en realidad virtual o un espectacular paseo con drones por fuera y por dentro del edificio comenzando con un vuelo sobre las interminables escaleras mecánicas que recuerdan, como no, a las de la londinense Tate Modern de los mismos arquitectos [9].

El despliegue de medios inventados en la promoción del proyecto se completó, durante la fase de edificación, con la creación del Elbphilharmonie Pavilion, una elemental y elegante construcción cúbica en la que a manera de “centro de interpretación”, se explicaba a los visitantes cómo iban a ser las obras en marcha (fig. 14a).

En el interior del cubo se ocultaba la maqueta de la “Gran Sala”, a la que se podía acceder subiendo por una

escalerilla y asomando la cabeza por un pequeño hueco circular situado en el centro de esta reproducción a escala 1:10. Desde esta posición se obtenía una vista de 360°, a manera de panorama virtual-real: «*Looking at the model, one can get a good spatial impression of the concert hall*» [10] (figs. 14b, 14c).

A pesar de la cantidad de medios y recursos empleados, la técnica moderna del BIM (fig. 15) ha sido la gran olvidada en la primera fase de esta gigantesca construcción y, según el Ministerio de Transporte alemán, esta ha sido

la causa del disparatado desfase entre los 77 millones de euros inicialmente previstos y los 789 que finalmente ha costado (ya se habla de 860), declarando en 2014 que la construcción moderna debe ser primero virtual y luego real: «*Erst virtuell und dann real bauen*» [11]. Posteriormente se implementaron las técnicas BIM y se encontraron miles de conflictos como conexiones inadecuadas de instalaciones o problemas estructurales que afortunadamente pudieron ser resueltos, no sin un alto precio.

No obstante, fue seguramente el atractivo de los dibujos

Fig. 12. Reconstrucción virtual del interior del Palacio de los Soviets, proyectado por Le Corbusier para Moscú en 1931 (infografía de Takehiko Nagakura de 1997-1998).



Fig. 13. A la izquierda, imagen canónica del proyecto de Elbphilharmonie de Herzog & de Meuron, expuesta en el Elbphilharmonie Pavilion (foto del autor, 2009). A la derecha, imagen de la Elbphilharmonie ya inaugurada (foto de María Martul, 2017).

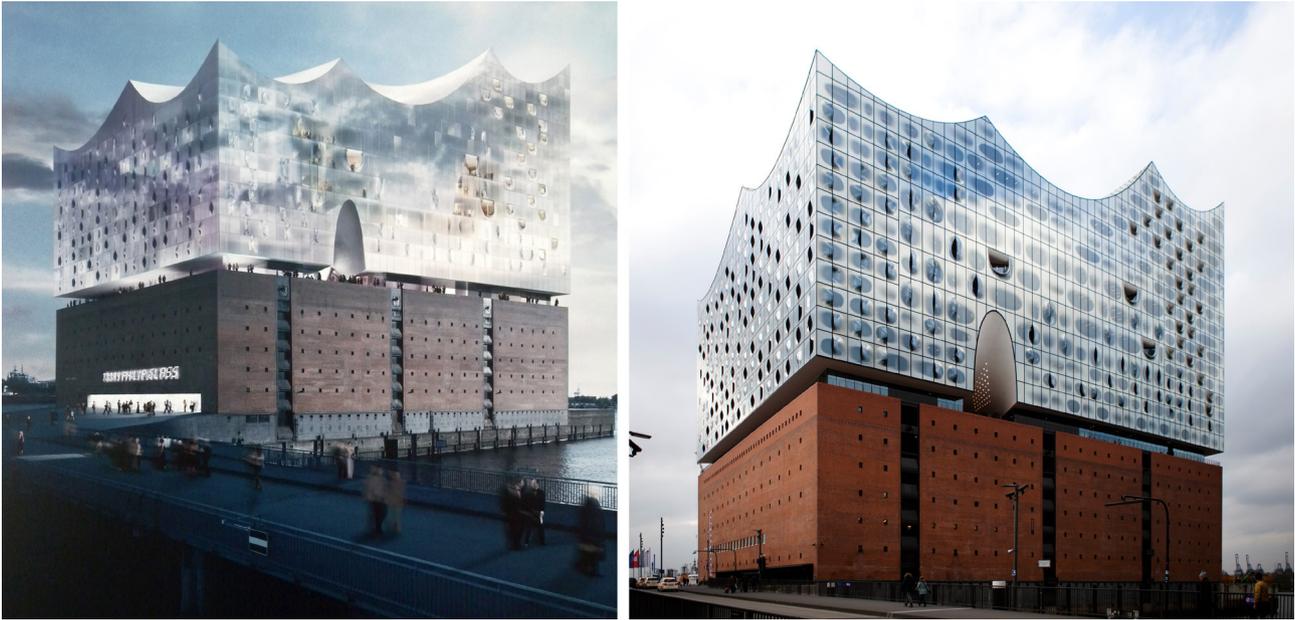


Fig. 14. a) el Elbphilharmonie Pavilion con sus trompetillas exteriores que reproducen música de la Filarmónica; b) imagen cilíndrica de 360° para realidad virtual del modelo a escala del auditorio; c) detalle parcial con muñecos vestidos de fieltro para el estudio del sonido (fotos del autor, 2016).



y modelos utilizados por los arquitectos lo que logró finalmente superar tantas dificultades y terminar lo que seguramente acabe por ser el símbolo de la modernidad de Hamburgo.

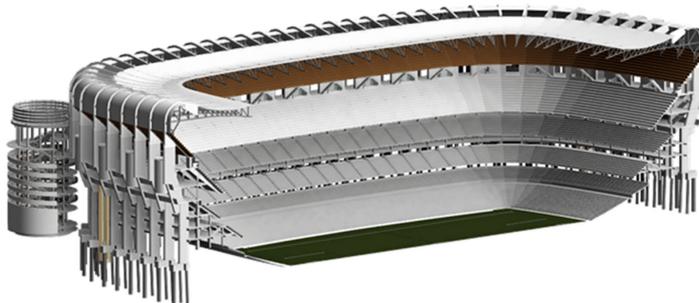
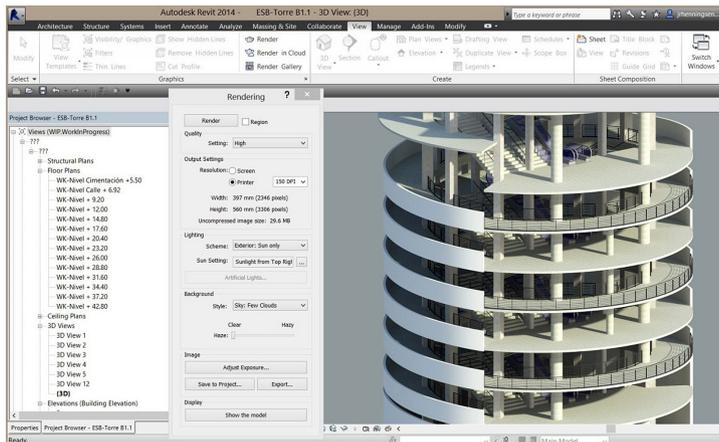
El futuro

Quizá la principal lección que se puede extraer de la historia de la representación es que por muy avanzado e innovador que sea el método empleado para la plasmación de un proyecto, y por muy seductor o atrayente que sea su resultado, puede no ser suficiente. La tecnología debe estar al servicio de la construcción

en la acepción más clásica del termino: «Hacer algo utilizando los elementos adecuados», y no solo al de la lógica del espectáculo.

J. C. Golvin y R. Vergnieux afirmaron, en relación con las construcciones del pasado, que «La imagen de restitución constituye una etapa importante e indispensable entre el análisis científico de la documentación y la producción del instrumento de investigación que es la maqueta electrónica de los edificios antiguos» [12]. Pero lo que demuestra el ejemplo de la Elbphilharmonie, es que dicha afirmación es tan aplicable a la construcción que ya falta como a la que aún no se vive, es decir, al futuro. Los modelos digitales nos permiten reconstruir edificios que ya no existen, pero también determinar cómo deben

Fig. 15. Modelo BIM del estadio "Santiago Bernabéu" con estructura, arquitectura e instalaciones, a partir de dibujos construidos en CAD y escaneos 3D (fotomontaje realizado con imágenes del Grupo DEMO).



ser los que imaginamos. Lo que no implica que otras formas de representación como las maquetas tradicionales hayan perdido su vigencia, algo que queda palmariamente demostrado con el modelo a escala de la "Gran Sala" y con el trabajo de arquitectos actuales como Frank Ghery, en el que la alternancia de maquetas "analógicas" y "digitales" constituye un proceso de feedback que conduce paulatinamente a la definición adecuada del proyecto arquitectónico. En todo caso y como señala Henry Millon [Millon 1996, p. 72], «*A history of architectural models as an integral part of the design process has yet to be written*».

«Lo que pasó ya falta; lo futuro aun no se vive; lo que está presente, no está, porque es su esencia el movimiento.

Lo que se ignora es sólo lo seguro, este mundo, república de viento, que tiene por Monarca un accidentex.

Gabriel Bocángel, *Sonetos* [13]

Notas

[1] Este trabajo está incluido dentro del programa de consolidación y estructuración REDES 2016 (ED34ID R2016/023) de la Xunta de Galicia; y del proyecto HAR2016-76097-P (AEI/FEDER, UE), adscrito al Programa estatal de fomento de la investigación científica y técnica de excelencia, subprograma estatal de generación del conocimiento. Este artículo desarrolla la ponencia introductoria del autor en el XXXIX Convegno Internazionale dei docenti della Rappresentazione *Territori e frontiere della Rappresentazione*, Napoli, 14-16 settembre 2017.

[2] La edición príncipes del *Momus* puede consultarse y descargarse en: <https://ia800700.us.archive.org/1/items/ita-bnc-mag-00000703-001/ita-bnc-mag-00000703-001_text.pdf> (consultado el 17 de noviembre de 2017).

[3] Adam, J.-P. Dibujos y maquetas: la concepción arquitectónica antigua. En Azara 1997, p. 31.

[4] Antonio Palacios planificó entre 1930 y 1932 un gran plan urbanístico para la ciudad española de Vigo, que de haber sido realizado, hubiera llevado a la desaparición de su centro histórico. En todo caso, el modelo a gran escala que presentó fue decisivo para su aprobación inicial a pesar de ser paralizado por el estallido de la Guerra Civil española en 1936.

[5] Aunque la frase ha sido generalmente atribuida a Philip Johnson, en realidad parece corresponder a Alfred H. Barr; director del MoMA en el momento de la inauguración al público de la exposición *Modern Architecture*, el 10 de febrero de 1932. Véase la nota de prensa de la muestra en <https://www.moma.org/documents/moma_press-release_324965.pdf> (consultado el 4 de febrero de 2018).

[6] *Architecture as a presumed future*. Symposium *Frei Otto. Thinking by Modeling*. Thu, 26.01.2017-Fri, 27.01.2017, ZKM_Media Theater: <<http://zkm.de/en/event/2017/01/architecture-as-a-presumed-future>> (consultado el 17 de noviembre de 2017).

[7] En palabras de Owen Hopkins, gerente del programa de arquitectura de la Royal Academy, que menciona además una curiosa leyenda sobre la inauguración, según la cual Jim Stirling introdujo de contrabando un

pez vivo en el modelo de Rogers (en los comentarios a su artículo hay quien afirma que el pez fue absorbido por el remolino creado por las bombas circulantes de la maqueta y se cortó instantáneamente en mil pedazos). Hopkins, O. (2014). How do you make an architecture exhibition? En *Royal Academy of Arts* 11/01/14: <<https://www.royalacademy.org.uk/article/how-do-you-make-an-architecture>> (consultado el 17 de noviembre de 2017).

[8] Este revestimiento interior único se desarrolló mediante complejos cálculos 3D y utilizando la técnica del "Microshaping", que según la definición de la empresa productora es el cálculo de la estructura superficial individual de cada pieza de la "piel blanca". Ningún panel es idéntico y no se repite la estructura de nido de abeja. Los datos CAD en 3D se convirtieron en programas CNC mecanizables en el proceso de planificación de la producción de Hasenkopf: <<http://www.hasenkopf.de/en/projects/elbphilharmonie-hamburg>> (consultado el 17 de noviembre de 2017).

[9] <<https://www.elbphilharmonie.de/en/worldwide/slow-and-motion>> (consultado el 17 de noviembre de 2017).

[10] Kämpermann, M., Hotes, K. (eds.). (2014). *Elbphilharmonie Hamburg*. Hamburg: HamburgMusik gGmbH and Elbphilharmonie und Laeiszhalle Betriebsgesellschaft, p. 15.

[11] Kammholz, K. (2014). So will Dobrindt Debakel wie die Elbphilharmonie verhindern. En *Hamburger Abendblatt*, 15/05/14: <<https://www.abendblatt.de/politik/deutschland/article128026556/So-will-Dobrindt-Debakel-wie-die-Elbphilharmonie-verhindern.html>> (consultado el 17 de noviembre de 2017).

[12] Golvin, J.-C., Vergnieux, R. Primer análisis para la elaboración de una maqueta electrónica del santuario del gran templo de Atón en Amarna. En Azara 1997, p. 40.

[13] Gabriel Bocángel (1603-1658), fue un poeta y escritor español de ascendencia genovesa y cronista de la corte de Felipe IV de España.

Procedencia de las imágenes

Fig. 1. Abajo a la izquierda. Foto: © Vorderasiatisches Museum der Staatlichen Museen zu Berlin / Olaf M. Teßmer.
 Fig. 1. Abajo a la derecha. Foto: © RMN / Hervé Lewandowski.
 Fig. 2. A la izquierda. Foto: © Philippe Maillard/akg-images.
 Fig. 3a. Foto: © Gary Todd.
 Fig. 3b. Foto: © Daniel Giannoni (<www.archi.pe>).
 Fig. 3c. Foto: © AgainErick/CC-BY-SA-3.0/via Wikimedia Commons.
 Fig. 5a. Foto: © Museo dell'Opera di Santa Maria del Fiore.

Fig. 5b. Foto: © 2017 Copyright The Chapter of St Paul's Cathedral.
 Fig. 7b. Foto: © Baldis.
 Fig. 9b. © To the descendants of Ludwig Münz (Foto: Albertina, Vienna).
 Fig. 9c. Foto: © Copyright 2017 National Museums Liverpool.
 Fig. 10a. Foto: © saai | Südwestdeutsches Archiv für Architektur und Ingenieurbau, Karlsruher Institut für Technologie, Werkarchiv Frei Otto.
 Fig. 11. Fotos: © 2017 The Museum of Modern Art.

Autor

José Antonio Franco Taboada, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de A Coruña, España, jafranco@udc.es

Lista de referencias

Aliquot, J. (2009). *La Vie religieuse au Liban sous l'Empire romain*. Beyrouth: Presses de l'Ifpo. [Edición online del 12 de diciembre de 2012].

Azara, P. (1997). *Las casas del alma. Maquetas arquitectónicas de la antigüedad (5500 a.C./300 d.C.)*. Barcelona: Centre de Cultura Contemporània/ Institut d'Edicions, Diputació de Barcelona.

Garayar, C. et al. (2003). *Atlas departamental del Perú: imagen geográfica, estadística, histórica y cultural*, vol. 1. Lima: La República/Peisa.

Gentil Baldrich, J.M. (1998). *Traza y Modelo en el Renacimiento*. Sevilla: Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción-Universidad de Sevilla, pp. 190.

Gravagnuolo, B. (1982). *Adolf Loos, theory and works*. New York: Rizzoli. Traducción de C.H. Evans. [Ed. orig. *Adolf Loos: teoria e opere*. Milano: Idea books Edizioni, 1981].

Kostof, S. (1977). *The Architect in the Middle Ages, East and West*. En Kostof, S. (ed.). *The Architect. Chapters in the History of the Profession*. New York: Oxford University Press, pp. 59-95.

Millon, H.A. (1996). *Models in Renaissance Architecture*. En Millon,

H.A. (ed.). *Italian Renaissance Architecture: from Brunelleschi to Michelangelo*. London: Thames and Hudson, pp. 19-74. [Ed. orig. Millon, H.A., Magnago Lampugnani, V. (eds.). (1994). *Rinascimento. Da Brunelleschi a Michelangelo: La rappresentazione dell'architettura*. Milano: Bompiani].

Sartoris, A. (1932). *Gli elementi dell'architettura funzionale. Sintesi panoramica dell'architettura moderna*. Milano: Ulrico Hoepli.

Schávelzon, D. (2004). *Treinta siglos de imágenes: maquetas y representaciones de arquitectura en México y América Central Prehispánica*. Buenos Aires: Ediciones Fundación CEPPA.

Sontag, S. (2005). *On photography*. New York: RosettaBooks. Edición electrónica: <<http://writing.upenn.edu/library/Sontag-Susan-Photography.pdf>> (consultado el 4 de febrero de 2018).

Taylor, R. (2003). *Roman Builders: A Study in Architectural Process*. Cambridge: Cambridge University Press.

Wilton-Ely, J. (1977). *The Rise of the Professional Architect in England*. En Kostof, S. (ed.). *The Architect. Chapters in the History of the Profession*. New York: Oxford University Press, pp. 180-208.

Il BIM verso il Catasto del Futuro potenziato tramite l'utilizzo della tecnologia

Anna Osello, Francesca M. Ugliotti, Daniela De Luca

Abstract

Conoscere, digitalizzare, condividere rappresentano i concetti chiave di questo millennio. Il settore delle costruzioni e del Real Estate hanno l'opportunità di cogliere questa sfida, diventando promotori di una gestione intelligente dei dati che caratterizzano gli edifici. La metodologia del Building Information Modeling (BIM), rafforzata dall'inarrestabile progresso tecnologico, pone le basi per riprogettare un sistema conoscitivo strutturato del patrimonio edilizio, innescando una nuova concezione di Catasto del Futuro, dinamico e aggiornato, che interroga i Big Data degli edifici secondo un approccio multidisciplinare e interoperabile. La prospettiva è ambiziosa, ma è essenziale definire il corretto approccio metodologico per governare la digitalizzazione del costruito. La messa a sistema delle prime sperimentazioni è condotta sulla città di Torino, dove, perseguendo la visione di città digitale aumentata, è stata realizzata una mappa interattiva che sfrutta le nuove tecnologie, quali la Realtà Aumentata e la Realtà Virtuale, per consentire la diffusione delle informazioni a differenti tipologie di utenti.

Parole chiave: Building Information Modeling, Catasto del Futuro, Big Data, Realtà Aumentata, Realtà Virtuale.

Visione e impostazione metodologica

La sfida della digitalizzazione che il settore delle costruzioni si trova ad affrontare costituisce una opportunità assolutamente da cogliere, ma allo stesso tempo da governare, al fine di promuovere una gestione efficace dei dati nel tempo. La metodologia del *Building Information Modeling* (BIM), rafforzata dall'utilizzo pervasivo delle nuove tecnologie, rappresenta la nuova frontiera per organizzare, scambiare, visualizzare una grande quantità di informazioni sugli edifici, che diventano così i *Big Data* di riferimento del patrimonio costruito. Grazie all'innovazione tecnologica e all'*Internet of Everything* (IoE), l'interconnessione e la disponibilità dei dati costituiscono ambiti di ricerca essenziali nell'era digitale, in quanto coinvolgono svariati settori disciplinari, anche molto diversi tra loro, con diversi livelli di maturità. Attraverso i

modelli digitali parametrici è possibile disporre in modo unitario e congruente di tutte le informazioni necessarie che riguardano gli edifici immagazzinando *dataset* che, all'interno di un processo integrato, possono essere interrogati con un livello di approfondimento diverso in base alla tipologia di utente e alla scala di interesse. Gli strumenti BIM promuovono il censimento dei fabbricati, dei relativi asset, degli impianti e degli elementi strutturali, corredato da informazioni alfanumeriche, oltre che geometriche, e da fonti dati esterne quali ad esempio fotografie, video, schede tecniche. In questo modo si viene a costituire una vera e propria carta d'identità dell'edificio, in grado di valutare lo stato documentale e le inefficienze del sistema durante il suo intero ciclo di vita. È in questo contesto che matura

la visione del Catasto del Futuro, interpretato come sistema metodologico di gestione delle informazioni relative al patrimonio costruito che, grazie agli strumenti tipici del BIM, mira alla completezza e alla fruibilità dei dati, non solo ai fini fiscali ma anche e soprattutto per la conservazione, la gestione e la manutenzione a livello edilizio e urbano. Non si tratta solamente di archiviare documenti già reperibili, bensì di impostare e pianificare modalità di indagine, approfondimenti, ricerche e valutazioni in grado di fornire un quadro conoscitivo del costruito attraverso un rigoroso processo impostato durante la fase di avvio. Tale processo deve poi essere implementato dai dati che costantemente potranno essere raccolti nel tempo, con successivi e differenti livelli di approfondimento legati a diversi interventi sul costruito. Attendere di avere tutte le informazioni necessarie, significherebbe continuare a lavorare secondo l'approccio tradizionale, ovvero, senza una vera conoscenza del costruito. In questa prospettiva, il coinvolgimento delle Pubbliche Amministrazioni è senza dubbio imprescindibile: anche se con tempi di reazione diversi, si assiste negli ultimi anni a un crescente interesse e coinvolgimento nei processi innovativi, anche tramite le esperienze legate alla progettazione europea, in particolar modo incentrate sulle tematiche del risparmio energetico, e alla dematerializzazione delle informazioni, così come previsto dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri (DCPCM del 13/11/2014).

Caso studio

La sperimentazione preliminare verso questo tipo di ricerca integrata è stata condotta prendendo come caso studio la città di Torino e mettendo a sistema le esperienze di comunicazione dei dati condotte nell'ambito del progetto europeo *District Information Modeling and Management for Energy Reduction* (DIMMER), legato al tema del risparmio energetico a scala distrettuale, e del progetto di digitalizzazione BIM degli edifici pubblici della città (ToBIM).

Nel progetto DIMMER l'obiettivo principale consisteva nell'implementazione di una piattaforma *middleware* in cui sono stati integrati dati geometrici ed alfanumerici provenienti da diversi domini BIM, *Geographic Information System* (GIS), *System Information Model* (SIM), IoT, introducendo per la prima volta il concetto di *District Information Model* (DIM), verificati attraverso i dimostratori di Torino e Manchester [1]. Il valore aggiunto di questo tipo di integrazione

risiede nella possibilità di scambiare in modo interoperabile i dati tra i diversi *stakeholder* tipicamente chiamati a operare sia alla scala edilizia, come i *facility manager*, sia a quella urbana, come gli *energy manager/provider*. Queste informazioni, disponibili attraverso diversi sistemi con interfaccia web, quali piattaforme e cruscotti, sono finalizzate a migliorare la consapevolezza e la collaborazione di diverse tipologie di utenti in merito all'efficienza energetica. La visualizzazione dei dati è esplorata anche attraverso sistemi di realtà virtuale immersiva e aumentata con l'obiettivo di sperimentare nuove possibilità di comunicazione (fig. 1). Inoltre, è stato adottato un approccio al gioco per rendere le giovani generazioni parte attiva del processo di sensibilizzazione su temi di ambito energetico.

ToBIM [Osello, Ugliotti 2017] analizza a livello edilizio gli edifici pubblici più rappresentativi della città di Torino attraverso un processo di indagine finalizzato all'individuazione delle informazioni di base necessarie per garantire le attività di gestione e di monitoraggio energetico nell'ambito di un patrimonio immobiliare diversificato ed esteso. Una volta conclusa l'indagine conoscitiva dei manufatti, l'efficacia del processo è garantita dalla messa a sistema delle informazioni tra i diversi attori, quindi dalla analisi e dalla comparazione dei dati acquisiti attraverso la modellazione BIM (fig. 2).

