

a cura di
STEFANO BERTOCCI
FAUZIA FARNETI

**L'architettura dipinta:
storia, conservazione
e rappresentazione digitale**

*Quadraturismo e grande decorazione
nella pittura di età barocca*

R



ricerche | architettura design territorio

Coordinatore | Scientific coordinator

Saverio Mecca | Università degli Studi di Firenze, Italy

Comitato scientifico | Editorial board

Elisabetta Benelli | Università degli Studi di Firenze, Italy; **Marta Berni** | Università degli Studi di Firenze, Italy; **Stefano Bertocci** | Università degli Studi di Firenze, Italy; **Antonio Borri** | Università di Perugia, Italy; **Molly Bourne** | Syracuse University, USA; **Andrea Campioli** | Politecnico di Milano, Italy; **Miquel Casals Casanova** | Universitat Politècnica de Catalunya, Spain; **Marguerite Crawford** | University of California at Berkeley, USA; **Rosa De Marco** | ENSA Paris-La-Villette, France; **Fabrizio Gai** | Istituto Universitario di Architettura di Venezia, Italy; **Javier Gallego Roja** | Universidad de Granada, Spain; **Giulio Giovannoni** | Università degli Studi di Firenze, Italy; **Robert Levy** | Ben-Gurion University of the Negev, Israel; **Fabio Lucchesi** | Università degli Studi di Firenze, Italy; **Pietro Matracchi** | Università degli Studi di Firenze, Italy; **Saverio Mecca** | Università degli Studi di Firenze, Italy; **Camilla Mileto** | Universidad Politécnica de Valencia, Spain; **Bernhard Mueller** | Leibniz Institut Ecological and Regional Development, Dresden, Germany; **Libby Porter** | Monash University in Melbourne, Australia; **Rosa Povedano Ferré** | Universitat de Barcelona, Spain; **Pablo Rodriguez-Navarro** | Universidad Politécnica de Valencia, Spain; **Luisa Rovero** | Università degli Studi di Firenze, Italy; **José-Carlos Salcedo Hernández** | Universidad de Extremadura, Spain; **Marco Tanganelli** | Università degli Studi di Firenze, Italy; **Maria Chiara Torricelli** | Università degli Studi di Firenze, Italy; **Ulisse Tramonti** | Università degli Studi di Firenze, Italy; **Andrea Vallicelli** | Università di Pescara, Italy; **Corinna Vasić** | Università degli Studi di Firenze, Italy; **Joan Lluís Zamora i Mestre** | Universitat Politècnica de Catalunya, Spain; **Mariella Zoppi** | Università degli Studi di Firenze, Italy

a cura di
STEFANO BERTOCCI
FAUZIA FARNETI

**L'architettura dipinta:
storia, conservazione
e rappresentazione digitale**

*Quadraturismo e grande decorazione
nella pittura di età barocca*



Il volume è l'esito di un progetto di ricerca condotto dal Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Firenze.

La pubblicazione è stata oggetto di una procedura di accettazione e valutazione qualitativa basata sul giudizio tra pari affidata dal Comitato Scientifico del Dipartimento DIDA con il sistema di *blind review*. Tutte le pubblicazioni del Dipartimento di Architettura DIDA sono *open access* sul web, favorendo una valutazione effettiva aperta a tutta la comunità scientifica internazionale.

in copertina

Convito di Giove e Giunone, camera di Giove, Palazzo Ducale, Sassuolo)

progetto grafico

didacommunicationlab

Dipartimento di Architettura
Università degli Studi di Firenze

Susanna Cerri
Federica Giulivo



didapress

Dipartimento di Architettura
Università degli Studi di Firenze
via della Mattonaia, 8 Firenze 50121