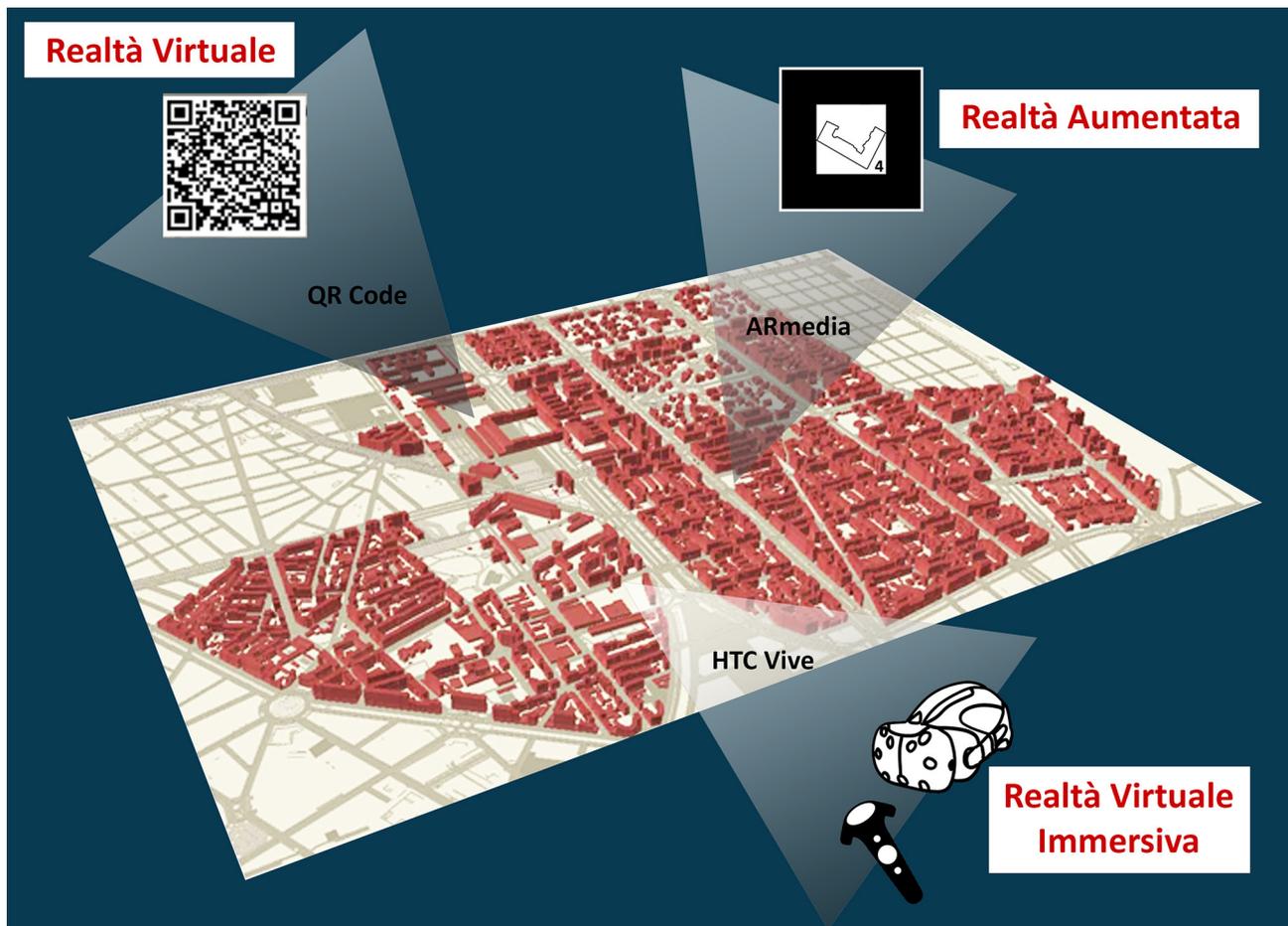
Queste esperienze hanno portato alla realizzazione di una mappa interattiva, di seguito descritta, che ripropone uno spaccato della città di Torino da esplorare attraverso la Realtà Virtuale (VR) e Aumentata (AR) ritenute tecnologie abilitanti nel processo di comunicazione.

L'obiettivo principale è di avvicinare operatori e cittadini verso un nuovo approccio di gestione delle informazioni degli edifici e della città, più affidabili e accessibili, basato su un processo di digitalizzazione intelligente del patrimonio costruito a partire dalla metodologia BIM.

Indagine conoscitiva propedeutica alla definizione dei contenuti BIM nell'ottica del Catasto del Futuro

Ricerca e analizzare le informazioni esistenti, riferite agli edifici, rappresenta il primo passo per la digitalizzazione del patrimonio costruito. A partire dalle esperienze condotte, nei progetti precedentemente citati, si è evinto che la gestione delle informazioni è carente di procedure e strumenti che ne garantiscano la loro unicità e affidabilità. Spesso la documentazione *As-Built* è cartacea o non

Fig. 1. DIMMER: indagine sulle modalità di visualizzazione a scala urbana (elaborazione grafica degli autori).



aggiornata e sono disponibili più versioni digitali, oltre al fatto che le informazioni caratterizzanti l'involucro edilizio o l'inventario dei componenti vengono completamente perse nel corso del tempo. Estendendo l'analisi all'intero processo edilizio è evidente come il problema più significativo che affligge l'industria delle costruzioni sia proprio la mancanza di informazioni durante il ciclo di vita degli edifici. L'accuratezza e la completezza della conoscenza del manufatto rappresentano un fattore chiave che influenza profondamente le successive attività di indagine [Simeone et al. 2014]. Qualsiasi intervento di pianificazione o manutenzione, infatti, si basa su ciò che è conosciuto di quell'oggetto. La scarsa disponibilità di risorse, tempo e denaro per reperire informazioni adeguate comporta una valutazione degli interventi basata su supposizioni che possono incorrere in problematiche operative e conseguenti aumenti di costo. La mancanza di dati, ovvero di scambio delle informazioni da una fase all'altra del processo e da un soggetto a un altro, rappresenta un costo che è stato quantificato dal *National Institute of Standards and Technology* (NIST) [2], per la prima volta per questo settore nel dicembre 2004, in 15,8 miliardi di dollari, di cui i due terzi sono attribuiti alla fase di *Operations & Maintenance* [NIST 2004]. A partire da questa situazione di criticità il BIM può costituire, da un lato, lo strumento che diventa parte integrante non solo della progettazione e della costruzione ma anche della gestione dell'edificio, dall'altro, la metodologia di scambio dei dati tra i diversi soggetti coinvolti, limitando il disperdersi delle informazioni e i costi che ne derivano. Le attività di digitalizzazione del patrimonio edilizio devono essere condotte in modo da garantire conoscenza, organizzazione, condivisione e fruibilità delle informazioni, che diventano la chiave per il successo di questo tipo di iniziative. L'attività di modellazione è finalizzata alla restituzione di una rappresentazione dello stato di fatto degli edifici, dove il valore aggiunto si configura nella possibilità di popolare il database con informazioni di interesse per diverse tipologie di utente, dal cittadino al gestore dell'edificio, da quello dell'energia fino al pianificatore della città. A livello edilizio gli aspetti considerati si riferiscono alla scomposizione funzionale del manufatto, esplicitando informazioni tipologiche e quantitative relativamente alla composizione dell'involucro (come per esempio superficie opaca e trasparente, materiali), degli spazi, delle attrezzature e dei sistemi tecnologici. I modelli parametrici devono essere impostati in maniera tale da fornire, in tempo reale, informazioni significative in regime

di ordinaria gestione e manutenzione ma, ancor di più, in condizioni di emergenza per progettare corretti interventi architettonici, strutturali e impiantistici. La potenzialità risiede nel fatto di poter indagare gli edifici non solo in funzione di quello che è visibile ma di ciò che non lo è. Questo aspetto risulta particolarmente significativo per la pianificazione di interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria degli impianti tecnologici e per indagini di verifica della stabilità strutturale o sismica. Si pensi, ad esempio, al grosso vantaggio che si ha in caso di eventi sismici, alluvionali o di incendio, nel disporre di modelli virtuali accessibili da parte dei professionisti in cui poter riscontrare velocemente informazioni e dati tecnici affidabili sul costruito. Essenziale è relazionare questi dati da un lato con la destinazione d'uso, occupazione e profilo di utilizzo degli edifici, e dall'altro con il contesto urbano/distrettuale in cui si collocano. I dati devono poter essere interrogati in maniera trasversale per affinare il livello di dettaglio delle indagini conoscitive e delle valutazioni, in modo da promuovere scenari di ottimizzazione più realistici in funzione delle effettive peculiarità del sito. Comparare gli alti consumi energetici di un edificio, infatti, è ben diverso se si considera la sua estensione (es. piano unico o elevato sviluppo verticale), la funzione specifica (es. scuola o comando di polizia), il periodo di apertura (es. apertura limitata o h24), la tipologia di dispositivi di illuminazione presenti (es. datati o di ultima generazione) e l'eventuale presenza di apparecchiature specifiche (es. computer o laboratori), rispetto al non avere alcuna informazione di riferimento. La pianificazione di eventuali interventi di efficientamento deve essere il risultato di un'attenta valutazione rispetto al bilanciamento costo-opportunità, ovvero di soluzioni tecnologico-impiantistiche effettivamente applicabili anche in considerazione delle capacità strutturali e di utilizzo.

Anche in ottica *Smart City* è molto importante conoscere la situazione reale del patrimonio in funzione delle attività di pianificazione territoriale, di gestione ed efficientamento energetico; pertanto le informazioni rilevate a scala edilizia devono essere necessariamente correlate con il territorio urbano. Il BIM offre una prospettiva più ampia per analizzare il patrimonio della città, promuovendo strumenti per l'*asset management* che possono trovare integrazione con i sistemi GIS per arricchire le informazioni territoriali con quelle dei singoli edifici. Questa integrazione, attualmente in fase di sperimentazione e ricerca, permetterebbe una effettiva ed efficace gestione delle *facilities* a scala di distretto/città,

valutando non solo interventi puntuali di ristrutturazione ma anche ottimizzazioni delle reti di sistemi impiantistici e dei consumi energetici. I dati BIM, combinati con altri dataset grazie all'ICT, promuovono una visione trasversale dinamica del patrimonio. I *building manager*, grazie a questi strumenti, potrebbero accedere alle informazioni in tempo reale sull'edificio e i suoi componenti, effettuando valutazioni accurate rispetto alle condizioni operative degli *asset*, consentendone un migliore utilizzo. La conoscenza del patrimonio costruito deve essere ricondotta non solo quale somma di singoli ma anche come insieme strutturato degli edifici, degli impianti, delle infrastrutture e di tutto ciò che costituisce un quartiere, una città. Si tratta di impostare un sistema di conoscenza finalizzato all'accrescimento della sicurezza, della qualità e dell'ottimizzazione anche in termini economici e di programmazione manutentiva.

Il ruolo della rappresentazione nel processo di comunicazione delle informazioni

Per arricchire la visione di Catasto del Futuro, che interroga i *Big Data* per una migliore conoscenza del territorio e della città, si sono sperimentate nuove soluzioni che coniugano la rappresentazione con le esigenze di conoscenza. Si rileva infatti che è indispensabile una maggiore informazione e comunicazione di tipo innovativo e tecnologico per avere un sostanziale avanzamento di cultura urbana anche attraverso l'*Information and Communication Technology* [Colletta 2017]. Questo nuovo scenario apre una serie di possibilità nuove per conoscere, pianificare, progettare, monitorare, creare strategie a livello di città. L'idea centrale consiste nel costruire una città digitale aumentata che sfrutta la potenzialità della metodologia

Fig. 2. ToBIM: Impostazione metodologica modelli BIM (elaborazione grafica degli autori).

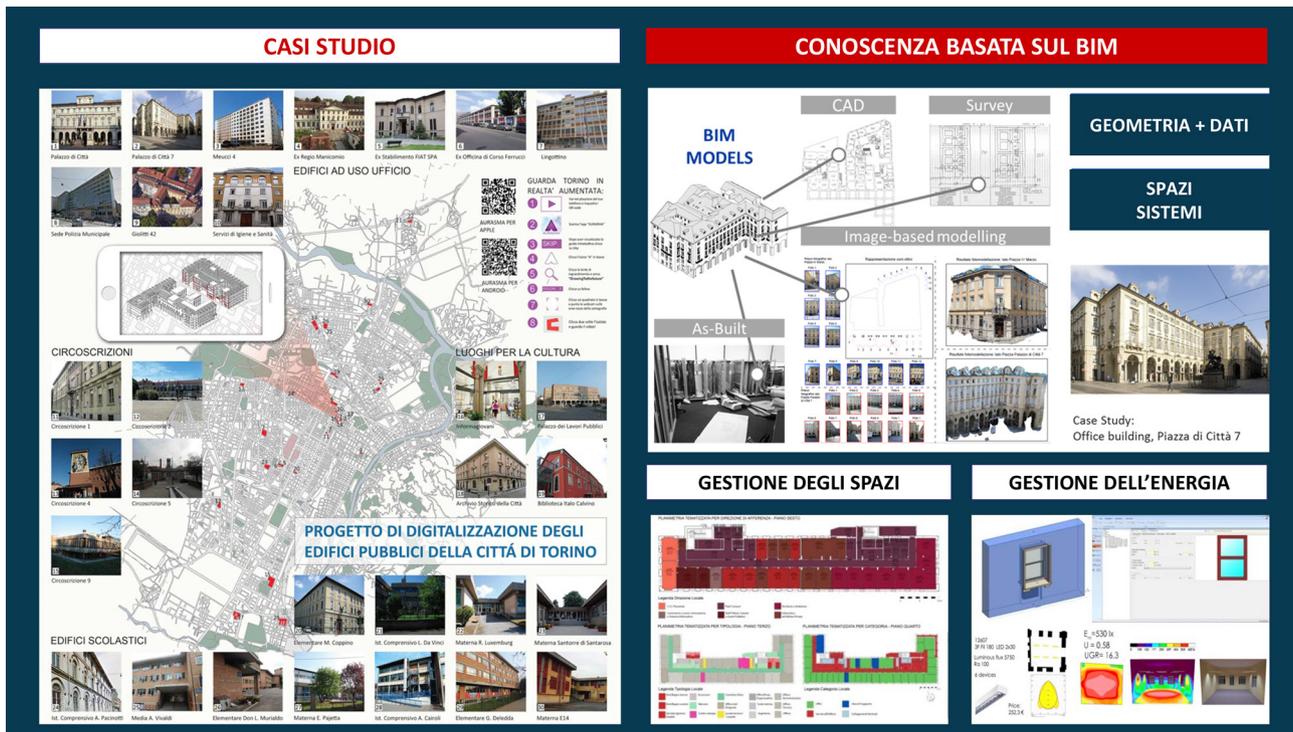
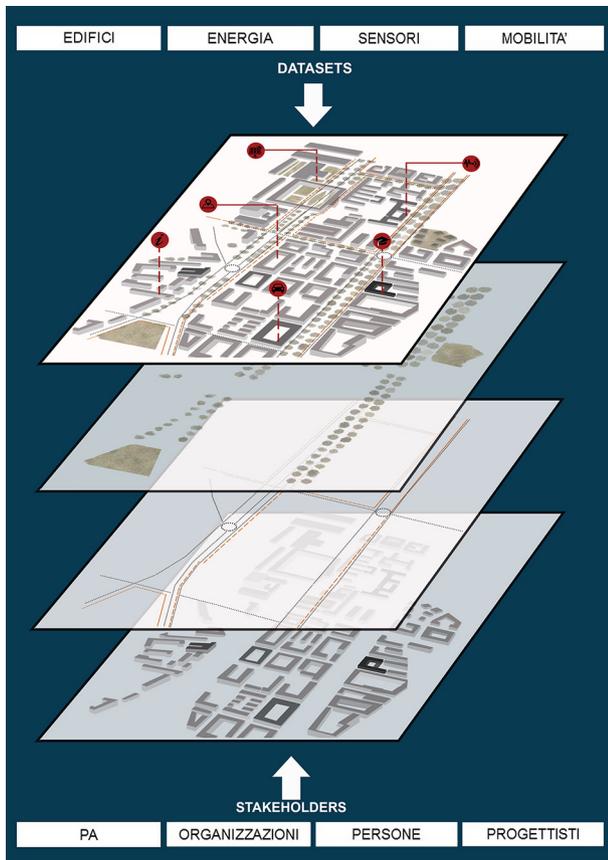


Fig. 3. Idea di città digitale aumentata (elaborazione grafica degli autori).



BIM per stabilire un sistema conoscitivo strutturato degli edifici, integrabile con altri applicativi e interrogabile in modo dinamico attraverso le nuove tecnologie di comunicazione (fig. 3). Il processo prevede la sovrapposizione di contenuti digitali a partire da una rappresentazione statica bidimensionale finalizzata ad aumentare la percezione dell'ambiente costruito ed aumentare le informazioni disponibili sovrapponendosi/sostituendosi alla realtà. In questo modo l'associazione con le informazioni può essere continuamente aggiornata, nonostante la rappresentazione grafica possa risultare superata nel corso del tempo. In questa visione molti soggetti (individui, organizzazioni, sensori, Pubbliche Amministrazioni) possono aggiungere alla rappresentazione *layer* informativi digitali in *real-time*. Attraverso l'utilizzo della Realtà Aumentata e Virtuale è possibile stabilire nuove modalità di interazione che consentono, a un numero di utenti sempre maggiore, di accedere ai contenuti tecnico-informativi. Si può quindi affermare che la AR e VR contribuiscono a definire, nell'era delle *Smart Cities*, un nuovo modello di città aumentata. La AR esordisce nell'*entertainment* ma, in realtà, il focus è un *infotainment* che coniuga la quantità e la qualità delle informazioni da utilizzare in un contesto di utilizzo preciso con la facilità interattiva di una qualsiasi superficie capacitiva associata all'uso di una fotocamera e un sistema di gestione dedicato [3]. È una forma di *visual content management 2.0* che consente di aggiungere nuovi livelli informativi in tempo reale e ad alto tasso di interazione usando *device* mobili di qualsiasi tipo. Attualmente questo tipo di comunicazione è largamente utilizzata in ambito museale e turistico per rendere disponibili informazioni specifiche su determinati oggetti/punti di interesse. L'approccio è di tipo partecipativo e mette in relazione tutti i componenti della filiera attraverso strumenti e dispositivi con cui gli utenti si confrontano quotidianamente anche nel contesto privato. La rappresentazione tradizionale deve, oggi, trovare un giusto equilibrio con l'evoluzione digitale per ampliare le possibilità di diffusione dei dati. Condividere le informazioni e visualizzarle in modo semplice e diretto rappresenta il fattore abilitante per sfruttare a pieno il potenziale del BIM, facilitandone l'utilizzo e la visualizzazione a diversi livelli, dai progettisti, agli operatori ed i gestori, dalla scala di edificio a quella di distretto e città. Le azioni finalizzate ad aumentare la consapevolezza degli utenti sfruttano le nuove tecnologie promuovendo applicativi, mappe interattive e tour virtuali finalizzati ad avvicinare i cittadini verso un nuovo approccio di gestione delle informazioni basato su

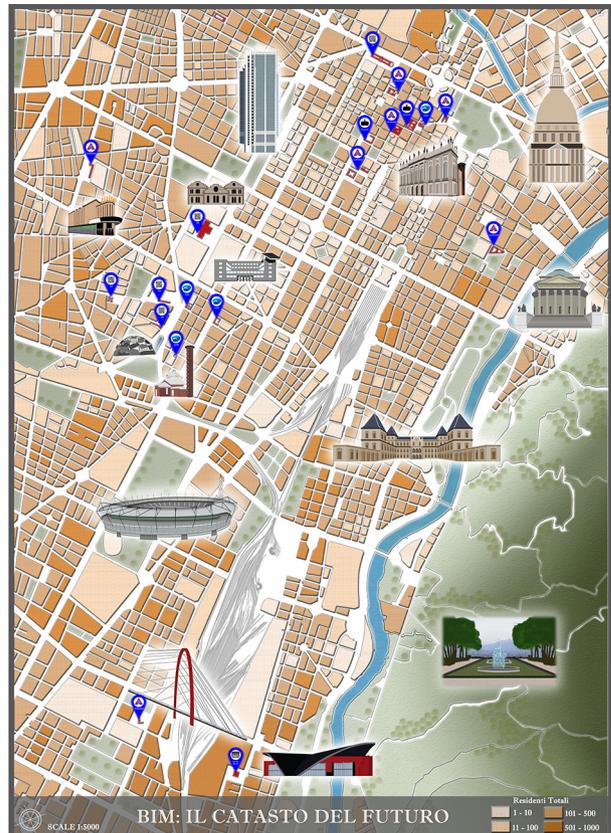
un processo di digitalizzazione intelligente del patrimonio costruito. Delineato l'obiettivo di ricerca è stata realizzata, quale applicazione preliminare, una mappa interattiva della città di Torino (fig. 4) che propone un nuovo sistema di rappresentazione e interrogazione degli edifici a partire dalla cartografia tecnica di base. La mappa della città diventa il grande contenitore multimediale dove ogni entità che costituisce il patrimonio costruito è interrogabile rispetto al *layer* costituito dai modelli digitali parametrici. A scopo illustrativo la mappa è stata riproposta anche in grosse dimensioni attraverso una installazione di 52 m² presentata durante l'evento Made Expo 2017. L'utente è invitato a muoversi liberamente nello spazio della mappa avviando una esperienza conoscitiva stimolante, e allo stesso tempo inaspettata, tra gli edifici e i quartieri della città. I luoghi di interesse storico sono riportati in modo da garantire l'orientamento, mentre i punti focali di interazione sono chiaramente individuati e definiscono il tipo di contenuto digitale sfruttato. Il principio è quello di creare una serie di *touch point* che fungano da innesco per aumentare la percezione dello spazio. Sono consentite diverse possibilità di visualizzazione di AR e VR finalizzate a instaurare un rapporto interattivo con gli utenti.

Come rendere utilizzabili le informazioni utilizzando le tecnologie innovative

La rivoluzione digitale, in tutte le sue ramificazioni, insieme all'avvento massiccio delle tecnologie innovative hanno generato un nuovo metodo organizzativo, in grado di rinnovare le relazioni e le collaborazioni tra i diversi *stakeholder*, ponendo l'attenzione su nuove metodologie di ricerca e sperimentazione in materia di integrazione e scambio dei dati, organizzate secondo livelli informativi di cui la città intelligente si compone.

Le nuove tecnologie, infatti, possono giocare un ruolo fondamentale per generare nuove sinergie nell'ambito del *Real Estate*, all'interno di un processo integrato, che vede coinvolte le Pubbliche Amministrazioni, i professionisti e il privato, volto a valorizzare e gestire in maniera continuativa le informazioni caratteristiche degli immobili. Grazie alla Realtà Aumentata e alla Realtà Virtuale, infatti, è possibile accedere con maggior facilità alle informazioni che definiscono la città e il patrimonio costruito. L'utilizzo di queste tecnologie facilita la comunicazione, la condivisione e la collaborazione fra soggetti differenti che intervengono, a

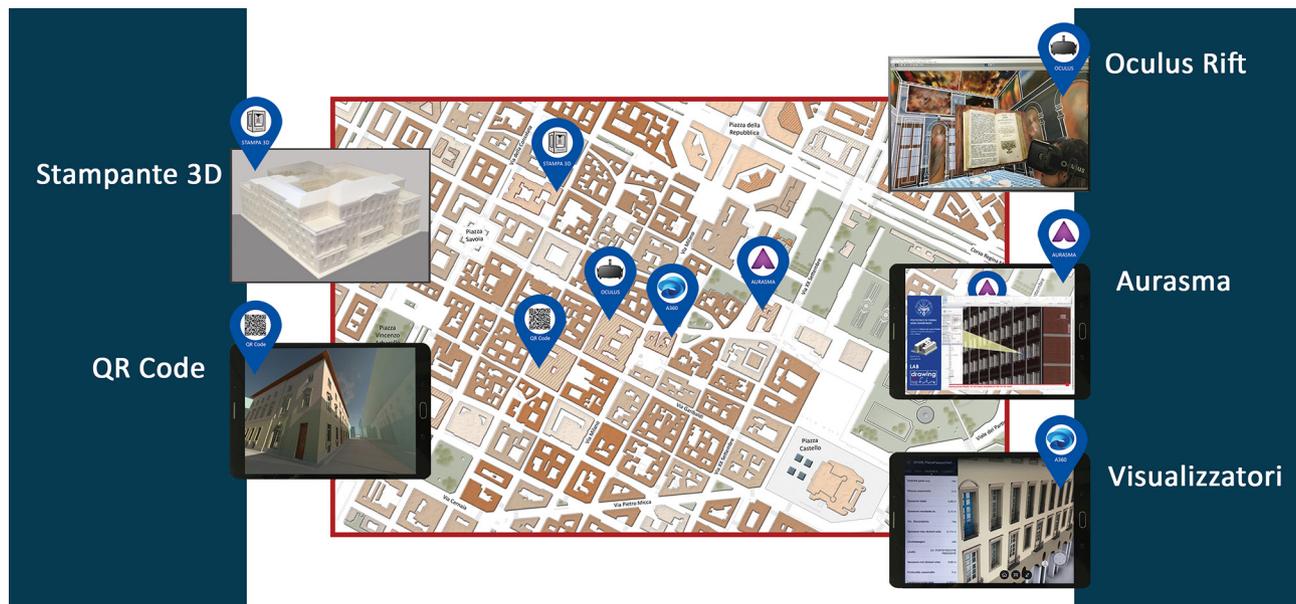
Fig. 4. Mappa Interattiva BIM di Torino (elaborazione grafica degli autori).



vario titolo e in momenti diversi, nel processo conoscitivo (fig. 5). Secondo questo approccio cambia la modalità con cui la città e l'utente possono scambiare le informazioni, attraverso la definizione di nuove regole e processi, in modo da cooperare in forma congiunta verso la digitalizzazione condivisa del patrimonio costruito. Le nuove tecnologie, oltre a garantire una maggiore accessibilità delle informazioni, permettono di condurre gli utenti verso una maggiore consapevolezza del territorio che li circonda. A questo scopo sono state analizzate nel dettaglio tre tecnologie, AR, VR e stampa 3D, per valutare il grado di interazione con l'utente e individuare le migliori soluzioni in ambito conoscitivo, divulgativo, gestionale e manutentivo. Attraverso gli strumenti di Realtà Aumentata è possibile ampliare la rappresentazione bidimensionale, sovrappo- nendo contenuti digitali attraverso la lettura di un *marker* utilizzando uno *smart device*. Le applicazioni che il mercato propone sono molteplici. Tra queste è stata utilizzata l'applicazione Aurasma che consente di associare a una immagine, quale per esempio l'impronta dell'edificio, contenuti multimediali (video illustrativi, tavole grafiche o

siti internet/piattaforme web). Inquadrando gli edifici rappresentati sulla mappa attraverso l'applicazione dedicata, l'utente può visualizzare informazioni significative di un determinato fabbricato agevolando il processo conoscitivo e coinvolgendo l'utente in modo interattivo. Nello specifico, considerato lo scopo divulgativo rivolto al cittadino, nella mappa sono richiamati video e schede di sintesi degli edifici che mettono in evidenza le caratteristiche storiche, architettoniche e funzionali degli stessi. Analogamente si sono utilizzati i *QR Code* per collegare e sovrapporre informazioni relative a caratteristiche impiantistiche, strutturali, compositive e storiche, viste stereoscopiche renderizzate che consentono una semi-immersione all'interno o all'esterno di edifici o di porzioni di città. Attraverso la stessa modalità è possibile richiamare contenuti specifici tecnici, manutentivi o gestionali di interesse alle singole categorie di professionisti. In questo modo le informazioni vengono rese disponibili nel luogo e nel momento in cui servono. Pensiamo, ad esempio, alla ricaduta in ambito manutentivo, per cui si garantisce la possibilità di richiamare schede tecniche dei componenti, procedure manutentive o infor-

Fig. 5. Tecnologie utilizzate nella Mappa Interattiva BIM di Torino (elaborazione grafica degli autori).



mazioni tecniche in campo semplicemente utilizzando uno *smart device*. Inoltre, è possibile richiamare delle applicazioni, quali ad esempio visualizzatori BIM, che consentono di consultare su dispositivi mobili in modo rapido modelli di edifici anche molto complessi e pesanti senza la necessità di disporre del software di modellazione o di essere esperti nell'utilizzo degli stessi. La possibilità di accedere a visualizzatori web, come ad esempio Autodesk A360, permette di avviare una vera e propria interrogazione online delle informazioni riferite ad ogni singolo oggetto.

Oltre a strumenti già disponibili sul mercato è possibile creare e personalizzare specifiche applicazioni utili per gestire e visualizzare informazioni di dettaglio e per determinate categorie di utenti o figure professionali. In questo modo la conoscenza del singolo edificio e la reperibilità dei dati agevolano il processo informativo necessario per migliorare il rapporto tra utente ed edificio, nonché la manutenzione e gestione di ogni singolo componente edilizio. Una particolare applicazione molto utile e interessante per agevolare questo processo conoscitivo è quella sperimentata per i Vigili del Fuoco. In questo caso l'utente, attraverso dei *joystick* virtuali sullo schermo del dispositivo mobile, può muoversi all'interno dell'ambiente virtuale e ricercare le informazioni di interesse rispetto alle attrezzature antincendio, quali ad esempio i mezzi estinguenti, o alle procedure di sicurezza. Gli oggetti interrogabili sono individuabili grazie a dispositivi lampeggianti che intensificano la luminosità nel momento in cui ci si avvicina. È possibile visualizzare informazioni differenti in funzione dell'utente che visualizza i dati: il manutentore può accedere alle procedure rela-

ve al collaudo o alla manutenzione ordinaria del mezzo estinguente, il soccorritore, invece, può essere interessato a visualizzare la corretta ubicazione dei mezzi nel piano e il loro raggio d'azione di utilizzo, mentre l'utente che lavora nell'edificio può visualizzare le uscite di emergenza, i luoghi sicuri e i punti di raccolta da raggiungere in caso di necessità. Per la sua conformazione, l'*app* è utile durante la fase di formazione dei soccorritori e può essere consultata durante il tragitto per raggiungere il luogo dell'intervento, in modo da conoscere l'edificio preventivamente e studiare la migliore strategia d'intervento.

Grazie alla Realtà Virtuale, invece, è possibile visualizzare ambienti e oggetti tridimensionali ad alta risoluzione con i quali l'utente può interagire in tempo reale, muoversi liberamente attraverso appositi *device* che garantiscono una sensazione di immersione e di presenza nell'ambiente ricostruito. Le applicazioni sperimentate riguardano l'utilizzo degli *Oculus Rift* e degli *HTC Vive*. I primi garantiscono un'immersione virtuale all'interno del singolo edificio e la possibilità di interrogare gli oggetti presenti. Oltre alla classica navigazione dell'edificio è possibile sovrapporre contenuti informativi, impiantistici, funzionali, manutentivi e logistici. Infatti grazie a questa tecnologia è possibile visualizzare ciò che nella realtà è nascosto, come ad esempio la parte impiantistica e/o strutturale del manufatto edilizio ponendosi in corrispondenza di ogni singolo dispositivo/componente, richiamando le relative schede tecniche, consultando l'eventuale documentazione energetica, illuminotecnica o di dettaglio o le procedure manutentive utili in caso di inefficienze. Nel caso degli edifici storici, l'utilizzo

Fig. 6. Visualizzazione delle proprietà alfanumeriche del modello BIM attraverso la Realtà Virtuale (elaborazione grafica degli autori).



Fig. 7. Tour virtuale della città tramite HTC Vive (elaborazione grafica degli autori).



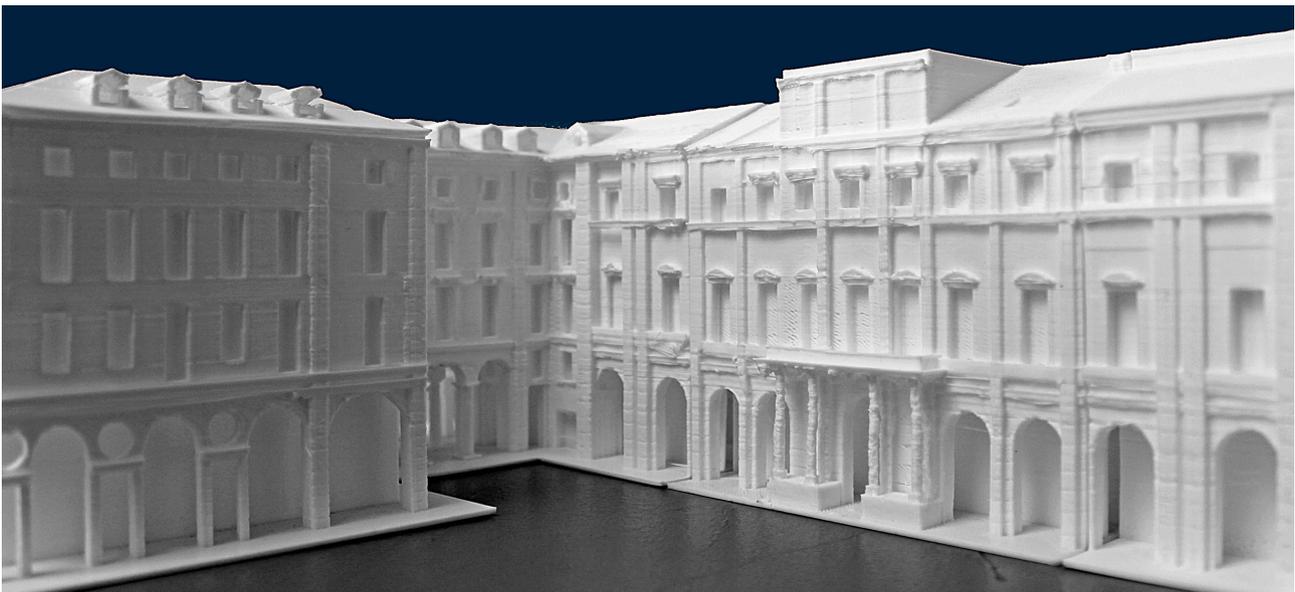
della Realtà Virtuale permette, inoltre, di richiamare informazioni storico-artistiche, tramite documentazione audio o sovrapposizioni visive. L'utilizzo dei visori permette di intraprendere tour virtuali attraverso i quali si può entrare in contatto con una grande quantità di informazioni. Il mercato propone, oltre alla tecnologia degli *Oculus Rift*, nuove piattaforme per la visualizzazione immersiva, non solo di semplici modelli tridimensionali ma anche di modelli BIM con le relative proprietà geometriche e alfanumeriche di ogni componente edilizio. Gli *HTC Vive*, rendono possibile un'immersione totale dell'utente che può navigare all'interno della città o di un edificio, grazie alla predisposizione di tour virtuali conoscitivi (fig. 6). Una volta indossati i dispositivi, ovvero il visore e i *controller*, gli utenti possono interagire in maniera diretta con lo spazio che li circonda e interrogare gli oggetti presenti nella città, ricavando le informazioni necessarie (fig. 7). L'innovazione tecnologica messa in evidenza, oltre a sfruttare la potenzialità del digitale, fornisce nuovi strumenti come le stampanti 3D in grado di riprodurre fedelmente una maquette dell'edificio realizzato virtualmente, in modo da aumentare la percezione visiva e conoscitiva dell'utente.

In questo modo è possibile immediatamente disporre di un riferimento non solo virtuale ma anche reale. Alcuni modelli BIM più rappresentativi della città, tra cui il Municipio (fig.8), la nuova sede Unica della Regione Piemonte, sono stati riprodotti attraverso la stampante 3D fornendo ulteriori punti di riferimento concreti e tangibili alla mappa interattiva. Essi, seppur semplificati nella loro geometria per agevolare il processo di stampa, aggiungono alla mappa nuove prospettive generando un ulteriore *layer* informativo. La scelta di inserire anche elementi tridimensionali sottolinea ulteriormente come la rivoluzione digitale imponga una rappresentazione che rimanda immediatamente alla realtà e a strumenti di comunicazioni semplici ma allo stesso tempo efficaci.

Conclusioni

Occorre sottolineare che, se esiste un costo nella riorganizzazione digitale su base BIM dei dati relativi agli edifici, esiste certamente un costo dovuto alla dis-organizzazione degli stessi e delle procedure, degli strumenti e delle or-

Fig. 8. Modello BIM del Municipio della città di Torino stampato in 3D (elaborazione grafica degli autori).



ganizzazioni che li gestiscono. La prefigurazione di nuovi scenari consente di immaginare un Catasto del Futuro basato sul censimento BIM degli edifici e delle infrastrutture che compongono la città, dinamico, sempre aggiornato e implementabile nel tempo. Il compito non è semplice, soprattutto per quanto riguarda il livello di affidabilità del dato, ma è comunque necessario iniziare con un programma preciso per il futuro. Il BIM deve essere utilizzato per garantire il superamento delle attuali difficoltà di reperimento delle informazioni nelle molteplici accezioni di tipo identificativo, progettuale, strutturale, impiantistico e ambientale, con l'obiettivo di avere costantemente aggiornato il quadro conoscitivo dell'edificio e delle sue componenti essenziali in maniera tale da consentire una gestione degli immobili basata su dati integrati e sistemi informativi interoperabili. Tale operazione di digitalizzazione deve essere pensata come opportunità di razionalizzazione e formalizzazione di un processo conoscitivo e manutentivo del patrimonio costruito. In tale contesto il caso studio illustra-

to della città di Torino rappresenta un inizio virtuoso che dovrà essere implementato nel tempo non solo per completare la digitalizzazione del patrimonio della città ma soprattutto per rendere operativa nella pratica delle attività quotidiane la metodologia BIM, basata sulla condivisione di dati che devono essere sempre aggiornati, corretti e certi. Per costruire il "Catasto del Futuro" è necessario avviare un radicale cambiamento culturale che comporta l'utilizzo di modelli BIM non solo come semplice rappresentazione grafica tridimensionale ma come vera e propria banca dati alfanumerici che devono essere utilizzati in maniera interoperabile tra i diversi utenti. Gli strumenti attualmente presenti sul mercato diventano il punto di partenza per la sperimentazione e per nuove riflessioni dove la "I" di "Information" del BIM rappresenta il motore della trasformazione volta a ricercare soluzioni efficaci da applicare all'intera filiera edilizia. La rivoluzione digitale, resa possibile dall'evoluzione tecnologica in corso, deve diventare l'occasione per una vera rivoluzione dell'informazione (fig. 9).

Fig. 9. Il patrimonio edilizio oggetto della rivoluzione digitale e dell'informazione (elaborazione grafica degli autori).



Gli autori hanno condiviso i contenuti, le analisi critiche e le prassi operative condotte in questa ricerca. In particolare, Anna Osello si è occupata della visione e impostazione metodologica e della descrizione del caso studio, Francesca M. Ugliotti dell'indagine conoscitiva propedeutica alla definizione dei contenuti BIM nell'ottica del Catasto del Futuro e

del ruolo della rappresentazione nel processo di comunicazione delle informazioni, (quest'ultima parte insieme a Daniela De Luca). Daniela De Luca si è occupata di come rendere utilizzabili le informazioni utilizzando le tecnologie innovative. Le conclusioni sono state collegialmente condivise.

Note

[1] Cfr. <<http://www.dimmerproject.eu/public-deliverables/>> (consultato il 18 marzo 2018).

[2] <<https://www.lagospm.com/03-benefits/articles/NIST.pdf>> (consultato il 10 febbraio 2018).

[3] Cfr. <<http://www.internet4things.it/smart-building/realta-aumentata-una-tecnologia-tantissime-applicazioni/>> (consultato il 18 febbraio 2018).

Autori

Anna Osello, Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica, Politecnico di Torino, anna.osello@polito.it
 Francesca M. Ugliotti, Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica, Politecnico di Torino, francesca.ugliotti@polito.it
 Daniela De Luca, Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica, Politecnico di Torino, daniela.deluca@polito.it

Riferimenti bibliografici

Colletta, T. (2017). *Città storiche e conoscenza urbana. L'innovazione tecnologica per la diffusione della conoscenza urbana. Le possibili applicazioni. I musei della città*: <<http://www.federica.unina.it/architettura/storia-urbanistica-contemporanea/innovazione-tecnologica-diffusione-conoscenza-urbana/>> (consultato il 15 marzo 2018).

NIST (2004). *Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S Capital Facilities Industry*, NIST GCR 04-867: <<https://www.lagospm.com/03-benefits/articles/NIST.pdf>> (consultato il 10 febbraio 2018).

Osello, A., Ugliotti, F.M. (2017). *BIM verso il Catasto del Futuro. Conoscere, digitalizzare, condividere. Il caso studio della Città di Torino*. Roma: Gangemi Editore.

Simeone, D., Cursi, S., Toldo, I., Carrara, G. (2014). B(H)IM-Built Heritage Information Modeling. In *eCAADe 2014. Proceedings of the 30th International Conference on Education and research in Computer Aided Architectural Design in Europe*. Newcastle upon Tyne, Regno Unito, 10-12 settembre 2014, pp. 613-622.

Procedura di *Information Modeling* per rappresentare un territorio colpito dal sisma

Tommaso Empler

Abstract

La procedura ARIM (Assessment Reconstruction Information Modeling) può essere vista come evoluzione e integrazione dei sistemi BIM finora utilizzati per monitorare e documentare le trasformazioni del territorio quali l'HBIM, il GeoBIM, il LIM e il SeismicBIM, rappresentandone al contempo una naturale evoluzione per la gestione della prevenzione e della ricostruzione collegata alle calamità naturali.

Viene descritta l'applicazione della procedura al caso studio di un aggregato edilizio di Grisciano, frazione del Comune di Accumoli, descrivendo le fasi che costituiscono la parte del progetto/ricostruzione della procedura BIM: formazione del quadro conoscitivo, a sua volta distinto in "conoscenza diretta" e "conoscenza differita"; elaborazione dei dati rilevati; framework della procedura ARIM, che prevede una sotto-articolazione in acquisizione dei dati e loro sintesi; infine, costruzione del modello 3D sintetico e informato.

Parole chiave: BIM, ARIM, modellazione 3D, sisma, VPL.

Introduzione

La riduzione dei rischi derivanti da calamità naturali (DRR) e la costruzione di insediamenti con caratteristiche resilienti sono state affrontate, negli ultimi anni, in diversi simposi internazionali. Le indicazioni emerse nel *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030* (ultimo appuntamento in ordine cronologico da questo punto di vista), evidenziano l'importanza e il ruolo di una corretta pianificazione per creare territori e comunità meno vulnerabili e più resilienti, in grado di difendersi dalle calamità naturali e di rispondere ai mutamenti ambientali in corso.

La ricerca [1] si fonda sulla consapevolezza che ogni terremoto ha differenti impatti su città e territori, in base a una concomitanza di fattori che riguardano le caratteristiche specifiche dell'evento sismico, del territorio coinvolto e anche del conte-

sto socio-economico, culturale, istituzionale e amministrativo. In questa prospettiva, i sistemi informativi (*Information Modeling*) possono giocare un ruolo decisivo per migliorare conoscenza e monitoraggio nonché per una più efficace gestione, sia del patrimonio costruito sia del territorio nel suo insieme, in una prospettiva in cui prevenzione, gestione dell'emergenza, recupero e ricostruzione post-sismica, rigenerazione urbana sostenibile degli insediamenti siano pensati come azioni non distinte ma integrate tra loro.

Il Presidente della Repubblica Italiana Sergio Mattarella, in occasione della ricorrenza dei 20 anni dal terremoto che ha colpito Umbria e Marche il 3 ottobre 1997, ha rilasciato una dichiarazione orientata proprio in questa direzione: «Occorre un impegno generale per la prevenzione. Una

specie di patto nazionale. Un patto per la prevenzione che, superando differenze politiche e contrapposizioni, impegni l'intero Paese nella prevenzione, che ridurrebbe di gran lunga rischi e pericoli di eventi naturali drammatici e consentirebbe di incanalare nella normalità della vita del nostro Paese quella solidarietà che emerge con tanta forza, passione ed efficacia in occasioni drammatiche» [2].

In quest'ottica, una procedura di *Information Modeling* denominata ARIM (*Assessment Reconstruction Information Modeling*) può essere vista come evoluzione e integrazione dei sistemi BIM finora utilizzati per monitorare e documentare le trasformazioni del territorio quali l'HBIM, il GeoBIM, il LIM e il SeismicBIM, rappresentandone al contempo una naturale evoluzione per la gestione della prevenzione e della ricostruzione collegata alle calamità naturali.

Metodologia della ricerca

La procedura ARIM prevede un diagramma di flusso in cui le principali variazioni, rispetto a un tradizionale *BIM workflow*, riguardano la parte della procedura legata al sotto-sistema della progettazione (*design*) che può essere interpretato come "ricostruzione" (*reconstruction design*). È questa la parte in cui l'indagine e l'apporto del settore disciplinare della rappresentazione e del rilievo sono centrali e sulla quale si pone maggiore accento nella trattazione. Come esemplificazione viene proposta l'applicazione al sisma che ha colpito il Comune di Accumoli nel 2016.

Il sotto-sistema della ricostruzione (*reconstruction design*) è strutturato nel seguente modo:

- programmazione delle attività. Definizione degli obiettivi di ricostruzione all'interno di un percorso orientato alla prevenzione sismica a scala urbana e territoriale (Accumoli e il contesto territoriale);
- quadro conoscitivo Pre-Sisma, la cui sotto-articolazione prevede: indagini urbane e territoriali, documentazione d'archivio, indagini strutturali, indagini geologiche, rilievo, lettura del territorio.

Le indagini urbane e territoriali sono riferite all'acquisizione del quadro di pianificazione territoriale e degli altri documenti di programmazione (quali aree interne ecc.), alla pianificazione dell'emergenza (Piano di Protezione Civile) e all'analisi della CLE (Condizione Limite per l'Emergenza) esistente.

L'acquisizione della documentazione d'archivio segue due percorsi tra loro differenziati: le fonti istituzionali, in cui sono previste la basi cartografiche esistenti alle varie scale, la

documentazione storica urbana e territoriale (cartografia, catastali, foto storiche ecc.) e la documentazione sui beni culturali; le fonti non istituzionali, dove il materiale acquisito è relativo a fondi privati (foto, video, stampe storiche ecc.). Le indagini strutturali comprendono la raccolta degli studi esistenti sulla vulnerabilità degli edifici strategici, sui beni culturali, sugli aggregati e sulle infrastrutture.

Le indagini geologiche prevedono la raccolta delle indagini esistenti di Microzonazione Sismica (MS), degli studi geologici e dei piani di assetto idrogeologico.

La fase del rilievo prevede una prima distinzione tra "rilievo speditivo" e "rilievo di dettaglio": i dati del "rilievo speditivo" provengono dal web, quelli riferiti al "rilievo di dettaglio" provengono da campagne laser scan 3D o di fotomodellazione; i dati raccolti vengono organizzati per la realizzazione di un modello 3D della situazione pre-sisma.

La lettura del territorio comprende un'indagine in cui sono previsti l'analisi socio-economica, gli approfondimenti su nuclei, luoghi e tessuti specifici, l'individuazione di aggregati e ambiti per approfondimenti specifici e la sintesi storica delle trasformazioni urbane e territoriali.

Il quadro conoscitivo post-sisma definisce la carta del danneggiamento, la cui sotto-articolazione prevede: rilievo, indagini geologiche, indagini urbane e territoriali.

La fase di rilievo vede le stesse attività descritte per la fase del "quadro conoscitivo pre-sisma", con la differenza che i dati raccolti vengono organizzati per la realizzazione di un modello 3D della situazione post-sisma.

Le indagini geologiche prevedono nuove microzonazioni sismiche e l'analisi della risposta sismica locale.

Le indagini urbane e territoriali vedono i danneggiamenti urbani (danneggiamento fisico, perdita di funzionalità) in relazione a una valutazione sintetica del rischio per vulnerabilità, pericolosità ed esposizione.

Lo sviluppo del *concept* si organizza secondo alcune sotto-articolazioni: proposte urbane e territoriali, proposte geologiche, proposte strutturali, proposte architettoniche.

I riferimenti gestionali e programmatici per la ricostruzione e prevenzione sono articolati in: proposte urbane e territoriali, proposte geologiche, proposte strutturali, proposte architettoniche.

Formazione del quadro conoscitivo

Nella conoscenza del territorio uno degli aspetti più rilevanti e innovativi è costituito dalla prevenzione del rischio,

che deve essere tenuta in considerazione per i differenti ambiti della ricerca, che spaziano dalle diverse fasi della conoscenza del territorio e dei centri urbani (indagine storica e rilievo metrico della realtà fisica) fino alla diretta applicazione in fase di programmazione degli interventi e di successiva progettazione.

Nella formazione del quadro conoscitivo è prevista una fase di conoscenza e acquisizione dei dati e delle informazioni, che vede due distinti livelli d'indagine del territorio oggetto di studio: la "conoscenza diretta" e la "conoscenza differita". La "conoscenza diretta" prevede l'acquisizione delle informazioni sul campo, utilizzando sia risorse umane (personale specializzato e addestrato allo scopo) sia risorse strumentali (Laser Scan 3D, processi fotogrammetrici ecc.).

Le azioni vedono dei passaggi gradualmente che seguono un ordine cronologico, e prevedono per primi i dati rilevati a vista e ricomposti in un quadro d'insieme e, in un secondo tempo, le operazioni di rilevamento strumentale.

La conoscenza diretta di un luogo è finalizzata ad acquisire informazioni di diversa natura, che vanno dalle dimensioni geometriche degli insediamenti e delle loro frazioni ai relativi rapporti di vicinanza e di scala, alle caratteristiche tipologiche dello spazio antropizzato, delle singole costruzioni e dei loro insiemi, alle gerarchie dei percorsi alla piccola e alla grande scala. Tutti questi dati (eventualmente supportati anche da dati audio e video) sono utilizzati per redigere una serie di carte tematiche che non sono solo mappe mentali basate su semplici percezioni, ma veri e propri strumenti informativi di supporto per formare un corretto quadro conoscitivo.

In parallelo, la "conoscenza differita" è volta a raccogliere e a mettere a sistema fonti d'archivio, bibliografiche e cartografiche (di tipo tradizionale, ma anche del tipo *open data* in formato digitale sul web) da utilizzare per la redazione delle carte tematiche sopra descritte. Per "conoscenza differita" si intende infatti un complesso di azioni che possono essere svolte contemporaneamente a quelle della "conoscenza diretta", ma anche a una certa distanza temporale (prima o dopo) dalla raccolta dei dati sul campo.

Sono collegate a questa fase le seguenti attività:

- analisi storico-critica: comporta la vera e propria ricerca delle informazioni di tipo bibliografico e archivistico riferite non solo alle vicende delle culture locali (come fatto spesso in passato in via esclusiva), ma soprattutto alle trasformazioni più significative del territorio e dell'edificato oggetto della ricerca, in funzione dell'individuazione delle relative criticità costruttive, tipologiche e strutturali. Queste, infatti, hanno spesso lasciato tracce importanti in archivi e biblioteche

e cartografie di diversa natura, soprattutto se collegate al passato in occasione di eventi catastrofici pregressi;

- acquisizione di dati *open source*: reperimento di *web data*, oggi facilmente accessibili da diverse banche dati e spesso poco considerati per formare un quadro conoscitivo attendibile (banche dati dei danneggiamenti pregressi gestite dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), immagini da satellite, carte tecniche e geografiche del tipo IGM (Istituto Geografico Militare) e CTR (Carta Tecnica Regionale), planimetrie catastali, *shape file* presenti in siti regionali istituzionali, come ad esempio l'archivio telematico della Regione Lazio).