© 2020
ISBN 978-88-3338-103-9

Stampato su carta di pura cellulosa *Fedrigoni Arcoset*



INDICE

Discorso di presentazione del convegno (Firenze, 8 novembre 2018) Anna Maria Matteucci	13
Cappella Strozzi: tra effetti illusionistici spaziali e messaggio cristiano Antonio Idda	17
Presentazione Diego Lumare	19
L'architettura dipinta: storia, conservazione e rappresentazione digitale	23
Bramante, Castiglione Olona e la nascita dell'architettura dipinta lombarda Andrea Spiriti	25
Dipinti di legno. Le tarsie prospettiche del coro di Santa Maria alla Scala in San Fedele a Milano Michela Rossi, Michele Russo	35
"Di sotto in su". Analisi geometrica di alcuni esempi di prospettive in lombardia Giampiero Mele	47
Girolamo Curti e la quadratura a Bologna Marinella Pigozzi	57
Quadraturisti bolognesi e quadraturisti bresciani nel palazzo ducale di Sassuolo: incontri ravvicinati Anna Maria Matteucci	73
"...amplum, pulcherrimae structurae, et undique pictum a Sebastiani Ricci et Ferdinando Bibbiena...". Annotazioni dal cantiere di restauro dell'Oratorio del Serraglio a San Secondo Parmense Cristian Prati	89
Le stanze-giardino e le prospettive illusorie di Vincenzo Martinelli a Bologna Giuseppe Amoruso, Andrea Manti	99

Proposta per un aggiornamento del catalogo di Francesco Natali quadraturista Anna Còccioli Mastroviti	109	Nuove tecnologie di rappresentazione per la comprensione del progetto di architettura dipinta Maria Linda Falcidieno, Massimo Malagugini, Maria Elisabetta Ruggiero, Ruggero Torti	239
Il palazzo di città e di campagna dei Pavesi a Pontremoli e i Natali pittori di architettura Fauzia Farneti	119	Questioni di scala e funzione Martina Frank	251
Le quadrature di palazzo Pavesi a Pontremoli: il contributo del rilievo digitale per la comprensione del processo creativo delle decorazioni di una dimora barocca Stefano Bertocci, Monica Bercigli	131	Prospettive illusionistiche di Christoph Tausch nell'Europa centro orientale Alberto Sdegno, Veronica Riavis	261
Accademia delle Scienze di Torino: la sala, oggi denominata "dei Mappamondi", realizzata a fine Settecento (1786-1787) da Giovannino Galliari (1746-1818) Rita Binaghi	141	L'apparato pittorico della villa Il Pozzino, a Firenze: rilievi e prime restituzioni critiche Paola Puma, Giuseppe Nicastro	273
Ancora sui percorsi dei Galliari. Il salone d'onore del castello di Piea in provincia di Asti: un significativo esempio di architettura dipinta Maria Vittoria Cattaneo	151	Geometria e misura nelle sale dei quartieri estivi di palazzo Pitti Barbara Aterini, Sara D'Amico	283
Un capitolo di quadraturismo settecentesco lombardo nel Piemonte orientale: i Giovannini tra Novara e Vercelli Marina Dell'Omo	163	L'oratorio della Misericordia di Vicchio del Mugello: dalla scenografia al quadraturismo Monica Lusoli	293
I Baroffio da Mendrisio tra Varese e il Canton Ticino Laura Facchin	173	Le decorazioni di Villa Murlo a San Casciano in Val di Pesa Sandra Marraghini	303
Tipologie prospettiche per le 'quadrature' di Tommaso Sandrini Filippo Piazza	185	Jacopo Tintoretto e la rappresentazione digitale dell'architettura dipinta Gianmario Guidarelli, Gabriella Liva	315
Giuseppe Reina quadraturista milanese Vittoria Orlandi Balzari	197	Per una metodologia di studio delle prospettive architettoniche Leonardo Baglioni, Laura Carlevaris, Marco Fasolo, Matteo Flavio Mancini, Jessica Romor, Marta Salvatore, Graziano Mario Valenti	325
Giovanni Mariani "il vecchio" e le quadrature di palazzo Visconti a Brignano Gera d'Adda (Bg) Beatrice Bolandrini	207	Il progetto della finta cupola nella chiesa di Sant'ignazio a Roma Antonio Camassa, Giovanna Spadafora	337
L'architettura dipinta della Scoletta del Carmine a Padova Agostino De Rosa, Andrea Giordano, Cosimo Monteleone, Rachele Angela Bernardello, Mirka Dalla Longa, Emanuela Faresin, Isabella Friso, Giulia Piccinin	219	L'influenza di Andrea Pozzo nello stato di Minas Gerais, Brasile Maria Cláudia A. Orlando Magnani	347
Architettura reale e illusoria: prospettiva e percezione in una decorazione genovese Cristina Càndito	219	Al servizio della regina Farnese: Quadraturisti piacentini in Spagna Sara Fuentes Lázaro	355
		L'ultimo quadraturista umbro. Pietro Carattoli (1703-1766) e l'architettura dipinta "sul sito" Paolo Belardi, Valeria Menchetelli	365
		L'apparato decorativo della Galleria del Cardinale in palazzo San Giacomo a Russi (RA): studi e indagini per la conoscenza e il restauro Marta Porcile	377