In riferimento a questi aspetti, sia le vigenti norme tecniche sulle costruzioni del 2008-2009 sia la Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 2011, riguardante la messa in sicurezza del patrimonio architettonico di carattere storico dal rischio sismico, stabiliscono l'obbligo di eseguire accurate indagini conoscitive di carattere sia storico-critico sia geometrico-dimensionale, utilizzando allo scopo tutte le documentazioni che possono fornire notizie utili alla comprensione delle stratificazioni costruttive e degli esiti più o meno catastrofici di eventi passati sugli edifici [3].

I dati web per una conoscenza differita del paesaggio

I dati web liberamente accessibili offrono un buon contributo sia dal punto di vista tecnico-scientifico sia per approfondire e fornire una prima conoscenza sull'aspetto percettivo del luogo.

Ad esempio, l'impiego di *Google Maps*, associato alla possibilità di scaricare i panorami navigabili di *Google Street View*, consente un primo passo verso la conoscenza dell'impianto e dello stato di conservazione dei luoghi, aiutando a individuare gli elementi nevralgici e ad accelerare le fasi successive di conoscenza sul sito stesso.

Per quanto concerne l'utilizzo di file di natura GIS presenti nei siti ufficiali, ad esempio, delle amministrazioni centrali o locali, il loro potenziale deriva dalla struttura informativa che li caratterizza, ovvero la capacità di collezionare primitive semplici (punti, linee e superfici) associate a metadati. L'attendibilità metrica delle informazioni collezionate nei file consente di effettuare alcune prime considerazioni formali, ma anche tentativi di rappresentazione dei modelli urbani e dei terreni su cui questi insistono. Una prima esperienza è stata condotta sulla rappresentazione di Accumoli e di alcune frazioni di cui tale centro è capoluogo, con particolare riferimento a Grisciano, del quale si è analizzato un aggregato particolarmente significativo ai fini delle attività da svolgere (fig. 1).

In generale, al fine di completare il quadro di conoscenza, risulta produttivo incrociare le informazioni storiche ottenute tramite consultazione di documenti d'archivio (testi, carte ecc.) con informazioni web ricavate dalla consultazione di siti internet, pagine Facebook, blog e video, capaci di fornire una lettura più diretta e personale (YouTube, pagina Facebook delle frazioni ecc.).

Gli strumenti per la conoscenza diretta

Le operazioni di rilevamento prevedono l'integrazione di diversi strumenti e metodologie, al fine di ottenere dati sovrapponibili e verificabili, che possono coprire le lacune che ciascuna strumentazione può presentare in situazioni ambientali diverse.

Il metodo di rilievo strumentale prevede: l'acquisizione di dati con laser scanner 3D; l'acquisizione di dati per rilievo *Structure From Motion (SFM)*; l'acquisizione da drone delle coperture degli edifici e di tutte le superfici non rilevabili dal basso.

È possibile, inoltre, aggiungere al progetto di rilievo l'acquisizione di dati tramite testa panoramica motorizzata, sia per quanto riguarda panorami sferici sia per panorami piani o rettilinei.

Nell'acquisizione dei dati con laser scanner 3D, le scansioni sono effettuate sia con il laser scanner Leica C10 sia con il laser Faro Focus 3d (fig. 2).

Nell'acquisizione di dati per SFM, si può parlare di fotogrammetria digitale automatica, considerata come una metodologia che permette di elaborare un modello tridimensionale partendo da immagini bidimensionali. È un insieme di tecniche e tecnologie che rientrano nel campo di ricerca della *computer vision* e che derivano dall'evoluzione della fotogrammetria tradizionale (scienza che si occupa di estrarre informazioni metriche dalle fotografie). Mentre la fotogrammetria tradizionale implica un intervento manuale, in cui è prevista la presenza di un operatore per elaborare le immagini, quella automatica utilizza una procedura digitalizzata mediante algoritmi procedurali.

Il rilievo da drone prevede un'acquisizione di immagini digitali, predisposte sulla base di un attento calcolo e in funzione della scala finale richiesta. Possono essere predisposti una serie di voli, con altitudini comprese tra i 30 e 50 metri, tenendo a mente che più aumenta l'altitudine più diminuisce la risoluzione delle foto e il conseguente livello di dettaglio della nuvola di punti; pertanto, è auspicabile avere una buona risoluzione della nuvola di punti finale (inferiore a 5 cm/pixel). L'acquisizione mediante testa panoramica motorizzata Clauss HD consente di riprendere un soggetto a 360°. La sequenza di immagini con cui tassellare il supporto sferico della rappresentazione avviene con un riscontro passo-passo, controllato con un apposito software che gestisce automaticamente, secondo il programma impostato, le sequenze di

Fig. 1. Comune di Accumoli, frazione di Grisciano dopo la fase di rimozione delle macerie.





Fig. 2. Acquisizione della frazione di Grisciano con Laser Scanner Faro Focus 3D (elaborazione di Leonardo Paris).

acquisizione. In particolare, possono essere raccolti dati per elaborare panorami sferici e panorami rettilinei. L'acquisizione con termocamera (fig. 3) restituisce mappe colorate che documentano il calore emesso dagli oggetti e come questo si diffonde nell'intero edificio. La termocamera, lavorando nelle lunghezze d'onda dell'infrarosso, rappresenta le variazioni attraverso *range* cromatici caratteristici che descrivono alcuni comportamenti di materiali e strutture.

Elaborazione dei dati rilevati

Il modello territoriale (modellazione 3D della morfologia del terreno) viene generato utilizzando la programmazione visuale (*Visual Programming Language* o VPL), che consente di mettere in relazione le geometrie e gli attributi ottenuti con le modalità di acquisizione previste nelle indagini dirette e differite.

Grazie alla programmazione in VPL è possibile far confluire dati provenienti da diversi *shape* file in un unico modello per la rappresentazione 3D del territorio. Possono essere elaborati due modelli: uno matematico (NURBS), ottenuto tramite la programmazione in VPL dei tradizionali processi di costruzione 3D di modelli semplici (proiezione ed estrusione di geometrie); l'altro numerico (*mesh*), attraverso la triangolazione di punti disposti alla quota corretta.



Fig. 3. Acquisizione con termocamera.

Framework della procedura ARIM

Il *framework* (fig. 4) della procedura di *Assessment Reconstruction Information Modeling* (ARIM) vede una fase di "acquisizione dei dati", una di "sintesi" e una di generazione e gestione di "modelli".

Acquisizione dei dati e Sintesi

Come visto in precedenza, l'acquisizione dei dati può avvenire, con modalità "differita", con modalità "diretta" e con l'utilizzo di metadati esterni. Nel primo caso si parla di *web data* costituiti da vettori e metadati presenti in rete; nel secondo caso si ha la generazione di una nuvola di punti mediante fotomodellazione, scansione laser 3D e punti topografici; nell'ultima situazione si hanno *spreadsheet* costruiti appositamente per memorizzare dati numerici e testuali inerenti a diversi ambiti e che, opportunamente collezionati, possono contribuire alla costruzione di modelli.

I *web data* che presentano natura vettoriale e/o comunque editabile sono:

- gli *shape file* forniti dalla Direzione Regionale Territorio, Urbanistica e Mobilità della Regione Lazio, in formato vettoriale e provvisti di metadati riguardanti diverse proprietà degli edifici rappresentati [4];
- i dati messi a disposizione dal sito di *Copernicus*;
- i dati scaricabili dal sito <www.openstreetmap.org> (consultato il 2 febbraio 2018) (file .osm). Quest'ultimo fornisce

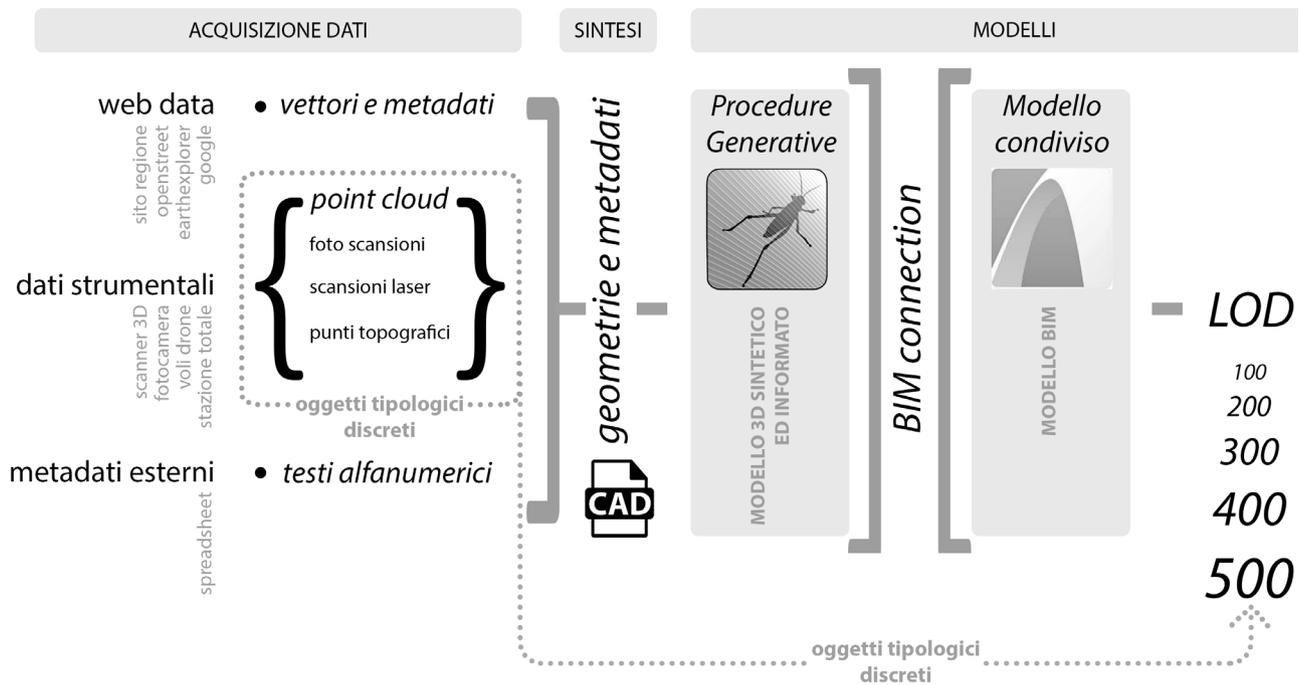


Fig. 4. Framework della procedura di Assessment Reconstruction Information Modeling (ARIM) (elaborazione di Michele Calvano).

dati di natura vettoriale associati a ulteriori metadati di natura numerica e testuale (altezza edifici, numero di piani, tipologia grado di dissesto sismico ecc.).

Nella gestione dei *web data* si utilizza una procedura computazionale visuale (sistema *Visual Programming Language* o VPL) in cui vengono incrociati e coordinati tra loro diversi documenti e dati provenienti dal web, come ad esempio dal sito specializzato *OpenStreetMap*, le cui informazioni sono sovrapponibili alle carte tradizionali del territorio (CTR). Utilizzando, quindi, una procedura che vede il *download* dei dati relativi all'area scelta, la conversione del formato nativo (.osm) in un formato CAD e, infine, la referenziazione del dato scaricato con il resto del territorio mondiale, è possibile rendere omogeneo un dato altrimenti difficilmente utilizzabile. In maniera più accurata la stessa procedura è applicata agli *shape file* che, essendo fonti tecniche, garantiscono metadati e attributi collezionati con maggiore certezza.

Scaricando i panorami sferici delle zone coperte da *Google Street View* è possibile implementare l'immagine del "modello sintetico".

I software utilizzati per la raccolta del dato fotografico da Google sono in rete e liberamente scaricabili (*StreetView Grabber* e *Street View Download 360*). Il dato scaricato è un'immagine equirettangolare che riporta le aberrazioni prospettiche tipiche di questa proiezione.

Le immagini sferiche sono successivamente utilizzate in una procedura di restituzione inversa rispetto alla fase di ripresa. L'operazione è utile a conferire una qualità fotografica ai prospetti del modello 3D sintetico ma, nello stesso tempo, permette il controllo delle misure degli edifici. In questa operazione si persegue un ulteriore obiettivo della ricerca [5], che prevede l'ideazione di procedure automatizzate che permettano, partendo dai panorami sferici di *Google* presenti in *Street View*, di costruire i modelli rappresentati nell'immagine equirettangolare che si sta navigando. La pro-

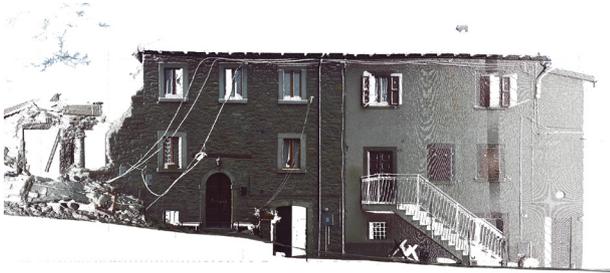


Fig. 5. Ortofoto del modello 3D tratto dalla nuvola di punti (elaborazione di Leonardo Paris).

cedura, una volta testata e perfezionata, diventerà un *plug-in* che si aggiungerà al sistema VPL sopra descritto. Il valore di questo strumento si esplica nella possibilità di attuare rilievi indiretti anche in luoghi inaccessibili o colpiti proprio da eventi naturali inaspettati.

Un passaggio di scala avviene con l'utilizzo dei "dati strumentali" provenienti da "rilievi di dettaglio", riferiti alle campagne eseguite con rilievo diretto o strumentale nelle aree interessate dal sisma sia prima che dopo l'evento disastroso. Generalmente i dati sono costituiti da campagne eseguite con scansione laser 3D, dal suolo o da drone, oppure con campagne di fotomodellazione.

Le nuvole di punti desunte dalle attività sopra descritte sono processate con appositi applicativi (come *Cyclone*, *Recap* e *Scene* ecc.) (fig. 5), che permettono il successivo passaggio in modellatori matematici e numerici, come descritto per la procedura VPL.

I dati raccolti con il "rilievo differito" e con il "rilievo di dettaglio" sono organizzati in un modello tridimensionale di "sintesi" (fig. 6) dopo aver subito un processo di decimazione e selezione degli elementi significativi. Il risultato che si ottiene è un modello 3D sintetico (poliedri che sintetizzano i limiti di ogni edificio e delle rispettive coperture) informato dai singoli metadati [6]. Una sorta di modello GIS tridimensionale con capacità comunicative e interattive maggiori.

Costruzione del modello 3D sintetico e informato

Nel caso di Accumoli il programma di modellazione 3D utilizzato è *Rhinoceros/Grasshopper* [7] (fig. 7), che consente la gestione di procedure generative, in cui viene restituito un modello geometrico sintetico interpolando i dati provenienti dalla Carta Tecnica Regionale, i dati.osm, le ortofoto,



Fig. 6. Modello di sintesi 3D di Grisciano: geometrie e metadati (elaborazione di Valentina Adduci, Adriana Caldaroni, Michele Calvano).

i panorami di *Google*, i dati desunti con la nuvola di punti. Il prodotto è un modello di tipo NURBS semplificato che riporta, nel rispetto della misura, l'andamento del terreno, il corpo degli edifici e le coperture di un aggregato della frazione di Grisciano. Il modello geometrico sintetico viene connesso tramite un *plug-in* di *Grasshopper* (*Gh-AC connection*) nell'ambiente parametrico di *Archicad* (modello condiviso). Quest'ultimo risulta il miglior applicativo per l'informazione del modello, dove le parti geometriche diventano oggetti architettonici contenenti le informazioni.

Procedura ARIM applicata a Grisciano

Sono di seguito illustrate le operazioni eseguite per generare la procedura ARIM di un contesto urbano come Grisciano, completamente demolito a seguito del sisma (demolizione diretta per effetto del sisma e successiva demolizione controllata per la messa in sicurezza dell'area).

Dell'area di Grisciano si hanno a disposizione fotografie, nuvole di punti ottenute con laser scanner 3D e cartografie GIS. Lo strumento 3D utilizzato nella procedura è il software *Rhinoceros*, che consente la visualizzazione delle operazioni programmate in *Grasshopper*. Quest'ultimo è un linguaggio per la programmazione visuale (VPL) con il quale è possibile realizzare un modello sintetico relazionando geometrie e metadati anche di natura non omogenea. L'obiettivo è la creazione di un sistema ARIM capace di conservare forma e informazione dello spazio urbano pre-sisma. L'ambiente di lavoro in cui costruire le architetture informate è quello fornito da *Archicad*, software BIM prodotto da *Graphisoft* che oggi, grazie all'*add-on Archicad-Grasshopper Live Connection*, permette allo stesso *Archicad* di avvalersi delle potenzialità della programmazione in VPL.

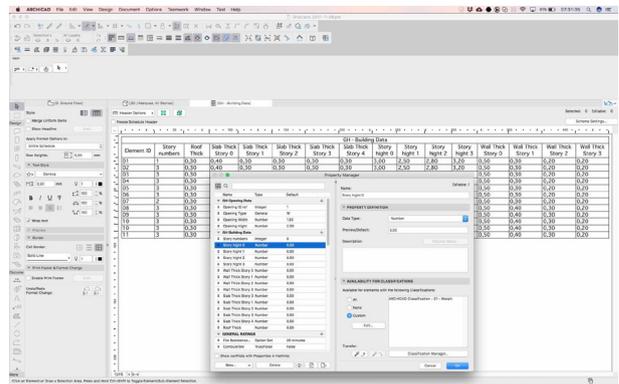
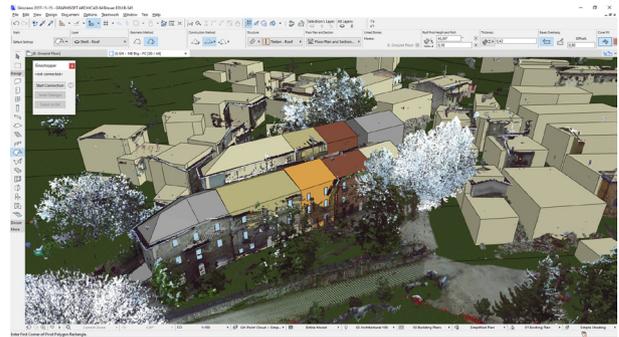
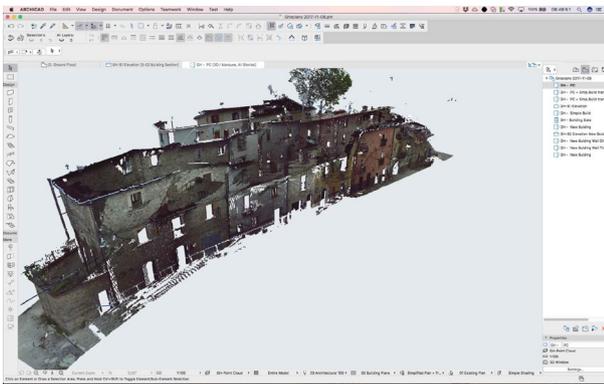
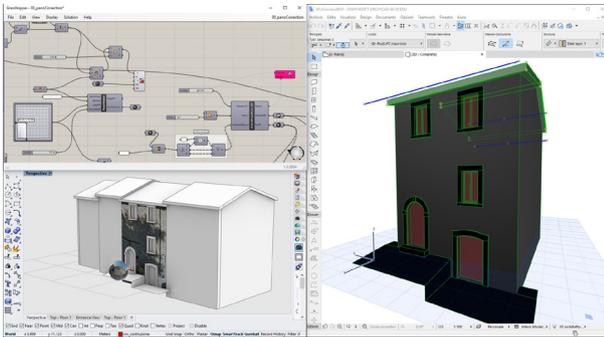


Fig. 7. Ricostruzione 3D di un aggregato di Grisciano con la procedura Rhinoceros + Grasshopper (elaborazione di Michele Calvano).

Fig. 8. Sovrapposizione e orientamento della nuvola di punti ottenuta dalla scansione effettuata nell'aggregato di Grisciano preso in esame (elaborazione di Michele Calvano).

Fig. 9. Costruzione in ambiente BIM di "volumi sintetici" aderenti alle dimensioni reali degli edifici (elaborazione di Michele Calvano).

Fig. 10. I "volumi sintetici" creati in ambiente BIM sono dotati di parametri aggiuntivi (metadati) che descrivono, attraverso dati alfanumerici, alcune caratteristiche intrinseche dei singoli edifici (elaborazione di Michele Calvano).

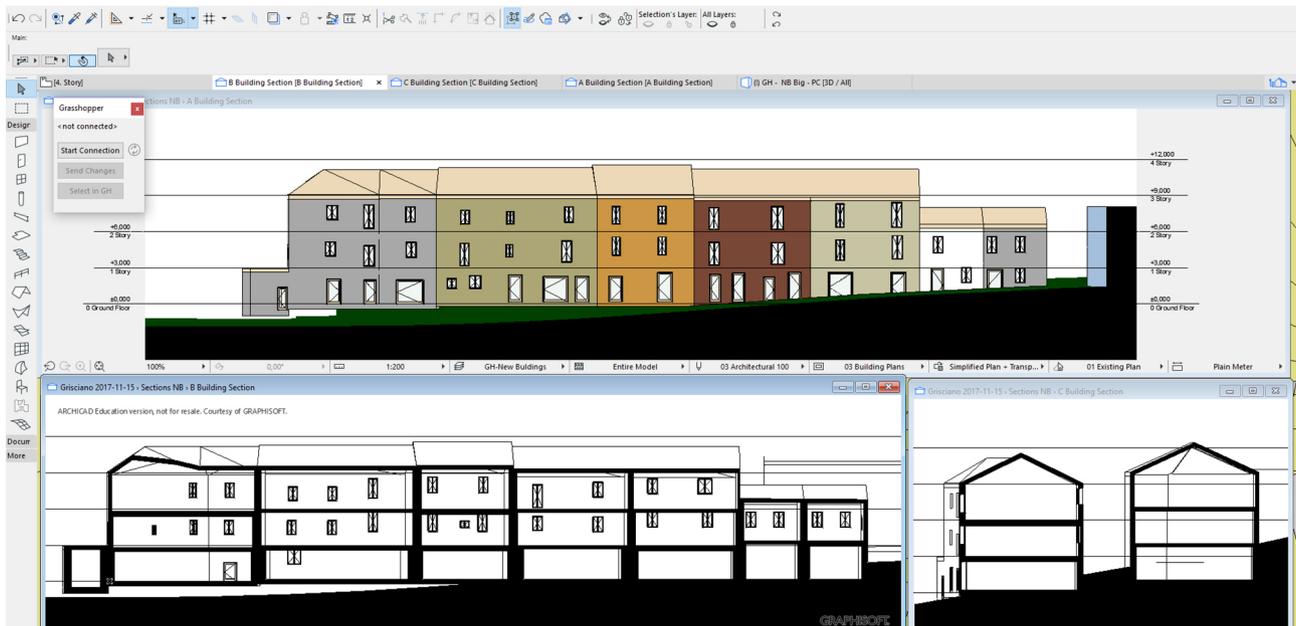
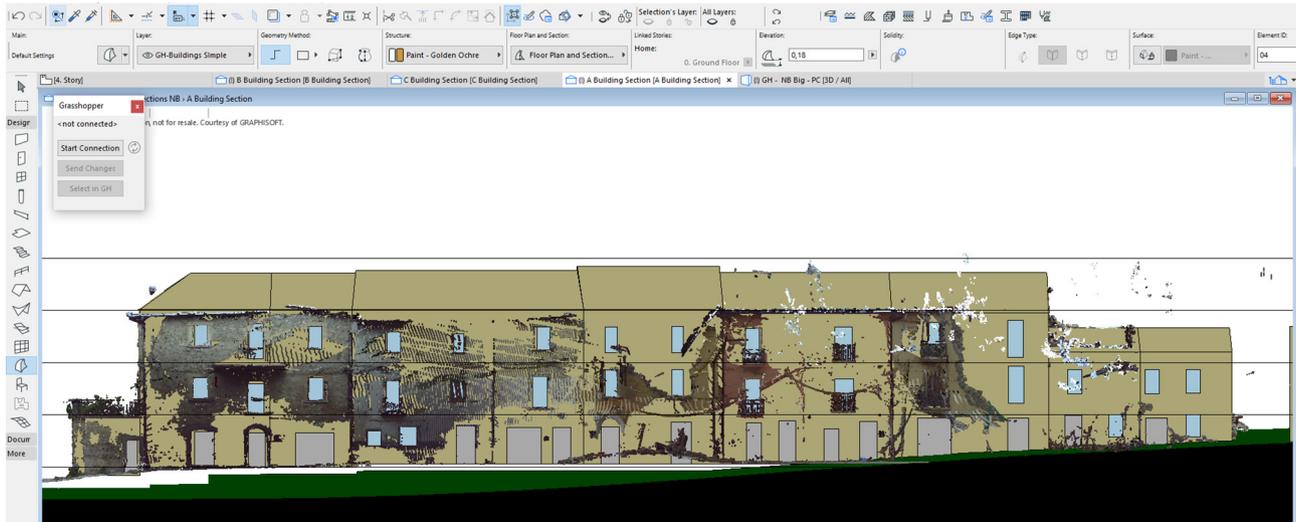
I principali passaggi del workflow sono i seguenti:

- i dati GIS esterni (reperiti dalla rete in siti specializzati) vengono utilizzati per la generazione del terreno su cui insiste la frazione colpita dall'evento sismico e per la creazione dei volumi che compongono la struttura urbana. Questo primo step viene effettuato con un modellatore concettuale in cui sono plasmate le geometrie che descrivono attraverso "volumi sintetici" gli spazi urbani con un'accuratezza pari a una scala di rappresentazione 1:5000. Sia i volumi che il terreno sono generati automatizzando il processo di costruzione 3D avvalendosi della programmazione VPL;

- mediante l'uso di specifiche componenti è possibile importare le geometrie concettuali generate con il sistema di programmazione in ambiente BIM. Questo step vede la traduzione nel BIM modeler del terreno e dei "volumi sintetici" modellati precedentemente con l'ausilio della programmazione VPL;
- nello step 3 avvengono la sovrapposizione e l'orientamento della nuvola di punti ottenuta dalla scansione effettuata nella frazione (fig. 8), operazione utile alla costruzione in ambiente BIM di "volumi sintetici" più aderenti alle dimensioni reali degli edifici in esame (fig. 9). La nuvola di punti consente un salto di scala (assimilabile a 1:50) nella ricostruzione degli edifici, in un primo momento ricostruiti con

Fig. 11. La nuvola di punti consente di visualizzare la forma delle finestre e la loro posizione lungo la superficie delle pareti (elaborazione di Michele Calvano).

Fig. 12. Programmazione in VPL e connessione con gli oggetti architettonici componibili in ambiente BIM (elaborazione di Michele Calvano).



i soli dati GIS. La nuvola di punti deve essere in grado di rappresentare, attraverso il modello numerico, una condizione esaustiva, dalla quale sia possibile dedurre il modello reale da interpolare con superfici continue;

- i "volumi sintetici" creati in ambiente BIM sono dotati di parametri aggiuntivi (metadati) che descrivono, attraverso dati alfanumerici, grazie al rilievo diretto o a vista, alcune caratteristiche intrinseche dei singoli edifici. Tra le proprietà sono riportati il numero dei piani, lo spessore delle pareti e dei solai, la tipologia delle coperture, i materiali da costruzione (fig. 10);

- la nuvola di punti consente di visualizzare la forma delle finestre e la loro posizione lungo la superficie delle pareti. Anche in questo caso le bucatore possono essere interpretate con piani che ne sintetizzano la forma e la posizione. Piani rettangolari verticali che si sovrappongono alle immagini delle finestre (fig. 11). Anche a queste geometrie possono essere attribuite proprietà alfanumeriche, grazie all'osservazione sul posto e al rilievo diretto, per la descrizione tipologica dei serramenti;

- mediante la programmazione in VPL e la connessione con gli oggetti architettonici componibili in ambiente BIM, le geometrie sintetiche dei volumi e dei serramenti vengono decostruite, associando i dati dimensionali e i metadati

Note

[1] L'autore è il coordinatore dell'Unità di Ricerca *Rischio Sismico Urbano: prevenzione e ricostruzione*, costituita nel 2017 dal Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura - Sapienza Università di Roma. L'UdR presenta un gruppo di lavoro, costituito da circa 30 persone, interdisciplinare e interdipartimentale. Il presente articolo costituisce un primo esito del programma di ricerca, di cui l'autore è il responsabile scientifico, finanziato dalla Sapienza Università di Roma e denominato *Urban/territorial restoration and seismic risk prevention: a methodology. Learning and experimenting from the case of 2016 Central Italy earthquake*.

[2] <http://www.ilsole24ore.com/art/notizie/2017-10-03/terremotomattarella-serve-patto-nazionale-la-prevenzione--140309.shtml?uuid=AEJHfvdC&refresh_ce=1> (consultato il 27 dicembre 2017).

[3] Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (Decreto del Ministro delle Infrastrutture del 14 gennaio 2008; G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008, s.o. n. 30).

[4] <<http://dati.lazio.it/catalog/it/dataset?category=Territorio+e+urbanistica>> (consultato il 27 dicembre 2017).

Autore

Tommaso Empler, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma, tommaso.empler@uniroma1.it

precedentemente attribuiti agli oggetti architettonici che, in questo modo, si ricompongono in un modello architettonico informato, capace di descrivere in maniera approfondita gli edifici parzialmente distrutti dal terremoto (figg. 7-12).

Conclusioni

La validità e le potenzialità della procedura ARIM in ambiente BIM sono riconosciute dall'azienda *Graphisoft*, che sta divulgando attraverso i propri canali la flessibilità del BIM *modeler Archicad* a comunicare direttamente, per creare e manipolare un modello BIM completo o parziale, attraverso l'interfaccia di *visual scripting* di *Rhinoceros/Grasshopper* [8]. Si aprono nuovi scenari nell'ambito della modellazione 3D e, quindi, della rappresentazione in ambito BIM: i modellatori parametrici sono in grado di acquisire, gestire e manipolare sagome derivanti da oggetti che non possiedono più, a causa di una calamità naturale, alcuna forma generabile o editabile direttamente con le tradizionali primitive geometriche. La ricerca si pone come obiettivi successivi l'individuazione di una procedura automatica per definire gli oggetti tipologici discreti (fig. 4), derivanti da una realtà complessa, ai diversi livelli di dettaglio (LOD).

[5] Questa parte della ricerca è sviluppata da Michele Calvano, Andrea Casale e Leonardo Paris, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma.

[6] Parte del procedimento è stata utilizzata nell'operazione di "*Instant Modeling*" condotta per Amatrice (Francesca Guadagnoli e Michele Calvano), che ha portato a una efficiente e accurata operazione di modellazione 3D, che ha restituito "quello che non c'è più" e ha attribuito "una forma all'assenza".

[7] Questa parte della ricerca è ancora in corso ed è condotta da Michele Calvano e Mario Sacco con la *software house Graphisoft*, quale implementazione di *Archicad*.

[8] <<https://architosh.com/2017/12/graphisoft-dramatically-reshaping-the-power-of-bim-the-new-rga-live-connection-2-0/>> (consultato il 30 dicembre 2017).

RUBRICHE

Lecture/Riletture

Lecture/Riletture

L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica di Walter Benjamin

Alberto Sdegno

A più di ottant'anni dalla prima stesura di *Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit* [1] di Walter Benjamin [2], le riflessioni e le discussioni sul tema dell'originale, della copia, della riproduzione sono oggi talmente attuali che è difficile non riconoscere all'intellettuale tedesco il primato per aver posto in maniera efficace alcuni termini della questione. Sia detto subito, però, che il famoso saggio sull'*Opera d'arte* non ha avuto una stesura lineare e definitiva. Esistono infatti cinque versioni del testo [3], quattro in tedesco e una coeva pubblicata in francese, sebbene con tagli e revisioni non approvate dall'autore. Per sintetizzare brevemente la storia dell'importante contributo si può ricordare che la scrittura inizia alla fine del 1935 e continua fino all'ultima stesura del 1939. L'unica pubblicazione con l'autore in vita si ha nel maggio successivo alla prima redazione, sulla rivista *Zeitschrift für Sozialforschung* della Scuola di Francoforte, nella traduzione francese di Pierre Klossowski [Benjamin 1936]. In alcune lettere scritte tra febbraio e marzo del 1936 [4] da Benjamin a Max Horkheimer – direttore della rivista – sono documentate le critiche per le modifiche e le omissioni redazionali – le «cancellazioni *alle mie spalle*» [5], come scrive Benjamin – sostanzialmente dovute a

opportunità di ordine politico, alle quali fece seguito una corrispondenza [6] che coinvolse anche i redattori Hans Klaus Brill e Raymond Aron. Il saggio fu pubblicato in volume nel 1955 [Benjamin 1955]: da questo fu tratta anche la prima traduzione italiana, pubblicata nel decennio successivo [Benjamin 1966]. Per comprendere gli obiettivi che Benjamin si poneva nel corso della redazione è sufficiente leggere quanto l'autore scriveva a Horkheimer il 16 ottobre 1935: «Per noi l'ora del destino dell'arte è scoccata e io ho fissato la sua cifra in una serie di riflessioni provvisorie che recano il titolo *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica*» [7].

Con straordinaria chiarezza e immediatezza espressiva l'autore affronta – in un breve ma densissimo contributo – le sue riflessioni relative alla trasformazione dell'opera d'arte nell'era tecnologica. C'è da ricordare che l'opera vede la luce a valle di alcune esperienze e riflessioni dello stesso autore di analogo consistenza: come ci ricorda Antonio Somaini «nel 1923 Benjamin aveva fatto parte con Moholy-Nagy della cerchia di artisti e intellettuali che si era raccolta attorno alla rivista *G* (iniziale di *Gestaltung*, "configurazione") diretta da Hans Richter e fortemente impegnata nella promozione di forme d'arte caratterizzate da uno



Fig. 1. Copertina della prima edizione italiana del libro [Benjamin 1966].

stretto sodalizio con la tecnica» [Somaini 2012, p. 213]. Numerosi sono, inoltre, i testi scritti da Benjamin prima di quello qui indagato, con l'intento di analizzare i cambiamenti che la tecnica stava apportando alla produzione d'arte: si pensi, ad esempio, alla *Piccola storia della fotografia* del 1931 [8] e a *L'autore come produttore* del 1934 [9]. E parimenti bisogna riconoscere che il periodo tra le due guerre vede il fiorire di contributi attenti al ruolo dei nuovi media, molti dei quali ben noti allo stesso Benjamin. Basti ricordare il volume di László Moholy-Nagy che confronta tecniche figurative tradizionali e nuove [Moholy-Nagy 1925]; il saggio di Vsevolod Illarionovič Pudovkin sulla regia e scrittura cinematografica [Pudovkin 1928] [10] e l'opera di Rudolf Arnheim dedicata al cinema come forma artistica [Arnheim 1932] [11]. A questi si potrebbero aggiungere alcuni scritti sul tema dell'originale e della copia, come il saggio di Erwin Panofsky intitolato *Original und Faksimilereproduktion*. Tra l'altro quest'ultimo contributo, pubblicato sulla rivista *Der Kreis* nel 1930, fin dall'inizio, e per più di cinquant'anni, subirà una sorta di *damnatio memoriae* [12]: non risulterà citato da successivi studi, e nemmeno Benjamin sembra essere a conoscenza della sua esistenza, pur essendo antecedente al suo saggio e nonostante alcune tematiche dell'*Opera d'arte* siano lì già precisamente delineate. Tanti sono gli argomenti dei quali l'intellettuale tedesco si trova a trattare. Il testo, infatti, è stato analizzato nell'ambito delle discipline politiche, filosofiche, sociologiche, artistiche, in quelle letterarie, di storia della fotografia, e spesso viene richiamato nei contributi di critica cinematografica, dal momento che una cospicua parte dello stesso è dedicata proprio a riflettere sulle novità che il cinema stava introducendo nel coinvol-

gimento delle masse. Tralascieremo, in questa sede, tutti quegli aspetti che non entrano nelle tematiche della nostra disciplina e cercheremo di sottolineare le parti relative alle questioni di ordine generale sulla riproduzione tecnica e in particolare sul disegno, anche riflettendo sulle nuove declinazioni che le strumentazioni digitali suggeriscono a chi si occupa di rappresentazione.

Il filo conduttore che unisce i differenti capitoli sta nel cambiamento epocale avvenuto nel mondo della tecnologia tra il XIX e il XX secolo, sia per la riproduzione di opere artistiche, sia per produrre nuova arte, come avviene per la cinematografia.

Grande spazio è dedicato a quest'ultima – in particolare i capitoli compresi tra il VII e l'XI – pur se di cinema si parla anche in altre parti del testo. In estrema sintesi, i capitoli che possono essere di nostro interesse sono il I, intitolato *Riproducibilità tecnica* [13], quelli tra il II e il V, dedicati al problema dell'autenticità, dell'aura, e del valore culturale del bene artistico, il XII e il XV, che si occupano della ricezione dell'arte.

Molte sono le parti, però, di grande interesse: laddove, ad esempio, l'autore tratta l'esperienza dadaista (cap. XIV) e nel citato capitolo XI, intitolato *Pittore e cineoperatore*. *L'incipit* del volume non lascia dubbi al lettore in merito alle tematiche che saranno affrontate [14]: «L'opera d'arte è sempre stata per principio riproducibile. Ciò che gli uomini avevano fatto, altri uomini hanno sempre potuto rifarlo» [Benjamin 2017, p. 11], specificando subito che la riproduzione nel passato utilizzava tecniche quali la fusione, il conio, la silografia, l'acquaforte, la puntasecca e solo nel XIX secolo la litografia. Ma la fotografia, sottolinea l'autore, determinò la differenza: «poiché l'occhio coglie più rapidamente di quanto la mano disegni»

[Benjamin 2017, p. 13], con essa «il processo di riproduzione figurativa venne accelerato così enormemente da poter tenere il passo con il parlare» [Benjamin 2017, p. 13]. Da subito, quindi, viene stabilito il principio della «velocità» dell'opera registrata tecnicamente, che si differenzia dalla «lentezza» della mano che traccia linee grafiche. Una citazione di Paul Valéry, presente nel saggio, fortifica questo concetto: «Come l'acqua, il gas e la corrente elettrica, per rifornirci, giungono da lontano nelle nostre abitazioni grazie a un movimento quasi impercettibile della mano, così saremo approvvigionati di immagini e di sequenze di suoni che si manifestano a un piccolo gesto» [15]. Lo spessore di questa frase si può percepire nel pensiero di molti intellettuali del Novecento. Si pensi a Ernst Gombrich e Italo Calvino, ad esempio, che usano parole simili per tradurre lo stesso concetto: «Viviamo in un'epoca visiva. Dal mattino alla sera subiamo un bombardamento di immagini» [Gombrich 1985, p. 155], dirà lo studioso austriaco, e lo scrittore italiano tratterà il tema della «visibilità» in una delle *Lezioni americane* che avrebbe dovuto tenere ad Harvard nell'anno accademico 1985-1986 e pubblicate nel 1988. «Oggi – scrive Calvino – siamo bombardati da una tale quantità d'immagini da non saper più distinguere l'esperienza diretta da ciò che abbiamo visto per pochi secondi alla televisione. La memoria è ricoperta da strati di frantumi d'immagini come un deposito di spazzatura» [Calvino 2002, p. 93]. Tomás Maldonado stempererà questo concetto, declinandolo in altri contenuti: «La nostra società è stata definita una civiltà delle immagini. Si può accettare questa definizione, anche se, a ben guardare, tutte le civiltà sono state civiltà delle immagini. [...] Questa definizione sarebbe più vera, se aggiungessimo che

la nostra è una civiltà in cui un particolare tipo di immagini, le immagini *trompe-l'oeil*, raggiungono, grazie al contributo di nuove tecnologie di produzione e di diffusione iconica, una prodigiosa resa veristica» [Maldonado 1992, p. 48]. Non è difficile trovare conferma di tutte queste annotazioni nelle esperienze attuali, *in primis*, nella sistematica comunicazione iconografica che accompagna in ogni istante il possessore di uno *smartphone*: il semplice gesto che permette di “sfogliare” le immagini sul piccolo schermo rende merito alle citazioni di cui sopra e permette di comprendere completamente la profezia di Valéry e la declinazione benjaminiana. Tra l'altro lo scrittore francese, nello stesso saggio intitolato *La conquista dell'ubiquità*, esprime concetti sui quali Benjamin ha attentamente riflettuto: «Sicuramente saranno dapprima solo la riproduzione e la trasmissione delle opere a vedersi coinvolte. Saremo in grado di trasportare o ricostruire in qualsiasi luogo il sistema di sensazioni [...] che emana in un luogo qualunque un oggetto o un avvenimento qualunque. Le opere acquisteranno una sorta di ubiquità» [Valéry 1996, p. 107], e aggiunge: «Non so se un filosofo abbia mai sognato una società per la distribuzione della realtà sensibile a domicilio. [...] Siamo ancora abbastanza lontani dall'aver addomesticato così i fenomeni visibili. [...] Questo si farà» [Valéry 1996, p. 108]. Sarebbero sufficienti queste considerazioni per capire il grande *plot* anticipatorio che si snoda all'interno di queste frasi. Si potrebbero sottolineare tutte le tematiche che – da qualche anno – la disciplina della rappresentazione si trova ad affrontare: dalla clonazione digitale di un'opera architettonica o scultorea, possibile grazie alle tecniche di acquisizione stereometrica con strumentazione laser o con la

fotomodellazione numerica, alla virtualizzazione del reale, sotto forma di sistemi avanzati di navigazione *real-time* con visori 3D e *datagloves*; dalla modellazione numerica in remoto, alla prototipazione rapida e stampa tridimensionale. Una grande novità, quindi, si offre alla mente di Benjamin, che lo porterà, nei capitoli successivi, a riflettere sul tema dell'autenticità, ovvero dell'*hic et nunc*. A partire dal II capitolo, infatti, lo studioso tedesco si trova di fronte un'altra questione fondamentale: «Anche nella riproduzione più perfetta manca un fattore: il qui e ora dell'opera d'arte – il suo esserci unico nel luogo in cui si trova» [Benjamin 2017, p. 17]. E aggiunge: «Il qui e ora dell'originale costituisce il concetto della sua autenticità. [...] *L'intero ambito dell'autenticità si sottrae alla riproducibilità tecnica* – e naturalmente non soltanto a quella tecnica» [Benjamin 2017, pp. 17-19]. Il concetto di autentico, quindi, comincia a essere al centro dell'attenzione dell'osservatore: «L'autenticità di una cosa è la quintessenza di tutto ciò che di essa, a partire dalla sua origine, è tramandabile, dalla sua durata materiale fino alla sua testimonianza storica» [Benjamin 2017, p. 21]. Il concetto di “aura” era in realtà stato affrontato nel breve sunto storico sulla fotografia, dove ad un certo punto Benjamin si domandava: «Che cos'è propriamente, l'aura? Un singolare intreccio di spazio e di tempo: l'apparizione unica di una lontananza, per quanto questa possa essere vicina. [...] Ora, la tendenza contemporanea a “portare più vicino” le cose a se stessi, o meglio alle masse, è intensa quanto quella di superare l'unicità, in ogni situazione, mediante la sua riproduzione. Giorno per giorno si fa valere in modo sempre più incontestabile l'esigenza di impossessarsi dell'oggetto da una distanza il più possibile ravvicinata, nell'immagine

o meglio nella copia» [Benjamin 2012, p. 237], aggiungendo che «la copia, quale viene proposta dalle riviste illustrate e dai cinegiornali di attualità, si distingue dal quadro. In quest'ultimo l'unicità e la durata sono intimamente intrecciate quanto, in quelli, la fugacità e la ripetibilità» [Benjamin 2012, p. 237]. Questa lunga digressione sul concetto di “aura”, scritta anni prima di *Das Kunstwerk*, sicuramente predispone l'autore a considerare le differenze tra l'opera tradizionale e le nuove espressività artistiche. Potremmo anche tentare di declinare questa sua riflessione nell'idea di “autorialità”. Se infatti parliamo di disegno, entra in gioco sicuramente questa connotazione che vincola il segno grafico alla mano che l'ha prodotto, cioè quella del disegnatore. Il disegno, soprattutto se realizzato in forma di schizzo, è “autografo”. La sua riproduzione a mano, da parte di un altro soggetto attraverso la copia, infatti, annulla immediatamente il valore della stessa, amplificando quello dell'originale. La duplicazione elettronica, al contrario, grazie all'alta qualità raggiunta, pur non potendo registrare l'aura dell'attimo in cui è stato creato dal soggetto, illude il proprietario di possedere l'originale, potendone scrutare i più intimi dettagli. «Con l'aiuto di certi procedimenti, quali l'ingrandimento o la ripresa al rallentatore, essa [la fotografia] può fissare immagini che si sottraggono senz'altro all'ottica naturale» [Benjamin 2017, p. 19], continua Benjamin. Un altro aspetto, inoltre, è analizzato: «la riproduzione tecnica può condurre la copia dell'originale in situazioni che non sono raggiungibili dall'originale stesso. [...] La cattedrale abbandona la sua sede per trovare recettività nello studio di un amante dell'arte» [Benjamin 2017, pp. 19-21]. Quest'ultimo riferimento – una vera iperbole, se considerata in

termini letterali – si stempera se la ricalchiamo nell'ambito fotografico cui si riferisce l'autore, ma ritorna a essere sintomatica se la interpretiamo con gli strumenti della realtà virtuale che, effettivamente, consentono di indossare gli abiti di un singolare *flâneur*, per usare un termine caro a Benjamin [Benjamin 2000] [16]. Proprio gli strumenti avanzati di simulazione 3D, infatti, permettono di svolgere la primaria attività del

flâneur, descritto dall'intellettuale come colui che «cammina a lungo per le strade senza meta [...] come un animale ascetico [che] si aggira per quartieri sconosciuti» [Benjamin 2000, p. 466]. La perdita dell'orientamento spaziale, dato dalla tecnologia immersiva, ha qualcosa a che fare, da un certo punto di vista, proprio con il disorientamento fisico provocato dallo spaesamento percettivo del cittadino nel caos urbano.

A chiusura del terzo capitolo – intitolato *Distruzione dell'aura* – Benjamin parafrasa quanto già scritto nella *Kleine Geschichte*: «Lo sguscamento dell'oggetto dalla sua guaina, la distruzione dell'aura, è la segnatura di una percezione il cui "senso per l'omogeneo nel mondo" è così cresciuto che essa, per mezzo della riproduzione, coglie l'omogeneo anche in ciò che è unico» [Benjamin 2017, p. 33] [17].

Fig. 2. Walter Benjamin alla Bibliothèque Nationale de France, Parigi 1933-1935 ca. Fotografia di Gisèle Freund.



Ma oltre al tema dell'aura, come abbiamo sopra accennato, ve ne sono altri di uguale rilevanza. Nei capitoli IV e soprattutto V – intitolato quest'ultimo *Valore culturale e valore espositivo* – si affronta il nodo importante del cambiamento di registro esperienziale di un prodotto d'arte. Benjamin è diretto nel registrare analogie e differenze nello svolgersi temporale: «Come sappiamo, le opere d'arte più antiche sono sorte al servizio di un rituale magico, poi religioso» [Benjamin 2017, p. 35], ma «la riproducibilità tecnica dell'opera d'arte emancipa questa, per la prima volta nella storia del mondo, dal suo esserci parassitario nel rituale. L'opera d'arte riprodotta diviene, in misura sempre crescente, la riproduzione di un'opera d'arte approntata per la riproducibilità» [Benjamin 2017, p. 39]. Come esempio porta il caso della registrazione filmica: «Di una pellicola fotografica p. es. è possibile una pluralità di copie; la questione quale sia la copia autentica non ha alcun senso» [Benjamin 2017, pp. 39, 41]. Nel capitolo V è ancora più esplicito: «La produzione artistica comincia con configurazioni che stanno al servizio del culto» [Benjamin 2017, p. 45] e «il valore culturale in quanto tale sembra oggi addirittura spingere a tenere nascosta l'opera d'arte: certe statue di dèi sono accessibili soltanto al sacerdote nella cella» [Benjamin 2017, p. 47]. Il valore espositivo di un'opera, potremmo affermare con una equazione, è inversamente proporzionale all'importanza che assume dal punto di vista rituale. Poco oltre aggiunge: «Con i diversi metodi di riproduzione tecnica dell'opera d'arte, la sua esponibilità è cresciuta in misura così potente che lo slittamento quantitativo fra i suoi due poli [quello culturale e quello espositivo, n.d.r.] si è trasformato [...] in una modificazione qualitativa della sua natura» [Benjamin 2017, p. 47].