Illusione e prospettiva nell'architettura dipinta di Domenico Chelli María Fernanda García Marino	389
Phenomenon of augmented space – physical and virtual space analysis of wall paintings: St. Francis Xavier Jesuit Church in Piotrków Trybunalski, Poland Magdalena Żmudzińska-Nowak, Assunta Pelliccio, Marco Saccucci, Karolina Chodura	402
Quadraturismo e grande decorazione barocca nelle chiese e nei palazzi vescovili in Italia meridionale. Restauri e nuove acquisizioni Mimma Pasculli Ferrara	413
L'architettura dipinta nelle sale del Palazzo vescovile di Melfi Isabella Di Liddo	425
I soffitti a tavolato ligneo di S. Maria degli Angeli a Brindisi. Un esempio di Quadraturismo in Puglia Marianna Saccente	435
Il paliotto dell'altare maggiore della chiesa di S. Lucia alla Badia a Siracusa: il carattere illusorio di una prospettiva architettonica scultorea Rita Valenti, Emanuela Maria Paternò	445
L'inganno architettonico tra Settecento e Ottocento: frammenti dell'esperienza luso-brasiliana Magno Mello Moraes	457
Una multinazionale della quadratura. Artisti e gesuiti tra Europa, Cina e Brasile Renata Maria De Almeida Martins, Luciano Migliaccio	471