Su questi argomenti Massimo Cacciari propone una significativa riflessione: «Benjamin insiste, e a ragione, – afferma il filosofo – sul fatto che l'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità rivoluziona le forme stesse della sua comunicazione e percezione. [...] È il problema di un'arte 'senza soggetto', ovvero di un'arte che dovrebbe rappresentare la 'dinastia' del Soggetto giunta al proprio compimento. È questa l'ora in cui, per Hegel, l'arte trapassa in altro da sé. [...] È un'arte che abbandona, paradossalmente, nella sua stessa idea di genialità, ogni immediatezza» [Cacciari 2011, p. X]. Variato del tutto il valore dell'oggetto artistico, Benjamin è ancora più diretto quando affronta il tema della produzione fotografica: «Nella fotografia il valore espositivo comincia a respingere su tutta la linea il valore culturale» [Benjamin 2017, p. 57]. Similmente potremmo dire di tutte le altre forme di comunicazione avanzata, quelle che fanno uso di stratagemmi figurativi più spinti: dalla virtualizzazione stereoscopica, agli ologrammi, alla *mixed reality*. In ogni caso l'utente si trova implicato in una realtà diversa che spesso lo coinvolge completamente senza fornirgli il tempo della riflessione. Ci troviamo di fronte, cioè, a quello che Maldonado definiva fenomeno di «iconizzazione assoluta» [Maldonado 1992, p. 61], in cui il soggetto interessato, abbandonando la pratica tradizionale del rituale, si immerge in una nuova esperienza: «il moderno (occidentale) sciamano sogna di poter raggiungere lo stato di *trance* senza dover pagare (di persona) nessun pegno alle tribolazioni proprie delle pratiche iniziatiche» [Maldonado 1992, p. 54], e aggiunge: «uno stato di *trance* che consenta di avventurarsi nel sacro senza abbandonare le delizie del profano» [Maldonado 1992, p. 54]. Eliminato del tutto il cordone ombelicale della ritualità, resta da comprendeere

come stia avvenendo – si interroga Benjamin – il cambiamento sul piano della ricezione dell'opera d'arte. Nel capitolo XII è abbastanza esplicito: «Il dipinto ha sempre avuto il diritto eminentemente all'osservazione da parte di uno o di pochi» [Benjamin 2017, p. 117], ma «la pittura non è in grado di offrire l'oggetto a una ricezione collettiva simultanea, come è sempre avvenuto per l'architettura [...] come avviene oggi per il cinema» [Benjamin 2017, p. 119]. Approfondirà il tema maggiormente nel capitolo XV, dove richiamerà il concetto della «distrazione», vale a dire del modo di avvicinarsi all'opera artistica: «Colui che si raccoglie davanti all'opera d'arte, vi si immerge; penetra in quest'opera [...] per contro la massa distratta, da parte sua, immerge entro sé l'opera d'arte» [Benjamin 2017, p. 147]. Richiamando nuovamente i modi della percezione di un manufatto architettonico, l'autore aggiungerà: «L'architettura ha da sempre offerto il prototipo di un'opera d'arte la cui ricezione si svolge nella distrazione e mediante la collettività» [Benjamin 2017, p. 147], soffermandosi a riflettere sul fatto che «l'architettura non ha mai conosciuto pause. La sua storia è più lunga di quella di ogni altra arte, e tenere presente il suo effetto è significativo per ogni tentativo di rendersi conto del rapporto delle masse con l'opera d'arte» [Benjamin 2017, p. 147]. Si interroga quindi sui modi della percezione della stessa: «Le costruzioni vengono recepite in duplice modo: con l'uso e con la loro percezione. O, per meglio dire: in modo tattile e in modo ottico. [...] La ricezione tattile si svolge non tanto sul piano dell'attenzione quanto sul piano dell'abitudine. [...] Anche il distratto può «dunque» abituarsi. [...] Di più: che uno possa assolvere certi compiti nella distrazione, dimostra anzitutto che per

lui risolverli è diventata un'abitudine. Mediante la distrazione, quale è offerta all'arte, si controlla indirettamente in quale misura siano divenuti risolvibili i nuovi compiti dell'appercezione» [Benjamin 2017, p. 149].

La percezione distratta, tattile, abitudinaria dell'oggetto a reazione artistica (sia esso un oggetto o un'architettura) sacrifica il suo carattere culturale per quello immediatamente manifesto. Un breve approfondimento presente solo nella prima redazione del saggio (ante 1936) chiarifica in maniera inequivocabile il concetto: «Chi vuole comprendere un duomo romanico deve avere un'idea di ciò che è accaduto all'uomo romanico che vi è entrato. [...] All'incirca com'è per l'uomo di oggi entrare in un garage» [Benjamin 2017, p. 151]. Un registro percettivo diverso è quindi proposto all'uomo contemporaneo – alle masse, per dirla con Benjamin – rispetto a quanto avveniva in passato. E ancora differente è ciò che viene offerto grazie agli strumenti innovativi della virtualità in cui l'esuberanza tecnologica – per certi aspetti – può fare da contraltare alla perdita dell'aura e della ritualità, sebbene ponendo innumerevoli altri problemi agli utenti. Segnaliamo infine un aspetto che potremmo definire di carattere evocativo. All'interno del capitolo XI, intitolato *Pittore e cineoperatore*, Benjamin propone

un confronto tra le due figure dissimili del *pictor* e dell'operatore cinematografico, cioè di chi opera figurativamente per via tradizionale e di chi interviene con attrezzature altamente tecnologiche: «che rapporto c'è tra l'operatore e il pittore?», si domanda il critico. E aggiunge che per rispondere deve affidarsi al significato di operatore in ambito medicale: «il chirurgo rappresenta il polo di un ordinamento al cui polo opposto sta il mago. L'atteggiamento del mago che guarisce un ammalato con l'imposizione delle mani è diverso da quello del chirurgo che esegue un intervento sul malato. Il mago mantiene la distanza naturale fra sé e il paziente; detto più precisamente: la riduce soltanto di poco, in forza dell'imposizione delle sue mani, e l'accresce di molto, in forza della sua autorità. Il chirurgo procede all'inverso: riduce di molto la sua distanza dal paziente – penetrando nel suo interno –, e l'accresce solo di poco – mediante la cautela con cui la sua mano si muove fra gli organi» [Benjamin 2017, p. 113]. In sintesi, pertanto, «Il mago sta al chirurgo come il pittore al cineoperatore. [...] Le immagini che entrambi ottengono sono enormemente diverse. Quella del pittore è un'immagine totale, quella dell'operatore è in frammenti multipli, le sue parti si riuniscono secondo una legge nuova» [Benjamin 2017, p. 115]. Se provassimo

a sostituire ai due termini del paragone benjaminiano la figura del disegnatore tradizionale e dell'operatore con strumenti di modellazione/visualizzazione avanzata probabilmente manterremmo inalterata l'equivalenza. In particolare le immagini in "frammenti multipli" di cui parla, richiamano alla mente proprio alcuni procedimenti ben noti a chi opera con la fotogrammetria digitale e con l'*image processing*: come la modellazione a partire da campionamenti fotografici e la fotomosaicatura numerica.

Un'ultima nota riguarda il tema della magia già richiamato dall'autore che, nei modi in cui è posto, ricorda la descrizione proposta da Ernst Kris e Otto Kurz in un volume pubblicato prima della redazione del saggio, intitolato *La leggenda dell'artista* [Kris, Kurz 1934]. Il secondo capitolo di questo libro, infatti, è intitolato *L'artista mago* e descrive le abilità artistiche nel "copiare" la realtà, da Zeusi a Giotto, da Dedalo a Pigmalione. Non è chiaro se questo libro fosse noto a Benjamin: certamente alcune riflessioni sembrano profondamente anticipatrici di spunti rielaborati ne *L'Opera d'arte* dall'intellettuale tedesco che, come era sua abitudine, attingeva le riflessioni più preziose dalle profondità dei grandi pensatori coevi e del passato. Tanto da essere considerato uno straordinario «pescatore di perle» [Arendt 2004, p. 61] [18].

Note

[1] Per il titolo è stata usata la prima traduzione italiana dal tedesco [Benjamin 1966], confermata nelle edizioni successive. Registriamo la variazione suggerita di recente da Salvatore Cariati, Vincenzo Cicero e Luciano Tripepi che sostituisce al termine "epoca" il termine "tempo" come traduzione di "Zeitalter" [Cariati, Cicero, Tripepi 2017, p. CXXVIII, n. 6].

[2] Vasta è la bibliografia su Walter Benjamin: per brevità indichiamo quella presente nella recente biografia: Eiland, Jennings 2016. I riferimenti bibliografici sono alle pp. 661-676.

[3] Cfr. Benjamin 2013; si veda anche la recente edizione italiana [Benjamin 2017] con testo bilin-

gue, che presenta un ricco apparato documentale. In quest'ultima, l'elenco delle cinque versioni si trova a p. CXXII e la sinossi della loro struttura alle pp. 206, 207.

[4] Le lettere sono quelle del 27 e 29 febbraio e del 14 marzo 1936: cfr. Benjamin 2017, pp. 326-337 e 342-345.

[5] La frase è presente nella lettera del 29 febbraio: cfr. Benjamin 2017, p. 333. Similmente l'autore scriverà anche in quella del 14 marzo: «Brill [...] ha cancellato alle mie spalle interi passi»: cfr. Benjamin 2017, p. 343.

[6] Cfr. ad esempio la lettera di Horkheimer a Benjamin del 18 marzo, in Benjamin 2017, pp. 346-353.

[7] La citazione è tratta da Benjamin 2011, p. XL-VII. Cfr. anche Benjamin 2017, p. XXIV.

[8] Il saggio uscì tra settembre e ottobre del 1931 sulla rivista *Die Literarische Welt*, nei numeri 38 (18/9), 39 (25/9) e 40 (2/10): cfr. Benjamin 1931 e la traduzione in Benjamin 2012, pp. 225-244.

[9] Discorso tenuto presso l'Istituto per lo studio del fascismo di Parigi il 27 aprile 1934. Traduzione in Benjamin 2012, pp. 147-162.

[10] Citato da Benjamin stesso: cfr. Benjamin 2017, pp. 84-85, n. 20.

[11] Citato anch'esso da Benjamin: cfr. Benjamin 2017, pp. 82-85, n. 20.

[12] Sintetizziamo le vicende relative alla pubblicazione e diffusione del saggio di Panofsky: la prima apparizione è sulla rivista *Der Kreis* su esplicita richiesta della redazione [Panofsky 1930]. Il contributo sarà del tutto dimenticato fino a quando verrà ristampato su *IDEA. Jahrbuch der Hamburger Kunsthalle* [Panofsky 1986] seguito da un saggio critico di Michael Diers sul tema dell'arte e della riproduzione [Diers 1986]. Grazie a tale riscoperta, la rivista *Eidos* proporrà una traduzione in italiano del testo [Panofsky 1990] con una breve nota introduttiva di Carlo Bertelli a pagina 4. Nel 1998 sarà incluso in una raccolta di saggi dello studioso [Panofsky 1998]. Sarà quindi ripubblicato in traduzione inglese nel 2010 sulla rivista *RES: Anthropology and Aesthetics* [Panofsky 2010] con la traduzione di Timothy Grundy.

[13] I titoli dei capitoli sono presenti solo nella seconda edizione, datata ottobre 1935, e riportati in Benjamin 2017: cfr. anche l'indice nell'*Apparatus Maior* alle pp. 171, 172.

[14] Tralasciamo la premessa che ha una mirata declinazione di ordine politico, cosa che determinò la sua esclusione dalla prima pubblicazione.

[15] Benjamin cita dal capitolo *La conquête de l'ubiquité* [Valéry 1934, p. 105]: cfr. Benjamin 2017, pp. 12-15.

[16] Cfr. in particolare il capitolo *M.* intitolato proprio *Il flâneur* [Benjamin 2000, pp. 465-509].

[17] Il testo presente nella *Piccola storia della fotografia* è: «La liberazione dell'oggetto dalla sua guaina, la distruzione dell'aura sono il contrassegno di una percezione la cui sensibilità per ciò che nel mondo è dello stesso genere è cresciuta a un punto tale che essa, attraverso la riproduzione, reperisce l'uguaglianza di genere anche in ciò che è unico» [Benjamin 2012, p. 237].

[18] Prendiamo a prestito la definizione di Benjamin data da Hannah Arendt, usata per intitolare un capitolo della biografia scritta per lui, presente anche nel testo, che riportiamo per esteso: «Come un pescatore di perle, che si cala nelle profondità del mare, non per scavarne il fondo e riportarlo alla luce, ma per carpire agli abissi quanto di prezioso e raro posseggono, le perle e i coralli, e ricondurlo in superficie» [Arendt 2004, p. 78].

Autore

Alberto Sdegno, Dipartimento di Ingegneria e Architettura, Università degli Studi di Trieste, sdegno@units.it

Riferimenti bibliografici

Arendt, H. (2004). *Walter Benjamin 1892-1940*. Milano: SE [prima ed. *Walter Benjamin. Illuminations*. New York: Schocken Books, 1968].

Amheim, R. (1932). *Film als Kunst*. Berlin: Rowohlt [trad. it. *Cinema come arte*. Milano: Il Saggiatore, 1960].

Benjamin, W. (1931). *Kleine Geschichte der Fotografie*. In *Die Literarische Welt*, pp. 38-40 [trad. it. *Piccola storia della fotografia*. In Benjamin 2012, pp. 225-244].

Benjamin, W. (1936). *L'Œuvre d'art à l'époque de sa reproduction mécanisée*. In *Zeitschrift für Sozialforschung*, n. 5, pp. 40-67.

Benjamin, W. (1955). *Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.

Benjamin, W. (1966). *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica*. Torino: Einaudi, pp. 17-56.

Benjamin, W. (2000). *Opere complete. IX. I «passages» di Parigi*. Tiederman, R. (a cura di). Torino: Einaudi.

Benjamin, W. (2011). *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica*. Valagussa, F. (a cura di). Torino: Einaudi.

Benjamin, W. (2012). *Aura e choc. Saggi sulla teoria dei media*. Pinotti, A., Somaini, A. (a cura di). Torino: Einaudi.

Benjamin, W. (2013). *Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.

Benjamin, W. (2017). *L'opera d'arte nel tempo della sua riproducibilità tecnica (1935/36)*. Cariatì, S., Cicero, V., Tripepi, L. (a cura di). Firenze-Milano: Giunti-Bompiani.

Cacciari, M. (2011). *Il produttore malinconico*. In Benjamin 2011, pp. V-XLVI.

Calvino, I. (2002). *Lezioni americane. Sei proposte per il prossimo millennio*. Milano: Mondadori [prima ed. Milano: Garzanti 1988].

Cariatì, S., Cicero, V., Tripepi, L. (2017). *Nota Editoriale*. In Benjamin 2017, pp. CXXI-CXXX.

Diers, M. (1986). *Kunst und Reproduktion: Der Hamburger Faksimile-Streit*. In *DEA Jahrbuch der Hamburger Kunsthalle*, n. 5, pp. 125-137.

- Eiland, H., Jennings, M.W. (2016). *Walter Benjamin. Una biografia critica*. Torino: Einaudi [prima ed. *Walter Benjamin. A Critical Life*. Cambridge, MA-London: The Belknap Press of Harvard University Press 2014].
- Gombrich, E.H. (1985). L'immagine visiva come forma di comunicazione. In *L'immagine e l'occhio*. Torino: Einaudi, pp. 155-185 [prima ed. *The Visual Image*. In *Scientific American*, vol. 227, n. 3, September 1972, pp. 82-96].
- Kris, E., Kurz, O. (1934). *Die Legende vom Künstler: Einhistorischer Versuch*. Wien: Krystall Verlag [trad. it. *La leggenda dell'artista*. Torino: Boringhieri 1980].
- Maldonado, T. (1992). *Reale e virtuale*. Milano: Feltrinelli.
- Moholy-Nagy, L. (1925). *Malerei, Fotografie, Film*. München: Albert Langen [trad. it. *Pittura, fotografia, film*. Torino: Einaudi 1987].
- Panofsky, E. (1930). Original und Faksimilereproduktion. In *Der Kreis. Zeitschrift für künstlerische Kultur*, n. 7.
- Panofsky, E. (1986). Original und Faksimilereproduktion. In *DEA Jahrbuch der Hamburger Kunstthale*, n. 5, pp. 111-123.
- Panofsky, E. (1990). Originale e riproduzione in facsimile. In *Eidos*, n. 7, pp. 4-10.
- Panofsky, E. (1998). Original und Faksimilereproduktion. In Panofsky, E. *Deutschsprachige Aufsätze II*.
- Michels, K., Warnke, M. (a cura di). Berlin: Akademie Verlag, pp. 1079-1090.
- Panofsky, E. (2010). Original and facsimile reproduction. In *RÉS: Anthropology and Aesthetics*, n. 57, 58, pp. 330-338.
- Pudovkin, V.I. (1928). *Filmregie und Filmmanuskript*. Berlin: Lichtbühne.
- Somaini, A. (2012). Sezione IV. Fotografia e cinema. Introduzione. In *Benjamin 2012*, pp. 203-220.
- Valéry, P. (1934). *Pièces sur l'art*. Paris: Gallimard.
- Valéry, P. (1996). *Scritti sull'arte*. Milano: TEA.

Eventi

Eventi

5° INTBAU International Annual Event

Giampiero Mele

Buona parte del patrimonio culturale esistente, materiale e immateriale, merita di essere conosciuto, conservato e valorizzato al meglio. Questo patrimonio è fondamentale per il mantenimento della diversità. La sua importanza non sta nella manifestazione culturale in sé, bensì nella ricchezza di conoscenza e competenze che vengono trasmesse da una generazione all'altra. A questo proposito, ogni anno l'associazione INTBAU [1] promuove un evento internazionale che è ospitato a rotazione da una delle nazioni rappresentate. Nel 2017 questo evento si è tenuto in Italia.

Il 5° *INTBAU International Annual Event*, che si è svolto nel mese di luglio 2017, è stato ospitato dal Dipartimento di Design del Politecnico di Milano. L'evento ha offerto due iniziative: una conferenza e uno *study tour*. Il titolo del meeting, *Putting Tradition into Practice: Heritage, Place, Design*, nasce da una delle sfide della ricerca scientifica attuale, che mira a generare nuova conoscenza a partire dal patrimonio culturale diffuso nei territori e a trasferirla nelle professioni per la diffusione di buone pratiche tra rilievo, rappresentazione e rigenerazione urbana. Lo *Study Tour* dal titolo *The stones of Vicenza, the classical tradition in design and drawings* ha offerto ai partecipanti l'opportunità di acquisire una comprensione più profonda della tra-

dizione classica, con l'architettura e i paesaggi di Vicenza come materiale di studio.

La conferenza ha voluto indagare le tecniche di comunicazione, rappresentazione e valorizzazione del patrimonio culturale e dei paesaggi urbani storici e le metodologie di *placemaking* e design strategico che favoriscono le tradizioni dei territori. Tutto ciò ha rappresentato un'importante occasione di confronto fra studiosi che si occupano di questi temi [Amoruso 2018].

Alcuni fatti accaduti negli ultimi anni hanno colpito l'opinione pubblica generando grande clamore: la distruzione dell'arco di trionfo di Palmira (5 ottobre 2015) e gli eventi catastrofici che hanno interessato numerose comunità in Abruzzo, Lazio, Marche e Umbria (da agosto 2016 a gennaio 2017) hanno provocato ingenti ferite al patrimonio culturale. L'Italia si trova ad affrontare una delle sfide più importanti e deve non solo rispondere alla necessità abitativa ma anche ricostruire una comunità ferita generando soluzioni architettoniche e urbanistiche che sanciscano il principio della continuità culturale. Questa operazione costituisce uno dei più importanti programmi di ricostruzione dal dopoguerra e vedrà al centro le politiche sociali ed economiche e l'applicazione di nuove tecnologie, met-

tendo insieme una ricerca scientifica pluridisciplinare utile alla rinascita delle comunità ferite e oggi private dei loro luoghi di aggregazione e della loro identità. Se gli edifici e le città sono il ritratto della condizione umana, sta agli studiosi e ai cittadini, con le loro competenze e aspettative, investire risorse affinché il patrimonio resti vivo negli usi e nelle forme del vivere quotidiano, nei riti e nelle tradizioni.

Gli organismi internazionali come l'UNESCO richiamano la comunità alla salvaguardia di tutti i patrimoni, anche di quelli che non si esprimono tramite manufatti e che si compiono nei gesti, nella condivisione di immagini e nella percezione sociale che alberga nelle comunità. Il patrimonio culturale in generale è costituito dai prodotti e dai processi di una cultura che vengono conservati e passati attraverso le generazioni. In questo contesto si inserisce l'iniziativa di INTBAU 2017 che ha promosso lo scambio e l'aggiornamento delle ricerche e delle migliori pratiche nelle discipline del patrimonio culturale e dell'architettura, con il contributo di esperti, università, professionisti e istituzioni pubbliche. Per questa ragione l'iniziativa è stata patrocinata dalla società scientifica UID (Unione Italiana per il Disegno) che ha contribuito attivamente al programma.

Fig. 1. Locandine dei due eventi del 5° INTBAU International Annual Event.



Alla conferenza [2], hanno partecipato 255 esperti. Sono stati selezionati ottanta contributi [3] da proporre a un'ampia platea di ricercatori e professionisti nazionali e internazionali per rispondere ad alcune delle questioni di grande attualità. Ricordiamo di seguito i principali temi affrontati: si è riflettuto su come l'intelligenza globale può sostenere lo sviluppo locale sostenibile; è stata affrontata la questione di come ricostruire dopo un evento sismico o una calamità naturale. Si è discusso su come sviluppare la conoscenza del patrimonio culturale e dei luoghi e su come l'identità dei territori può trasformarsi in indirizzi progettuali per supportare la crescita delle comunità locali. Ci si è in-

terrogati su come costruire case migliori, durevoli e sicure e su come lavorare insieme per trovare soluzioni alle sfide globali. L'edizione 2017 della conferenza dell'*annual event* di INTBAU, sin dal lancio della *call for papers* internazionale, ha ottenuto una straordinaria risposta testimoniata dai 200 contributi inviati. Gli articoli ammessi sono stati 165 [4], provenienti da 64 università di 20 nazioni e 5 continenti diversi. Gli iscritti all'Unione Italiana per il Disegno (UID) hanno partecipato con contributi specifici sui temi del disegno come strumento generatore di conoscenza, sperimentando e integrando strumenti e metodi della rappresenta-

zione, da quelli analogici tradizionali a quelli innovativi digitali, anche per la gestione di sistemi complessi. Gli altri *partner*, quali l'Agenzia Italiana per la Cooperazione allo Sviluppo, la Commissione Nazionale UNESCO, ICOMOS Italia e alcune aziende leader dei diversi settori [5], hanno contribuito a loro modo alla buona riuscita dell'evento.

Il vario e articolato programma della conferenza [6] ha visto il succedersi, durante la prima giornata (5 luglio), di una serie di interventi di carattere istituzionale come quelli di Luisa Collina (Pro-Rettore alle Relazioni Esterne del Politecnico di Milano), Silvia Piardi (Direttore del Dipartimento di Design del Politecnico di Milano), Antonella Ranaldi (Soprintendente Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Milano) e Vito Cardone (Presidente dell'UID). Sempre nella stessa giornata si è dato l'avvio alla conferenza con una comunicazione di apertura di Giuseppe Amoruso e di Robert Adam (Presidente di INTBAU). Per l'occasione, il Principe di Galles ha inviato ai partecipanti al convegno un messaggio ufficiale in cui ha richiamato l'impegno delle professioni e della ricerca nel garantire un futuro di prosperità ai territori italiani colpiti dagli eventi sismici. Nel messaggio è stata richiamata anche la responsabilità di assicurare la giusta resilienza nel rispetto delle tradizioni che rendono questi luoghi caratteristici e che devono essere mantenute. Si tratta di una straordinaria testimonianza di vicinanza alle comunità interessate dagli eventi sismici affinché possano essere significativamente coinvolte nelle questioni culturali che influenzano i programmi di ricostruzione e di promozione dei luoghi nel rispetto delle identità e delle persone, per garantire abitazioni sicure e resilienti. Tra i numerosi ospiti ed esperti sono intervenuti Rossella Salerno (Politecnico di

Milano), Michael Mehaffy (KTH Royal Institute of Technology, Sweden), Gabriele Tagliaventi (Università degli Studi di Ferrara), Raffaella Bassi (Fondazione Neri - Museo Italiano della Ghisa). Questa sessione ha presentato esempi delle migliori pratiche per la ricostruzione e risposte alle domande più frequenti relative alla rigenerazione e alla ricostruzione del patrimonio culturale.

Durante la seconda giornata (6 luglio) sono state trattate le tematiche riguardanti la documentazione e la valorizzazione del patrimonio culturale, architettonico e urbano; la sua conoscenza tramite il disegno, l'identità dei luoghi, gli strumenti di progetto, la nuova agenda urbana e la cooperazione internazionale. Le sessioni hanno presentato soluzioni per il riuso e la conservazione della varietà e della diversità dei patrimoni, nonché la rappresentazione materiale di culture e tradizioni regionali che si sono sviluppate in relazione alle condizioni geografiche e climatiche del territorio e alla disponibilità di risorse e materiali locali.

Nella sessione conclusiva sono state condivise riflessioni sul rinnovamento dei fondamenti del sapere e il focus finale ha contribuito a indicare alcune linee di politica culturale per l'attuazione della *New Urban Agenda* e per la costruzione di schemi collaborativi per affrontare le sfide globali.

Dopo la conferenza, dal 7 al 9 luglio, si è svolto a Vicenza lo *study tour*, che ha dato la possibilità a studenti, dottorandi e docenti provenienti da nazioni diverse di approfondire la loro conoscenza della tradizione classica: a tal fine, sono stati utilizzati l'architettura e i paesaggi di Vicenza come materiale di studio. Il paesaggio urbano di Vicenza e la campagna circostante hanno offerto uno straordinario senso del luogo attraverso le emergenze del territorio rappresentate

Fig. 2. Presentazione degli atti alla conferenza del 5° INTBAU International Annual Event.



dall'eredità architettonica altamente influente delle ville cinquecentesche del Palladio.

La conoscenza delle opere classiche è stata approfondita attraverso il ricorso al disegno come strumento di apprendimento. Esperienze di disegno sono state condotte in molti dei luoghi in cui sorgono le architetture di Palladio. In particolare, è stato avviato uno studio sistematico del Teatro Olimpico di Vicenza svolgendo un'operazione di rilevamento con le più avanzate tecnologie tridimensionali. Il modello ottenuto ha consentito di studiare la struttura geometrica della forma ispirata ai canoni vitruviani.

Sono stati analizzati e studiati i principi della scenografia prospettica del teatro ed è stata indagata la possibilità di promuoverne la conoscenza per mez-

zo della realizzazione di copie e modelli tattili da utilizzare per scopi didattici per e attraverso la realizzazione di visite virtuali accessibili anche tramite il web.