DIPINTI DI LEGNO. LE TARSIE PROSPETTICHE DEL CORO DI SANTA MARIA ALLA SCALA IN SAN FEDELE A MILANO

Michela Rossi
Politecnico di Milano, Italia

Michele Russo
Università di Roma Sapienza, Italia

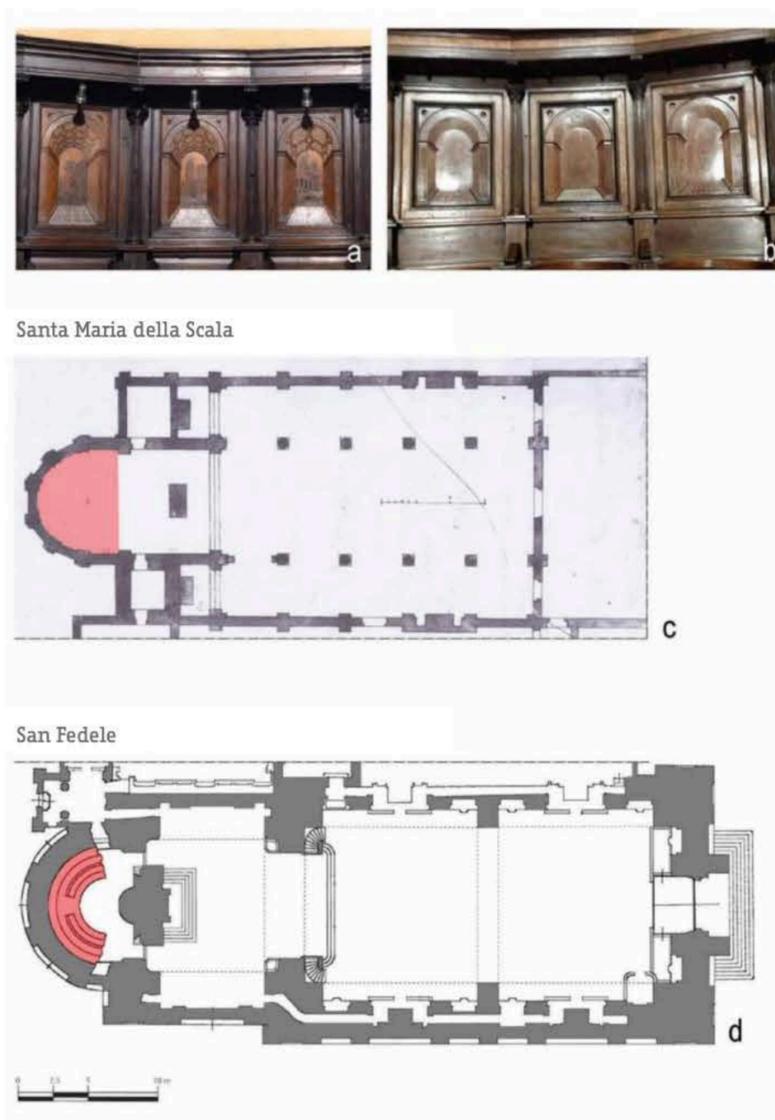


Fig. 1
Immagine del coro nella chiesa di San Fedele a Milano (a); immagine del coro nella chiesa di S. M. della Passione (b); planimetria di S. M. della Scala e S. Fedele (c); planimetrie di S. Fedele (d).

Abstract

The Jesuit church of San Fedele in Milan preserves the inlaid choir of Santa Maria della Scala church, decorated with perspective inlays in relief, which present repetitive elements and a composition like the wooden choir of San Satiro, varying the decoration of the architectural elements and the urban landscape in the background. All the panels except one have the same decoration in pairs with very similar backgrounds, but the arrangement in the choir, which has been adapted to a different space respect to the original one, is not symmetrical. The analysis tries to reconstruct the design organization, integrating the survey of both the panels and the geometry of the wooden structure, trying to clarify the questions posed by the anomalies found, suggesting the original geometry in an unequal comparison between the digital survey and the eighteenth-century drawings of the demolished church.

Keywords

Prospettiva accelerata, schiacciato prospettico, decorazione lignea, formelle prospettiche, coro ligneo

Introduzione

L'intreccio fra l'arte della pittura, della scultura e dell'architettura ha consentito la costruzione di spazi scenografici in grado di trascendere lo spazio fisico attraverso una nuova dimensione illusoria. Tale risultato, ottenuto attraverso una serie di passaggi nei quali la sensibilità e cultura dell'artista giocava un ruolo essenziale, ha avuto una prima codifica nel Rinascimento con la definizione di una regola geometrica per la rappresentazione misurata della profondità dello spazio.

La prospettiva lineare ha offerto infatti un potente strumento di controllo progettuale destinato ad affermarsi come soluzione decorativa, capace di manipolare la percezione con l'illusione di ambienti diversi da quelli costruiti.

Il successo della decorazione prospettica ha trovato conferma evidente anche nella sua applicazione ornamentale al di fuori dell'ambito strettamente pittorico. Un esempio interessante è quello offerto dall'ebanisteria e dalle tarsie lignee, come nello studiolo di Federico a Urbino e dalla consuetudine di ornare con formelle prospettiche gli schienali degli scranni

dei cori ecclesiastici, dove il ricorso alla prospettiva perde la velleità illusionistica per diventare un semplice espediente ornamentale e iconografico.

Questo articolo presenta alcune evidenze emerse dallo studio delle tarsie prospettiche del coro ligneo realizzato per la chiesa di Santa Maria della Scala a Milano e poi riadattato all'interno di San Fedele.

L'obiettivo della ricerca è la ricostruzione dell'organizzazione originale del coro attraverso l'integrazione del rilievo delle formelle con quello del manufatto ligneo. La ricerca della geometria originale del manufatto evidenzia l'importanza dell'integrazione di diverse tecniche di rilievo, che si dimostra necessaria per comprendere la geometria dei manufatti complessi ai diversi livelli e scale, potendo accedere ad una lettura multilivello dell'architettura.

Il manufatto – due cori, tre chiese

La chiesa di San Fedele a Milano, affidata da Carlo Borromeo alla Compagnia del Gesù, conserva il coro cinquecentesco della chiesa di Santa Maria della Scala (fig. 1a), che prima della demolizione si trovava dove oggi si erge il teatro omonimo¹ (Pedrocchi, 1983). Il coro, nato per arredare la chiesa medievale di Santa Maria della Scala e riadattato due secoli dopo dal Piermarini ad uno spazio diverso, ha subito altri due interventi: uno nel 1763 e un restauro conservativo nel 1979 che non ne ha alterato le forme² (Cattaneo, 1980). L'apparato decorativo presenta alcune analogie con quello coevo di Santa Maria della Passione (fig. 1b) e sono entrambi attribuiti alla bottega di Anselmo de' Conti (Caffi, 1870; Forcella, 1974). I cori, che hanno rispettivamente 31 e 47 scranni, sono caratterizzati da due ordini di sedute uno per i canonici e l'altro per i beneficiati. I dossali degli scranni superiori, decorati con formelle prospettiche in rilievo, mostrano caratteristiche e composizione simili, variando solo le decorazioni minute degli elementi architettonici e gli sfondi, che in San Fedele mostrano scorci urbani e in Santa Maria sono 'vuoti'. Le tarsie prospettiche disegnano una galleria semicircolare sopra il livello degli schienali, inquadrando le sedute con archi in stacciato che riprendono, semplificandolo, lo schema del finto coro bramantesco di San Satiro, che a sua volta riprende il motivo della volta a botte tipico della composizione prospettica quattrocentesca (Rossi et al., 2018).

¹ Il manufatto in legno di noce fu ultimato nel 1560 (data ritrovata nel corso del restauro) e trasportato in San Fedele nel 1775 dopo la demolizione della chiesa medievale, quando Maria Teresa vi insediò il Capitolo della Scala.

² La chiesa fu realizzata in memoria della moglie di Bernabò Visconti e dedicata nel 1385; alla metà del XV secolo era luogo di culto della Scuola dei Maestri ebanisti di San Giuseppe ed era la chiesa della nobiltà milanese, decretata cappella regia da Carlo V nel 1535 dopo l'occupazione della città, e per questo dotata di un nuovo presbiterio al posto di una precedente scarsella, completato nel 1548, quando fu inaugurato l'altare.

Il riferimento al coro di San Satiro, richiamato ad altra scala e contesto, è stato la prima ragione di interesse verso il coro di San Fedele e per lo studio della composizione iconografica. Il confronto dello schema prospettico delle sue formelle con quello bramantesco è di scarso interesse rispetto ad altre particolarità del manufatto. Queste hanno richiesto un rilievo più accurato dell'intero manufatto, concepito come struttura integrata in modo organico nell'architettura, spostando l'interesse principale dalla prospettiva della decorazione alla geometria del manufatto, per ricostruirne la composizione originaria e la natura della trasformazione successiva. Si è quindi proceduto all'analisi comparativa delle decorazioni e alla ricostruzione della geometria del coro, confrontandola con le due piante note e con il coro simile di Santa Maria della Passione³.

L'analisi decorativo-prospettica

Il coro ligneo, che l'altare nasconde alla vista dalla navata, è inserito tra due aperture nella terminazione semicircolare del presbiterio di San Fedele ed è costituito da due ordini di sedute disposte su archi concentrici (Dossi, 1963).