Questo importante evento svoltosi tra Milano e Vicenza ha favorito l'interazione fra le diverse culture progettuali, ha prodotto un'interessante discussione sull'esperienza scientifica di pratiche consolidate e di soluzioni innovative per le nuove sfide e ha messo a sistema la rete internazionale di ricercatori, professionisti, imprese e istituzioni che ritengono fondamentale diffondere il messaggio che la memoria e l'identità culturale vanno arricchite e sostanziate per mezzo di una conoscenza scientifica, professionale, organica, consapevole, economicamente articolata e rispettosa delle tradizioni architettoniche e degli individui che ne fanno parte.

Note

[1] INTBAU (acronimo di International Network for Traditional Building, Architecture & Urbanism) è una rete no-profit fondata e patrocinata dal Principe di Galles che si occupa di far conoscere le molteplici tradizioni del costruire e le loro applicazioni pratiche per affrontare le sfide per la protezione e la valorizzazione del patrimonio costruito.

[2] La direzione scientifica dell'evento è stata affidata al prof. Giuseppe Amoruso del Politecnico di Milano e ad Antonella Ranaldi, Soprintenden-

te Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Milano.

[3] La scelta dei contributi è avvenuta attraverso il processo di *double blind peer review*.

[4] Trentacinque contributi sono stati inviati da *PhD student*.

[5] Tra le aziende ricordiamo Topcon (tecnologie per il rilievo, il posizionamento e l'efficienza nei settori industriali e dell'agricoltura), Neri

(prodotti per l'illuminazione e l'arredo urbano, azienda che tramite la Fondazione Neri pubblica la rivista *Arredo&Città*), Laboratorio Morsetto (estrazione e lavorazione della pietra), Nankai (vernici e strumenti per il controllo di qualità della riproduzione del colore), Hassel (Comunicazione e campagne sociali), Cam2 (servizi per il rilievo), Buonavita (prodotti a chilometri zero).

[6] <<http://www.intbauitalia.org/meeting2017>> (consultato il 15 febbraio 2018).

Autore

Giampiero Mele, Università degli Studi eCampus, giampiero.mele@unicampus.it

Riferimenti bibliografici

Amoruso, G. (ed). (2018). *Putting Tradition into Practice: Heritage, Place and Design*. Atti del 5th

INTBAU International Annual Event, Milano, 5-6 luglio 2017. Voll. 1, 2. Cham: Springer Inter-

national Publishing.

Eventi

Immagini? Transdisciplinarietà del Disegno

Francesco Maggio

La disciplina del Disegno affronta, da sempre, innumerevoli questioni che riguardano vasti ambiti del sapere; la rappresentazione nei suoi aspetti meramente scientifici, la storia della disciplina stessa, l'ambiente costruito/naturale o prefigurato e, più in generale, i Beni Culturali, le nuove e sempre più avanzate tecnologie digitali e, in ultimo, gli aspetti della cultura visuale. Da qualche tempo gli studiosi del Disegno hanno richiesto opinioni, contributi, "punti di vista" ad altri studiosi che, pur non appartenendo allo specifico settore scientifico disciplinare del Disegno, incrementano il sapere su temi e questioni che il Disegno pone.

Un importante tentativo di "apertura" multidisciplinare, a dire il vero, era già avvenuto negli anni '80 del secolo scorso quando Margherita De Simone inaugurava a Palermo la felice stagione dei *Seminari di Primavera* che vedevano coinvolti studiosi del calibro di Maurice Cerasi, Tommaso Giura Longo, Vittorio Gregotti, Tomás Maldonado, Rosario Assunto e, successivamente, nel 2006 quando un gruppo di allora giovani docenti dell'area del Disegno ha proposto i seminari annuali *Idee per la rappresentazione* dove mettere in circolo riflessioni sul ruolo della rappresentazione nella contemporaneità attraverso contributi interdisciplinari intesi quasi come

una tappa obbligata per scorgere nuovi orizzonti di ricerca.

Questa "necessità" è "necessaria" e la figura retorica è certamente di aiuto, soprattutto quando le discipline del Disegno oltrepassano i confini delle Facoltà di Architettura e di Ingegneria per offrire e mostrare il proprio contributo e le proprie potenzialità in strutture didattiche in cui il rapporto diretto con il costruito è assente, in luoghi in cui il carattere del Disegno è inteso prettamente nella sua veste pedagogica.

Il convegno *Immagini?* (fig. 1), caratterizzato da una forte presenza internazionale (Elkins, Medley, Benedek, Grange, Camuffo, Milani), sapientemente organizzato a Bressanone presso la Facoltà di Scienza della Formazione della Libera Università di Bolzano da Alessandro Lugini, Demis Basso, Stefano Brusaporci, Enrico Cicalò, Massimiliano Lo Turco, Valeria Menchetelli, Matteo Moretti, Chiara Panciroli, Daniele Rossi, Maria Teresa Trisciuzzi e Daniele Villa è stato un momento di confronto sul più vasto tema "Immagine/Immaginazione" inteso, dal comitato organizzatore, come scritto nel *flyer* del convegno, quasi come pretesto per innescare un confronto interdisciplinare da parte «di chi è convinto che il Sapere è un patrimonio in divenire e sempre aperto, che si costruisce prima di tutto formulando interrogativi

per oltrepassare limiti e frontiere. E l'interrogativo da cui [è scaturito] il convegno [è stato] piuttosto semplice: gli studiosi che operano in ambiti disciplinari differenti come indagano il rapporto tra immagine e immaginazione? Così gli studiosi della rappresentazione, della comunicazione visiva, dell'educazione, della psicologia e tanti altri sono stati invitati a confrontarsi su un campo di ricerca comune, in cui ognuno si muove in modo diverso. Proprio questa "coabitazione" fa del rapporto tra immagine e immaginazione un campo pienamente interdisciplinare, o meglio transdisciplinare: il mondo dell'immagine e del visuale è un mondo in cui tutte le discipline elencate esprimono a pieno titolo proprie teorie e prassi operative, legittimate anche dal riconoscimento reciproco di interazioni fin troppo occasionali».

A partire da questo interrogativo, dopo i saluti di benvenuto e le relazioni degli oratori principali, ben ottantotto interventi si sono dispiegati nelle quattro sessioni parallele organizzate durante le due giornate molto serrate. Paul Videsott, Preside della Facoltà di Scienze della Formazione, e Vito Cardone, Presidente dell'Unione Italiana per il Disegno, nel porgere i propri saluti, hanno evidenziato il carattere multidisciplinare del Convegno auspicando che da questo possano non soltanto scaturire nuovi



Fig. 1. Immagini? Locandina del Convegno.

spunti di riflessione ma anche essere innescati processi di ricerca collaborativi tra docenti di diversi settori anche in funzione della didattica del Disegno all'interno delle Scuole di Scienze della Formazione. All'oggettività non neutrale del termine "immagine" gli organizzatori hanno affiancato quello ben più soggettivo di "immaginazione", probabilmente per individuare anche un evidente termine di contatto interdisciplinare; per questo motivo, gli interventi hanno suscitato interessi molteplici legittimando la bontà dell'iniziativa. Infatti, a sperimentazioni riguardanti l'impatto e la costruzione/manipolazione di immagini da parte dei bambini dai due ai quattro anni, come presentato da pedagogisti e da psicologi (Molina, Frezzotti, Cardellini), si sono affiancate "storie ed eventi dell'immaginazione" architettonica (Palestini, Romor, M. Ros-

si, Massari, Pastore, Spallone), della *street art* (Zerlenga), della "pura visibilità" (Sdegno), di "arte terapia" (Borgherini), della scenografia (Centineo), dell'uso dei media per conoscere e per comprendere (Casale, Ippoliti), della percezione visiva (Garofalo), della semiotica degli artefatti (Gay, Cazzaro), della narrazione (Quici).

Il significativo evento organizzato a Bressanone nasce dalla convinzione, come scrive il comitato organizzatore nel flyer, che «l'immagine nel XXI secolo è digitale, pervasiva, rapida. È un'immagine filtrata dai dispositivi mobili, in entrata come in uscita, che viene prodotta, consumata all'istante e consegnata prima a chiunque (anche a chi non sappiamo e magari a chi non vorremmo) e poi a un oblio stazionario, relegata in una condizione di irraggiungibilità (spezzato ormai il rapporto di prossimità temporale) in cui è tuttavia impossibile cancellarne completamente le tracce. L'immagine nel XXI secolo è uno spazio. È uno spazio visuale, formato da dimensioni note ma la cui profondità è da scoprire, in cui si agisce e si costruiscono relazioni attraverso l'immaginazione. L'immagine nel XXI secolo è immersiva, in un costante equilibrio tra la tridimensionalità della fruizione e la bidimensionalità della proiezione. L'immagine nel XXI secolo è ancora più di prima il veicolo preferenziale per lo sviluppo dell'immaginazione e dell'ideazione, per la conformazione tipica delle creatività figurative (architettura, pittura, fumetto, design visuale, infografica ecc.). L'immagine nel XXI secolo, oggi, è un'esperienza visuale che produce uno sguardo che conduce all'immaginazione».

Se tutto questo è vero, è possibile porsi la domanda: esiste, ancora, uno spazio non immersivo, anche non digitale, non di rapida fruizione, che possa essere, invece, indagato con calma? Uno spa-

zio "lento" che induca a riflessioni che hanno il tempo della loro durata? Uno spazio visuale che riesca a mostrare una ricerca di senso? O tutto è demandato alla rapida fruizione?

Oliviero Toscani, quasi *guest star* del convegno, nel suo intervento a chiusura delle giornate ha, in un certo senso, dato risposta a queste domande. «Quasi tutto quel che conosciamo al giorno d'oggi, lo conosciamo perché ne abbiamo visto delle immagini», ha affermato il fotografo milanese «e le immagini sono quelle che formano la nostra coscienza, il nostro giudizio e la nostra morale. La storia esiste da quando esiste l'immagine fotografica, prima erano "palle", disegni, erano pitture... Se ci fosse stata una macchina fotografica forse la Bibbia e i Vangeli non sarebbero mai stati scritti» [1].

Forte del suo "portafoglio", il fotografo di Benetton, Chanel, Fiorucci e Vogue si è permesso di tralasciare qualsiasi forma d'arte per ergere la fotografia a unica forma espressiva non tenendo conto di quelle "palle" delle quali, certamente, non ha gli strumenti per verificare la portata. Per fortuna la fotografia come strumento di costruzione di immagini, immaginario e immaginazione è stata ben delineata da Nicolò Degiorgis che, con lento rigore, ha mostrato le sue ricerche sull'Islam nascosto e anche la metodologica costruzione di una mostra fotografica che, a partire dal dipinto di Simon de Myle raffigurante l'Arca di Noè sul monte Ararat (fig. 2), riguardava tematiche attuali quali l'integrazione, la ricerca d'identità e la fragilità delle democrazie, suggerendo ai visitatori una rilettura dei concetti di Heimat (terra natia) e patria (fig. 3). Il lavoro del fotografo bolzanino ha dimostrato come non esistano steccati o narcisismi e che la fotografia ha uno stretto rapporto con la storia dell'arte, di cui fa parte, e

che non è una semplice mercificazione. La molteplicità dei temi affrontati durante il convegno non permette di descrivere in modo esaustivo la sua struttura e i suoi contenuti, ma induce certamente a una considerazione di carattere non solo disciplinare ma soprattutto relativa agli aspetti didattici.

Vito Cardone, nella sua relazione, ha evidenziato come i docenti del Disegno hanno affrontato, vent'anni fa, la sfida di insegnare anche nei corsi di studio in Scienze della Formazione raggiungendo, spesso, esiti molto positivi ma rimanendo comunque molto isolati e, allo stesso tempo, evidenziando come questa antica "cesura" è superata dal significato e dalle intenzioni del convegno bolzanino.

Che il Disegno abbia un ruolo pedagogico è a tutti noto e basta ricordare che esso è una modalità espressiva; un linguaggio.

In un testo del 1983 Franco Purini affermava che il professore di Disegno è un «maestro elementare: inizia gli studenti a una disciplina talmente complessa da risultare estranea ai più anche dopo la laurea e deve abbandonarli non appena questi sono in grado di emettere solo un incerto balbettio. Gli è precluso l'insegnamento pieno della grammatica; a stento può accennare forse a un "passo" sintattico. È quindi un maestro elementare censurato e dimezzato che non deve però dimenticarsi che nell'etimologia della parola disegno, designare, e cioè scegliere dopo aver attribuito senso alle cose, si nasconde tutto ciò che di importante c'è nel mestiere di architetto» [Purini 1992, p. 347].

Ad Alessandro Luigini, e a tutti gli altri componenti il comitato organizzatore del convegno, bisogna dare il merito di aver sottolineato che il Disegno, ancora una volta, è *instrumentum*, come Martin Heidegger delinea la "cosa" in un testo del 1953 dal titolo *La questione della tecnica* [Heidegger 1976].



Fig. 2. Simon de Myle. L'Arca di Noè sul monte Ararat, 1570. Olio su tela.

Fig. 3. Luca Turi. Lo sbarco della Vlora, 1991.

Note

[1] Cfr. <<https://www.facebook.com/IMG2017/videos/1734634106557015/>> (consultato il 17 febbraio 2018).

Autore

Francesco Maggio, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Palermo, francesco.maggio@unipa.it

Riferimenti bibliografici

Heidegger, M. (1976). La questione della tecnica. In Heidegger, M. *Saggi e discorsi*. (Vattimo, G., a cura di). Milano: Mursia.

Purini, F. (1992). Il Disegno e il Rilievo. In Moschini, F., Neri, G. (a cura di), *Dal progetto. Scritti teorici di Franco Purini (1966-1991)*. Roma:

Kappa, pp. 493-497.

Eventi

Ai confini del disegno: una giornata di studi sulle nuove tecnologie di rappresentazione dei beni culturali

Fabrizio Gay

Il 10 gennaio 2018 a Gorizia si è svolta una giornata di studi dedicata alle nuove tecnologie per la rappresentazione, la conoscenza e la valorizzazione del patrimonio architettonico e artistico. L'iniziativa è stata finanziata dal Dottorato di Ricerca in Ingegneria Civile-Ambientale e Architettura interateneo tra le Università di Trieste e Udine e dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Gorizia, e organizzata – nel ruolo di vicecoordinatore del Dottorato – da Alberto Sdegno, noto studioso di storia della rappresentazione architettonica e docente attivo su fronti sperimentali del disegno.

Il tema – notoriamente – è quello trattato da diversi (e ormai quasi decennali) convegni internazionali sul *Digital Heritage* e sul *Built Heritage*, nei campi delle *Digital Humanities* o in quelli della *Computer graphics* e della *Computer vision*. Rispetto a questi vasti confronti internazionali sui più recenti progressi tecnologici, il piccolo incontro goriziano ha fatto valere una propria ratio, offrendo un punto di vista più vicino al senso reale delle applicazioni e delle ricerche in corso. Ha offerto una puntuale verifica “in loco” – nel vivo delle effettive realtà territoriali – delle più diffuse teorie e tecniche rivolte al tema. La giornata di studi si è proposta anzitutto come occasione d'incontro tra

ricerche in corso e vocazioni territoriali, cioè tra diversi attori del patrimonio costruito e artistico: professionisti in esercizio – rappresentati specialmente dall'Ordine degli Architetti (tramite Diego Kuzmin) e dal Collegio dei Geometri Laureati (tramite Luana Tunini) –, amministratori locali e imprenditori del settore, con un gruppo selezionato di studiosi della materia e con studenti delle scuole secondarie, dell'ateneo e del dottorato di ricerca. L'incontro ha quindi richiesto un'adeguata varietà di registri di comunicazione e l'ha ottenuta principalmente articolando la giornata di studi in due sezioni: una conferenza d'apertura mattutina – nell'aula basilicale dell'ex Seminario Arcivescovile, ora aula magna della sede del Corso di Laurea a ciclo unico in Architettura dell'Università di Trieste – e in un itinerario pomeridiano di visite guidate: partendo dal laboratorio *Advanced Modeling 3D Lab/Architecture* (del medesimo Polo Universitario di Gorizia), attraversando poi diversi siti goriziani presso i quali sono installati – o sono in corso di realizzazione – sistemi di visualizzazione avanzata per la comunicazione museale.

Il tour è iniziato testando i prodotti dell'*Advanced Modeling 3D Lab/Architecture*: specialmente alcune applicazioni per il rilievo di elementi tridimensio-

nali e altre per la navigazione in realtà aumentata e virtuale concepite per la fruizione di spazi restituiti da scene dipinte – specie quella della *Cena in casa Levi* del Veronese – o architetture storiche scomparse – come il padiglione parigino dell'Esprit Nouveau –, nonché alcune mappe tattili realizzate nell'ambito del progetto *Gorizia conTatto* dedicato alla fruizione aptica delle opere d'arte. Il progetto *Gorizia conTatto* – coordinato dalle sezioni locali di Italia Nostra e dell'Unione Italiana Ciechi e Ipovedenti – riguarda anche alcune istituzioni goriziane comprese nella visita. Precisamente, presso la Fondazione Palazzo Coronini Cronberg è stata presentata dalla curatrice Cristina Braggia la riproduzione palpabile delle due “teste di carattere” di Franz Xaver Messerschmidt della metà del XVIII secolo, accanto agli originali esposti in teche protette.

Un analogo lavoro di traduzione aptica di oggetti figurativi visivi è stato intrapreso presso la chiesa di Sant'Ignazio, visitata con l'introduzione di Maddalena Malni Pascoletti (per Italia Nostra). Qui la mappa tattile planimetrica dell'edificio è solo la prima parte di un lavoro di indagine che si sta avvalendo della restituzione prospettica – presso il dottorato goriziano – dell'imponente quadratura dell'affresco dietro l'altare



con il contributo di:

Dottorato di Ricerca in Ingegneria Civile-Ambientale e Architetture dell'Università di Trieste interateneo con l'Università di Udine



con il patrocinio di:



con il supporto di:
SoluTOP



maggiore, opera di Christoph Tausch – allievo di Andrea Pozzo – della prima metà del XVIII secolo. Da tale restituzione – come ha spiegato Alberto Sdegno – si realizzerà una nuova e concreta messa in scena congiunta, sia dell'architettura solida della chiesa, sia della sua espansione figurata nell'affresco.

In questo genere di “traduzioni” la posta in gioco è la valorizzazione di luoghi e opere d'arte; è forse per questa ragione che l'ultima tappa del percorso goriziano è stata fissata nel Castello, il monumento più importante della città isontina. Qui la presentazione di Diego Kuzmin ha fornito lineamenti essenziali della storia urbana del luogo fino alle controversie sull'attuale assetto del castello, pesantemente “restaurato” negli anni '30 del Novecento.

Insomma: la giornata di studi goriziana ha messo in evidenza il fatto che la posta in gioco sul tema in oggetto è essenzialmente una questione di “ri-mediazione”, cioè di traduzione di sistemi di valori attraverso media diversi: pittura, scultura, fotografia, cinema, ostensione museale, videogiochi, ... Trattandosi di un tema essenzialmente mediologico – di regia multi e trans-mediale –, l'aspetto più rilevante non è oggi solo quello dell'innovazione tecnologica dei *device* informatici – aspetto che sta conoscendo sviluppi senza precedenti –, ma soprattutto quello del senso concreto delle loro applicazioni materiali, nei luoghi fisicamente vissuti dalla ri-mediazione.

È forse per questa ragione (mediologica) che oggi, in materia di tecnologie della rappresentazione, ha un buon vantaggio quella tradizione di ricerca (assai inclusiva) rappresentata dalla società scientifica UID (Unione Italiana per il Disegno) che, ormai da un quarantennio, si occupa della ricerca e della didattica universitaria cercando di abbracciare

l'intero spettro di pratiche che va dal rilievo e rappresentazione dell'ambiente costruito fino alla comunicazione. L'UID – rappresentata ufficialmente dalla sua presidenza e vice-presidenza – ha così fornito alla giornata di studi la cornice disciplinare, attraverso la conferenza d'apertura mattutina intitolata *Ai confini del disegno: esperienze di modelli virtuali e spazi immersivi*. La conferenza è stata introdotta dal presidente dell'UID (Vito Cardone) che ha sottolineato l'attualità della cornice disciplinare del convegno; cornice poi ulteriormente precisata dalla successiva dissertazione del vice-presidente Mario Centofanti. Questi ha richiamato lo stato delle formulazioni prestazionali (scientifiche e pratiche) cui dovrebbero attenersi le rappresentazioni dei beni culturali, almeno quelle che si evincono da importanti documenti politici, ovvero dalla *Carta Unesco* sulla conservazione del patrimonio digitale del 2003, dalla *Carta di Londra* del 2009 per la visualizzazione virtuale dei beni culturali, nonché dai principi di Siviglia del 2011 elaborati all'interno del Forum Internazionale di Archeologia Virtuale.

Entro questa cornice la conferenza di apertura ha contato sull'esposizione assai chiara di molti interventi su invito tenuti da giovani docenti di atenei italiani e stranieri che – presentati da Alberto Sdegno – hanno descritto le proprie attività di ricerca nel settore. Presentando la rassegna, Sdegno ha evidenziato la pervasività delle nuove tecnologie della rappresentazione che, di fatto, stanno entrando sempre più nelle nostre abitudini quotidiane, dai luoghi di lavoro agli spazi museali. Tra gli esempi che Sdegno ha portato non è mancato un richiamo ai nuovi apparati comunicativi – spesso predisposti con tecnologie di virtualizzazione 3D – che ci consentono di visualizzare rapida-

Fig. 1. Locandina della manifestazione.

Fig. 2. L'Aula Magna del Polo Universitario di Gorizia dove si è tenuta la conferenza.

Fig. 3. Sessione di realtà virtuale con il casco 3D al termine della conferenza.



mente un'ipotesi di arredo proposta attraverso interfacce di *shopping online*, nonché la possibilità, ormai comune, di riprodurre con flagranza percettiva un ambiente reale attraverso l'uso di simulatori ambientali e di giochi interattivi. La conferenza ha cercato di delineare un panorama variegato che parte dagli strumenti tradizionali della rappresentazione grafica per giungere alle forme di simulazione spaziale proprie della realtà aumentata e virtuale, senza tralasciare quella "realtà mista" – un felice mix delle altre due – le cui applicazioni sono destinate a fiorenti sviluppi nei prossimi anni. Tuttavia a Gorizia si è trattato soprattutto di realtà referenziali e storico-artistiche meglio documentate. Per esempio, il Teatro Olimpico palladiano che – analizzato e rilevato da Giuseppe Amoruso del Politecnico di Milano attraverso nuove tecnologie di mappatura 3D – ha rivelato una morfologia più facilmente comparabile con le risultanze della tradizione vitruviana. Oppure la città dell'Aquila restituita all'immagine precedente il terremoto attraverso il progetto INCIPIT – relativo alla costruzione di percorsi informativi in realtà aumentata – presentato da Stefano Brusaporci e Pamela Maiezza. Particolarmente puntuale sul fronte delle prestazioni referenziali del rilievo è stato il confronto presentato da Domenico Visintini, dell'Università di Udine. Su uno stesso caso-campione Visintini ha mostrato la comparazione di diverse tecnologie di ripresa aerofotogrammetrica con droni usati nel rilievo stereometrico *image-based*, nonché di diverse tecniche di trattamento dei dati acquisiti, verificando per ciascuna lo specifico grado di accuratezza nella costruzione del modello digitale 3D. Una sezione della conferenza è stata dedicata alla restituzione di opere

solo documentate da immagini e alla comunicazione intermediale delle immagini di grandi dimensioni. Col suo contributo Leonardo Paris (di Sapienza Università di Roma) ha dimostrato le notevoli possibilità d'uso di fotografie panoramiche (sferiche) – comprese immagini di pubblico dominio presenti in rete – per la restituzione di modelli virtuali 3D di ricostruzione di edifici e monumenti – anche non più esistenti – con un'accettabile precisione nell'extrapolazione dei dati analitici. Poi, Pedro-Manuel Cabezos Bernal, dell'Universitat Politècnica de València, presentando alcune applicazioni di fotomosaicatura digitale relative a significative opere pittoriche a soggetto architettonico, ha mostrato le possibilità di acquisizione e trattamento di immagini gigapixel ad altissima risoluzione, per renderle atte alla fruizione in web, in tempo reale.

Sul fondamentale tema delle tecniche di rilievo dette *Structure from Motion* – che realizzano modelli *mesh* 3D partendo da set di fotografie – il contributo di Andrea Fusiello, docente di informatica dell'Università di Udine, ha fornito un'utile comparazione tra gli algoritmi usati dai più diffusi software di fotomodellazione. Confronto dal quale Fusiello ha evidenziato le caratteristiche del software Zephir, messo a punto dal suo team di ricerca, ricco di elementi di novità rispetto ai sistemi di ampissima diffusione nel settore e utilizzabili anche da operatori poco esperti.

Nell'ultimo dei contributi accademici, Alessandra Meschini, Daniele Rossi, Ramona Feriozzi e Alessandro Olivieri, dell'Università degli Studi di Camerino, hanno presentato le loro ricerche condotte nell'ambito della *mixed reality* che, utilizzando applicazioni di realtà

aumentata e virtuale, comprendono come vera e propria interfaccia anche modelli fisici e concreti luoghi deputati. Nell'occasione il gruppo di Ascoli ha mostrato un sistema di navigazione stereoscopica con l'uso di visori 3D offrendo ai presenti la possibilità di utilizzare un casco per l'esplorazione immersiva di un ambiente architettonico. Così si è aperta la sezione conclusiva della conferenza, dedicata alla presentazione diretta delle attrezzature anche per un pubblico molto variegato per il quale la società SoluTOP ha descritto una tipica serie di strumenti digitali per il rilievo – dai laser scanner 3D, alle aste GPS, fino ai droni fotogrammetrici – che sono poi stati resi disponibili nel pomeriggio, nell'ambito della visita al Laboratorio universitario. La giornata si è dunque conclusa col buon auspicio di un'esperienza sempre più diretta e situata.