L'ordine superiore ha 19 scranni disposti ad arco, quello inferiore ha due settori da sei sedute con passaggio al centro. Le sedute superiori sono sovrastate da dossali scanditi da colonne corinzie che sostengono le mensole del coronamento superiore, decorati dalle tarsie prospettiche in rilievo. Queste hanno disegni accoppiabili ma non perfettamente uguali e presentano alcune costanti con variazioni, come se fossero state realizzate da uno schema comune con un numero ridotto di cartoni. In particolare si osserva che:

- tutti i fornicati prospettici hanno una volta a botte a pieno sesto su setti pieni con base lineare e una cornice-capitello dorica e sono decorati con motivi geometrici realizzati ad intarsio in madreperla ed osso all'intradosso della volta e sul fronte,
- gli archi hanno ghiere tripartite, raccordate alla cornice esterna;
- le profondità dei piedritti sono decorate con incisioni che riproducono il disegno dell'apparato murario o ornamenti militari (stemmi e armi);
- le campate sono quadrangolari con l'intradosso delle volte e il pavimento decorati a motivi geometrici intarsiati con legni diversi, che solo in alcuni casi lasciano intendere un vano quadrato;
- i fornicati incorniciano sullo sfondo scorci di paesaggi urbani e rovine classiche, con qualche elemento naturalistico come piccoli corsi d'acqua attraversati da un ponte e qualche albero.

³ In un lavoro condiviso attraverso un costante confronto tra gli autori, della prima parte (paragrafo 1 e 2) e delle conclusioni (paragrafo 5) si è occupata Michela Rossi, della seconda parte (paragrafo 3 e 4) Michele Russo. Per la gentile concessione del rilievo del coro di Santa Maria della Passione si ringrazia Ciampiero Mele.



pagina a fronte
Fig. 2

Dossali del coro: i tre esterni sono accoppiati in modo simmetrico, il 4ds sfalsa le coppie di quelli centrali (a); comparazione fra la distribuzione degli stalli in San Fedele (sinistra) e quella ipotizzata in S.M. della Scala (a destra) (b); schema prospettico dei dossali larghi 12 once (1 piede milanese = 0,435185 m.) (c); ricostruzione del punto di vista dello stallo dal coro (d).

Fig. 3

Schemi di acquisizione con i sistemi attivi: a sinistra la livella laser, a destra il laser scanner 3D (a); immagine a scala di grigi e colorata relativa ad una singola scansione della destra del coro (b); schemi fotogrammetrici: a sinistra punti di presa per l'intero coro, a destra per il singolo stallo (c); rendering del modello numerico del coro (d).

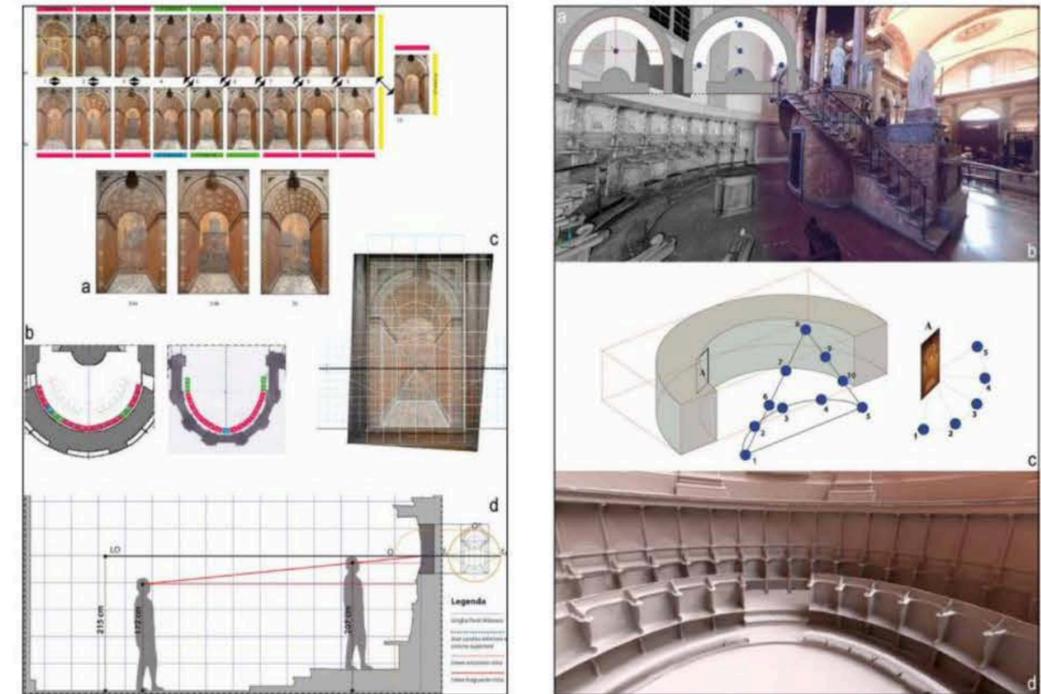
Per la comparazione, le formelle sono state identificate con numeri dagli estremi sia a destra che a sinistra guardando il coro (1sn/1ds ecc.), quella centrale corrisponde al numero 10 (fig. 2b).

Il rilievo diretto dei dossali decorati conferma la regolarità dell'esecuzione e il riferimento ad uno schema geometrico comune anche nella diversa larghezza. Il punto di vista teorico risulta un po' più in alto della metà del piedritto, e si colloca a 5 piedi milanesi (fig. 3d) dal pavimento. Esso evidenzia alcune particolarità che sembrano legate alla trasformazione settecentesca, che si è cercato di spiegare integrando lo studio delle formelle con quello della geometria dell'arredo, in particolare:

- tutte le formelle, ad eccezione di una, presentano a coppie la stessa decorazione del fornice e simile scorcio urbano, con disposizione simmetrica sfalsata dall'accostamento di due formelle con fornici uguali (9sn e 10);
- e decorazioni delle volte, piedritti e pavimento sono accoppiabili con la stessa combinazione e misure simili, ad eccezione della formella posizionata non al centro (4ds) ma nel lato destro;
- 5 coppie presentano la stessa decorazione del fornice e lo stesso scorcio sullo sfondo, le altre 4 non sono accoppiabili e gli scorci urbani hanno punti di vista differenti;
- un solo fondale ha un'immagine frontale con una cupola che sottolinea l'asse di simmetria (3ds);
- le larghezze delle formelle, uguali in altezza, variano di alcuni centimetri e possono essere ricondotte a due misure principali con la differenza di un'oncia (circa 36 mm), eccetto una che ha larghezza intermedia di 11,5 once.
- La geometria degli apparati prospettici (fig. 2c) dimostra l'intento decorativo delle prospettive.

Queste inseriscono lo spazio del coro in un contesto urbano di fantasia con rovine ed elementi classicheggianti, forse carico di riferimenti simbolici, senza nessuna intenzione di rappresentazione realistica di spazi misurabili. Infatti, mentre si risolve con facilità la ricerca del punto principale, la distanza è indeterminata perché mancano riferimenti (geo)metrici certi e il disegno dei pavimenti non sempre riporta lo stesso numero di divisioni nella larghezza e nella profondità, che non risulta scandita in modo rigoroso, lasciando intendere un'applicazione della regola un po' approssimativa per semplificare il lavoro dell'incisore, riducendo lo scorcio in lontananza.