Autore

Fabrizio Gay, Dipartimento di Culture del progetto, Università IUAV di Venezia, fabrizio@iuav.it

Eventi

Military Landscapes. Scenari per il futuro del patrimonio militare

Anna Marotta

La difesa del territorio e delle abitazioni è, da sempre, una delle questioni più sentite dall'essere umano. Intorno a questa esigenza fondamentale ruota, ancora oggi, un patrimonio materiale e immateriale complesso e articolato, fatto di edifici realizzati ma anche di teorie, trattati, modelli e sistemi, anche molto diversi tra loro in funzione del momento e del luogo in cui sono nati. L'analisi di questo diversificato patrimonio avviene in generale sulla base di inquadramenti tematici basati su cronologie e mappature.

Il convegno *Military Landscapes* mirava a una sintesi critica e intelligente dei vari aspetti e dei vari caratteri che caratterizzano fenomeni e processi relativi proprio a questo complesso sistema.

Il sottotitolo del convegno, *Scenari per il futuro del patrimonio militare. Un confronto internazionale in occasione del 150° anniversario della dismissione delle piazzeforti militari in Italia*, ben illustra il contenuto dell'iniziativa, curata da Giovanna Damiani e Donatella Rita Fiorino.

Il Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura (DICAAR) dell'Università degli Studi di Cagliari [1], il Polo Museale della Sardegna (MiBACT), l'Istituto Italiano dei Castelli, Consiglio Scientifico Nazionale e Sezione Sardegna e l'Edinburgh College of Art della University of Edinburgh hanno promosso un incontro internazionale per con-



Fig. 1. Scritta-logo della manifestazione.

dividere casi-studio, percorsi di ricerca e iniziative istituzionali riguardanti la conoscenza, la salvaguardia e la valorizzazione dei paesaggi militari storici.

Il convegno si è tenuto a La Maddalena presso la Scuola Sottufficiali della Marina Militare nel giugno 2017. L'isola, per la sua posizione nel Mediterraneo e la sua storica identità difensiva, costituisce un luogo particolarmente significativo, quasi simbolico, dove riflettere su principi e linee guida per la protezione dei paesaggi militari internazionali. L'obiettivo primo degli organizzatori era quello di avviare un dialogo interdisciplinare e inter-istituzionale sui temi della tutela, del riuso e della gestione del patrimonio militare, alla luce dei nuovi scenari

di riconversione o di uso condiviso, militare e civile.

Con approcci di metodo differenziati ma integrati, è stata riproposta l'interazione tra le attività militari e il territorio al fine di rispondere alla domanda: come si può riconoscere, interpretare e tutelare questa memoria, talvolta scomoda, che alterna ricordi di guerra, usurpazione e violenza a più rassicuranti messaggi di sicurezza, commemorazione, pace e progresso?

La prospettiva di una nuova stagione di dismissioni riporta infatti in primo piano il tema della riconversione di architetture e territori particolarmente vulnerabili e rende indispensabile un dialogo interdisciplinare che permetta di condividere

metodologie di analisi dei siti, protocolli di conservazione, monitoraggio e manutenzione, strategie di valorizzazione culturale, economica e sociale, progetti di restauro e riconversione ad uso civile o militare, nella logica del generale ripensamento delle politiche di difesa e di riduzione della spesa pubblica.

L'iniziativa ha avuto come finalità prima la riflessione scientifica intorno a un patrimonio architettonico e paesaggistico di grande rilevanza, non solo sotto il profilo storico-testimoniale, ma anche in relazione agli importanti risvolti socio-antropologici coinvolti.

La riqualificazione e il riutilizzo di fortezze e presidi bellici per la conoscenza e la valorizzazione dei paesaggi militari storici sono stati anche al centro di una mostra internazionale curata dal Polo Museale della Sardegna e dall'Università degli Studi di Cagliari che ha raccolto gli esiti del confronto attraverso l'illustrazione tematica delle ricerche scientifiche presentate. L'esposizione – che si è protratta dal 21 giugno al 21 settembre 2017 – è stata allestita sull'isola di Capraia, nel Forte Arbuticci, batteria edificata alla fine dell'Ottocento, oggi Museo Nazionale Memoriale Giuseppe Garibaldi. L'esposizione dei contributi scientifici e multidisciplinari prodotti ha restituito un panorama ricco e articolato delle strutture militari dismesse, sempre nell'ottica di riconversione ad uso militare, civile, culturale e turistico di una parte importante e strategica del nostro patrimonio culturale.

Un volume di oltre quattrocento pagine edito dalla prestigiosa casa editrice Skira e curato dalla stessa Donatella Rita Fiorino, raccoglierà gli Atti del convegno. All'interno del programma dell'incontro, una serrata articolazione in sessioni tematiche e in sottosezioni ha valorizzato la complessità e l'integrazione degli approcci metodologici.

Nel raggruppamento tematico *A. Storia e identità. Conoscenza, analisi e rappresentazione*, e in particolare nella sessione *A1. Cartografia militare*, si segnalano i contributi *La piazzaforte di Gaeta. Un paesaggio militare nelle rappresentazioni grafiche* di M. Cigola e A. Gallozzi, o ancora *Strumenti grafici per l'attacco e la difesa. Dal magnetismo terrestre allo studio scientifico delle superfici* di L. Carlevaris.

Nella sessione *A2. Storia, fonti e permanenze*, si veda, nella sottosezione *A2.1. Presidi difensivi ante XIX secolo*, il contributo *Fortezze nell'Alessandrino: un itinerario europeo nel tempo* di A. Marotta. Da segnalare anche il contributo di Annalisa Dameri dal titolo *Carte per la difesa. I disegni degli ingegneri militari negli archivi europei*.

La storia della città europea è fortemente condizionata dalla costruzione (e dopo secoli dalla demolizione) delle opere fortificate. Gli archivi militari europei, gli archivi di stato e comunali sono i custodi dei moltissimi disegni che testimoniano in che modo le città sono state plasmate dalle esigenze della guerra. Si tratta di un patrimonio archivistico importante che deve essere conosciuto, divulgato e valorizzato.

Cessate le urgenze della guerra, i disegni degli ingegneri militari, spesso secretati per anni quale materiale strategico per la sicurezza dello stato sono andati dispersi, nel corso dei secoli, in variegati rivoli archivistici. Lo studio di alcune città del nord Italia ha visto la messa a confronto tra disegni conservati presso l'Istituto Storico e di Cultura dell'Arma del Genio di Roma (ISCAG), negli archivi di stato e comunali piemontesi e lombardi, nella Biblioteca Nazionale di Firenze e nella Biblioteca Nacional de España di Madrid, nell'Archivo General di Simancas, nella Bibliothèque Nationale de France a Parigi, negli archivi del Service historique de la Défense di Vincennes, presso

la Bayerische Staatsbibliothek di Monaco di Baviera e il Krigsarkivet di Stoccolma. Nelle successive sottosezioni *A2.2. Secolarizzazioni delle proprietà ecclesiastiche e riconversioni militari* e *A2.3. Dismissioni e demolizioni* si segnalano il saggio *San Luca degli Eremitani di Sant'Agostino a Parma: da convento a struttura militare. Analisi storica e rilievo architettonico per la definizione delle condizioni di trasformabilità* di C. Vernizzi e, ancora, *Le mura del vecchio San Juan durante il XIX secolo* di M. Flores Roman, contributi ai quali si aggiunge *Declino e rinascita di un paesaggio militare urbano: le fortificazioni di Castelnuovo a Napoli tra dismissioni ottocentesche e recupero contemporaneo* di A. Pane e D. Treccozi.

Per le sottosezioni *A2.4. Forti e caserme nel XIX secolo* e *A2.5. Carceri*, V. Martines analizza *L'Ospedale Militare Marittimo della Maddalena nella storia*, mentre G.B. Cocco, M. Diaz e C. Giannattasio guardano *Oltre i muri della detenzione, nel patrimonio carcerario storico in Sardegna*. Nella sessione *A3. Paesaggi di guerra del XX secolo*, e, in particolare, nella sessione *A3.1. Presidi difensivi ante XIX secolo* si segnala il contributo *Di-segni nel paesaggio e tracce nella memoria. Le sentinelle delle guerre moderne del Mediterraneo: una ricerca interdisciplinare tra Spagna e Sardegna* di A. Martínez Medina e A. Pirinu, mentre C. Palestini vuole *Rappresentare il paesaggio fortificato attraverso riletture grafiche della fortezza di Civitella del Tronto*. Di interesse anche il lavoro di Pl. Schneider e C. Röhl, sulle *Rovine dell'industria militare a Peenemünde e la sua conoscenza archeologica. Metodologie e metodi*.

Nella sottosezione *A4. Tipologie e tecniche costruttive* si segnala il contributo *Torre Astura e la difesa del territorio: memoria e attualità di un paesaggio storico* di M. Docci e G. Teodori, in collaborazione con l'Ufficio Tecnico Territoriale per gli

Armamenti Terrestri (UTTAT-Nettuno. Segretariato Generale della Difesa - Direzione Nazionale degli Armamenti).

Il raggruppamento tematico B. 'Isole' militari in rete. Modelli di salvaguardia e politiche di riconversione e, in particolare, la sessione B1. *Strumenti per la tutela. Censimenti e catalogazioni* comprendono una riflessione di grande fascino e di livello internazionale sui *Paesaggi culturali fortificati medievali dell'India nordoccidentale e centrale* di J. Shikha e K.N. Prothi, mentre F. Novelli propone un'analisi sulla *Conservazione e nuovi processi di uso e valorizzazione, Dall'Atlante castellano d'Italia alle strutture fortificate in Piemonte*.

La sessione B2. *Progetto e territorio* ha visto gli apprezzabili lavori di F. Bertè (*Forte Sant'Alessandro: aspetti teorici, metodologici e di fattibilità per la conservazione della memoria*) e di A. Rolando e P. Salvadeo (*Dalla 'museificazione' alla 'rivitalizzazione' del paesaggio: ricerca, tesi, progetti al Politecnico di Milano*).

Il raggruppamento tematico C. *Antiche e nuove funzioni. Piani e progetti per rinnovate polarità urbane e territoriali* e, in particolare, la sessione C1. *Piani e progetti*

urbani hanno dato modo a C. Van Emstede di riproporre *Dove la conservazione e la pianificazione urbana si incontrano: la riconversione del cantiere navale 'Willemsoord' della Royal Netherlands Navy*. D. R. Fiorino si occupa di *Stratigrafie difensive, negli Studi per un piano di conservazione del paesaggio militare di Cagliari* similmente a quanto fa R. Picone con il *Patrimonio militare al molo San Vincenzo a Napoli. Da limite a opportunità per la città contemporanea*. G. Canella, C. Coscia e P. Mellano analizzano *La caserma De Sonnaz a Torino: da Quartiere militare a polo della giustizia per il disegno di un nuovo paesaggio urbano*. Quest'ultimo saggio mette a punto – fra l'altro – il delicato rapporto, spesso da riconoscere e ricucire, fra tali ampi e articolati insediamenti abbandonati e il paesaggio e la struttura della città.

All'interno della sessione C2. *Paesaggi sociali* è importante menzionare il contributo di G. Angelone, K. Russo e G. Krauss *La salvaguardia del paesaggio militare della Terra di Lavoro: l'esempio del Parco della Memoria Storica di San Pietro*. Infine, mentre nella sessione C3. *Speri-*

mentazioni progettuali, una posizione di rilievo occupa il saggio di R. Mancini dal titolo *Roma vista dalle sue mura*.

Sempre in questa sessione, di particolare interesse – anche per la dimensione del complesso – è il contributo di M.P. Gatti e G. Russo del Dipartimento di Ingegneria Civile Ambientale e Meccanica (DICAM) dell'Università degli studi di Trento. Vengono affrontate le strutture militari abbandonate e, in particolare la città-fortezza di Palmanova, con le problematiche di rigenerazione fisica ed economica degli acquartieramenti, questione che si ripropone con particolare criticità per diverse situazioni in Italia e in Europa. Gli aspetti tipologici ovviamente non possono essere disgiunti da quelli strutturali e tecnologici, tanto sul piano della conoscenza e delle istruttorie preliminari, quanto al livello di soluzioni concrete e operative. Se questo è un approccio valido per qualsiasi intervento sull'esistente, particolarmente delicato appare nel costruito storico, soprattutto quando le dimensioni sono ragguardevoli, come è il caso di Palmanova. Coerentemente, uno degli interrogativi che il contributo si pone a livello generale è la riconoscibilità dei valori storico-documentari che il patrimonio esistente incarna e che vanno salvaguardati, sia pure in relazione alle strategie di reinserimento in un circuito di nuova fruizione economica che risulti efficace sul piano funzionale.

Insieme ad alcuni aspetti particolarmente interessanti e positivi, riscoperti e inseriti nel nuovo programma unitario di valorizzazione territoriale di concerto con l'Agenzia del Demanio il lavoro non dimentica gli aspetti critici, quali l'eccessiva burocratizzazione che ha di fatto bloccato qualsiasi proposta o iniziativa concreta. Come conclude l'articolo, servono nuove strategie di rigenerazione per non danneggiare ancor più gli insediamenti militari abbandonati. Servono strategie basate

Fig. 2. Forte Arbuticci, Caprera, La Maddalena (Sassari).



sulla conoscenza dei caratteri insediativi architettonici e tecnologici e sulla conoscenza delle politiche locali, ma soprattutto servono progetti reali contestualizzati, economicamente sostenibili.

Per quanto riguarda la sessione speciale S1. *Riqualificazione, adeguamento funzionale e gestione per l'uso condiviso, civile e militare* si segnalano i contributi *Buone pratiche e modelli di intervento e gestione del patrimonio militare in uso*, di T. K. Kirova, e *HBIM per il restauro, la rifunzionalizzazione e la gestione del patrimonio militare. Il caso della Caserma Cascino a Cagliari* di D.R. Fiorino, S.M. Grillo, E. Pilia e E. Quaquero.

Mentre all'interno della sessione S2. *Patrimonio militare per l'arte e i musei* si segnala *Le Fenestrelle: la seconda vita di un forte piemontese* di L. Accurti (MIBACT, Soprintendenza archeologica Belle Arti e paesaggio per la città metropolitana di Torino, Italia). Il complesso fortificato di Fenestrelle, detto anche "Grande Muraaglia piemontese", assurge a simbolo della provincia Torinese. L'autrice ripercorre il processo di restauro e rifunzionalizzazione di parte degli edifici del Forte San Carlo (cioè la parte inferiore) compresi i percorsi di visita dell'intero complesso che è stato restituito all'uso e alla fruibilità con funzione museale didattica e culturale. In questo progetto particolare rilievo è stato dato al restauro della Porta Reale che ha consentito di recuperare e valorizzare l'ingresso principale al Forte per conferenze manifestazioni. Coerentemente alla visione della conservazione

più contemporanea, una parte fondamentale è stata riservata alla fase di analisi e conoscenza critica, mentre è stato ritenuto significativo correlare gli interventi di carattere materico con quelli di carattere dinamico nell'esperienza fisica dei luoghi. L'interattività è stata declinata anche in senso virtuale e digitale. Da apprezzare infine la dimensione che è stata illustrata in merito al livello minimalista degli interventi, attuati tanto in termini di non invasività (in tutti i sensi), quanto in termini economici.

A conclusione di questo breve excursus volto a sintetizzare brevemente un'iniziativa scientifica ampia, completa e inappuntabile, vogliamo citare quanto ha scritto Sergio Polano nella sua *lectio* dal titolo *Dazzle painting*: «ecco la prima grande esposizione futurista! L'arte della confusione visiva nei paesaggi militari marittimi». Se Thomas Alva Edison aveva fallito con le soluzioni di *camouflage* basate su un grande uso di teloni, la nuova tecnica (già adottate nel corso del primo conflitto mondiale) basata su tinte e vernici direttamente applicate agli scafi riscosse grande successo in Europa e non solo. La prima campagna di guerra sottomarina illimitata fu iniziata nel febbraio 1915 dagli *u-boot* tedeschi, in aperta violazione delle convenzioni internazionali relative al Diritto Bellico. Il progetto visivo di mascheramento era programmaticamente fondato su una puntuale applicazione dei concetti e delle regole della *Gestalt*, con strette connessioni con i movimenti vorticisti.

Fondamentale si conferma la selezione critica dei colori e dei loro parametri di valutazione, primi fra tutti i toni e le *nuance*, gestiti e applicati (per esempio in Inghilterra) da undici assistenti volontarie formate nelle varie scuole d'arte per il riporto a *gouache*, secondo tipologie e con i colori numericamente codificati secondo una cartella cromatica standard. «Chi non è stato abbastanza fortunato da riuscire a vedere i moli di uno dei nostri grandi porti durante la guerra – scrive Ugo Hurstnel 1919 in *Dazzle painting in war-time* – immagini l'arrivo di un convoglio di queste navi dipinte, con le banchine affollate per miglia e miglia da battelli di ogni sorta. [...] Ognuno risplendente in una varietà di partiti brillanti nelle più recenti campiture a strisce, in bianco e nero o azzurro e blu oltremare. Oppure nelle soluzioni precedenti caratterizzate da tratti curvilinei, macchie e semicerchi. Prendete tutto ciò assommatelo in quel che sembra una disperata confusione, ma in realtà è perfetto ordine con prua e poppa che puntano in ogni direzione; aggiungete un po' di sole, nonché dei riflessi variegati e scintillanti mescolati con fumi, vita, e movimento incessante e si potrà tranquillamente dire che il termine "dazzle" non è lontano dal segno». Anche questo approccio metodologico può quindi annoverarsi fra le "forme della difesa". Gli interessanti e affascinanti documenti grafici e fotografici a corredo del saggio confermano il valido, pertinente ed efficace ruolo della Cultura della Visione nell'arte della guerra, nel teatro militare.

Note

[1] Questi i soggetti coinvolti nell'organizzazione del Convegno: Coordinamento Scientifico: Donatella Rita Fiorino, Università degli Studi di Cagliari, Dipartimento

di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura (DICAAR); Coordinamento Istituzionale: Giovanna Damiani, Direttore del Polo Museale Sardegna; University

of Edinburgh: Miles Glendinning, Director of the Scottish Centre for Conservation Studies; Istituto Italiano dei Castelli: Michele Pintus, vicepresidente nazionale.

Autore

Anna Marotta, Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino, anna.marotta@polito.it

La biblioteca dell'UID

La biblioteca dell'UID

2017

- Balzani, M. (2017). *Spazio intersecato. Percorsi di confine e tematismi di aggregazione per il rilievo, la rappresentazione e il progetto*. Santarcangelo di Romagna: Maggioli Editore.
- Belardi, P., Ramaccini, G. (2017). *Lo studiolo del terzo millennio*. Gubbio (Perugia): L'ArteGrafica Edizioni.
- Bolognesi, C. (a cura di). (2017). *Brainstorming BIM. Il modello tra rilievo e costruzione*. Santarcangelo di Romagna (Rimini): Maggioli Editore.
- Calduch, J. (2017). *Andrea Palladio. La arquitectura dibujada en los tratados*. Alicante: Publicacions de la Universitat d'Alacant.
- Capanna, A., Mele, G. (a cura di). (2017). *RPR. Rilievo, Progetto, Riuso*. Milano: Maggioli Editore.
- Carpo, M. (2017). *The Second Digital Turn. Design beyond Intelligence*. Cambridge, Mass-London: The MIT Press.
- Ceccarelli, M., Cigola, M., Recinto, G. (eds.). (2017). *New Activities for Cultural Heritage. Proceedings of the International Conference HeritageBot 2017*. Cham: Springer.
- Ciammaichella, M., Bergamo, F. (a cura di). (2017). *Prospettive architettoniche dipinte nelle Ville Venete della Riviera del Brenta*. Ariccia (Roma): Aracne Editrice.
- Cundari, C. et al. (2017). *La villa Farnesina a Roma. L'invenzione di Baldassarre Peruzzi*. Roma: Edizioni Kappa.
- D'Auria, S., De Feo, E. (2017). *La chiesa di Sant'Eligio al Mercato a Napoli. Storia, indagini documentarie, rilievi, analisi storica*. Fisciano (Salerno): CUA.
- De Miguel Sánchez, M. (ed.). (2017). *Muestra EGA 2016. Una mirada a las enseñanzas del dibujo de arquitectura*. Alcalá de Henares: Fundación General de la Universidad de Alcalá.
- Fioravanti, A., Cursi, S. et al. (eds.). (2017). *ShoCK! – Sharing of Computable Knowledge!, Proceedings of the 35th International Conference on Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe*. Rome: eCAADe and Sapienza University of Rome.
- Fiorillo, F. (2017). *Misure e rappresentazioni digitali per l'archeologia, l'architettura e il territorio*. Fisciano (Salerno): CUA.
- Iarossi, P. (2017). *Laboratorio La Boca. Tracce d'Italia a Buenos Aires*. Firenze: Altralinea.
- Janeiro, P.A. (2017). *O desenho do céu da Rua. Três Metodologías para a Representação Figurativa da Rua e dos seus Objectos*. Lisboa: Chiado Editora.
- Luigini, A. (a cura di). (2017). *Lineis Describere. Sette seminari tra rappresentazione e formazione*. Melfi (Potenza): Libria.
- Luigini, A. et al. (eds.). (2017). *Immagini? Conference 2017. Proceedings of the International and Interdisciplinary Conference IMMAGINI? Image and Imagination between Representation, Communication, Education and Psychology*. Brixen, 27, 28 November 2017. <<http://www.mdpi.com/2504-3900/1/9>> (consultato il 18 giugno 2018).
- Messina, B. (2017). *La memoria del disegno. Le trasformazioni della moschea di Cordova attraverso la lettura grafica dello spazio*. Mediglia (Milano): Collana Scientifica dell'Università degli Studi di Salerno, in co-edizione con libreriauniversitaria.it edizioni.
- Ortega, L. (2017). *El diseñador total. Autoría en la arquitectura de la época postdigital*. Barcelona: Puente Editores.
- Parodi, A.M. (2017). *Un percorso nel tempo. Genova, la via "Romana di Levante"*. Genova: Genova University Press.
- Parrinello, S., Picchio, F. (2017). *Barbianello e Palazzo Nocca. Un progetto di documentazione per lo studio dell'Oltrepò pavese*. Firenze: Edifir.
- Piero della Francesca. (2016, 2017). *De prospectiva pingendi*. Edizione nazionale degli Scritti di Piero della Francesca III A, t. I: *Testo volgare*. Gizzi, C. (a cura di); t. II: *Disegni*. Migliari, R. et al. (a cura di); t. III: *Stampa anastatica del codice 1576, Biblioteca Palatina di Parma*. Edizione nazionale degli Scritti di Piero della Francesca III B, t. I: *Testo latino*. Carderi, F. (a cura di); t. II: *Disegni*. Migliari, R. et al. (a cura di); t. III, *Stampa anastatica del codice 616, Bibliothèque Municipale de Bordeaux*. Roma: Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.

2018

- AA.VV. (2018). *Mario Manganaro. "...un disegnatore generoso". In memoria di M.M.* Messina: EDAS.
- Amoruso, G. (ed.). (2018). *Putting Tradition into Practice: Heritage, Place and Design. Proceedings of 5th INTBAU International Annual Event.* Cham: Springer.
- D'Uva, D. (2018). *Form and Morphogenesis in Modern Architectural Contexts.* Hershey, Pennsylvania: IGI Global.
- Hemmerling, M., Cocchiarella, L. (eds.). (2018). *Informed Architecture. Computational Strategies in Architectural Design.* Cham: Springer.
- Ippolito, A. (2018). *La Scarzuola tra idea e costruzione. Rappresentazione e analisi di un simbolo tramutato in pietra.* Roma: Sapienza Università Editrice.
- Luigini, A. (a cura di). (2018). *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio.* Milano: Franco Angeli.
- Marcos Alba, C.L., Allepuz Pedreño, Á. (eds.). (2018). *El bisturí en la línea. Razón, precisión y mensura en el dibujo y el pensamiento arquitectónicos de Alberto Campo Baeza.* Alacant: Universidad d'Alacant.
- Marcos Alba, C.L. et al. (eds.). (2018). *De trazos, huella e improntas. Arquitectura, ideación, representación y difusión / XVII Congreso internacional de Expresión gráfica Arquitectónica.* Alicante, del 30 de mayo al 1 de junio 2018. Alicante: Universidad de Alicante. 2 voll.
- Montes Serrano, C. (2018). *Del material de los sueños. Dibujos de arquitectura en la modernidad.* Valladolid: Ediciones Universidad de Valladolid.
- Picon, A. (2018). *La matérialité de l'architecture.* Marseille: Parenthèses.
- Rossi, M., Buratti, G. (eds.). (2018). *Computational Morphologies: Design Rules Between Organic Models and Responsive Architecture.* Cham: Springer.
- Williams, K., Bevilacqua, M.G. (eds.). (2018). *Nexus 2018: Architecture and Mathematics. Conference Book.* Torino: Kim Williams Books.