L'accostamento al centro di due fornici uguali (9sn, 10) ma asimmetrici rispetto all'asse del coro sembra imputabile ad un errore commesso in sede di trasformazione. La



ricostruzione della simmetria perduta richiederebbe l'inserimento al centro della formella con fornice non accoppiato; tale sostituzione però non è immediata, poiché lo sfondo con immagine centrale (3ds) non coincide con il fornice singolo (4ds), che è anche quello di larghezza diversa ed ha specchiature all'interno dei piedritti come 3ds e 3sn. I piedritti dei due dossali esterni (1ds e 1sn) mostrano la tessitura muraria in mattoni, mentre tutti gli altri sono decorati con armi e insegne araldiche. I 4 dossali più stretti, sebbene sfalsati di una posizione, sono riconducibili a due coppie con la stessa composizione di ornato e sfondo e dovrebbero essere stati ai lati, nella parte rettilinea del coro. È improbabile che fondali di differente larghezza (circa 1 cm. di differenza) siano stati invertiti in occasione del trasporto o degli interventi di restauro.

Pertanto, sembra che ci sia stato un errore di combinazione in fase di assemblaggio tra il disegno ornamentale dell'architettura e lo sfondo, che non ha consentito di mantenere la simmetria compositiva del piano progettuale (fig. 2a). Questa irregolarità induce a pensare a una causa riconducibile all'adattamento ad una geometria diversa, basata su un arco di raggio maggiore rispetto al coro primitivo, che doveva avere due sedili per parte oltre la parte semicircolare. L'ipotesi giustifica l'idea di ricostruire la disposizione originale sulla base di quanto desumibile dal rilievo e dalla documentazione della chiesa di Santa Maria della



Scala, con un confronto impari tra il rilievo digitale del coro e i disegni settecenteschi della chiesa scomparsa⁴. Della chiesa restano due disegni (Della Torre, 1994) che però descrivono due situazioni planimetriche diverse. Il primo, conservato nella Biblioteca Trivulziana (Raccolta Bianconi), riporta la scala grafica, ma solo tre misure (larghezza navata e due misure sulla profondità del presbiterio). Il secondo, conservato all'Archivio di Stato, sembra riferibile alla realizzazione di una scala barocca con balaustra davanti all'altare e riporta una serie di misure in braccia, insufficienti a ricostruire la profondità del presbiterio, più lungo di quello del disegno della Trivulziana, che descrive un coro simile a quello di Santa Maria della Passione. (figg. 1c, 1d) Nella configurazione attuale l'arco absidale non è completo. L'emiciclo si interrompe a 160° per la presenza di due aperture simmetriche (una tamponata), ma il rilievo e il confronto con Santa Maria della Passione dimostrano che gli scranni più stretti dovevano essere quelli della parte rettilinea del coro, poiché in quelli radiali, mantenendo la stessa larghezza nel bordo della seduta, pari a poco più di 50 cm (1 piede e 2 onces), lo schienale risulta leggermente più largo (cm. 5), cosa confermata dall'angolo tra i braccioli e lo schienale o il bordo anteriore del sedile (fig. 4d).

La geometria del coro

Vista la complessità del manufatto, si è pianificato l'utilizzo di differenti metodologie di rilievo al fine di trarre le informazioni qualitativamente più attendibili. Si è dunque proceduto con il rilievo indiretto dell'intero manufatto, cercando tracce che permettessero di verificare eventuali spostamenti dei seggi.

Metodologie di rilievo a confronto

Il contributo del rilievo diretto è stato essenziale per l'acquisizione delle informazioni necessarie all'analisi visiva dei singoli stalli. L'analisi ha evidenziato caratteristiche materiche e costruttive (lesioni, intagli, venature, cunei), difficilmente visibili con sistemi di rilevamento digitali per la dimensione e il materiale del coro. Il rilevamento indiretto si è basato sull'uso di sensori attivi, con un distanziometro motorizzato (Disto 3D, Leica) e un laser scanner 3D a variazione di fase (Focus 3D 120, Faro), e passivi con la fotogrammetria digitale, ottenendo differenti set di dati con diverse finalità (Guidi et al., 2010; Luhmann et al., 2014). Il distanziometro laser ha consentito di acquisire profili geometrici per una restituzione plano-altimetrica di notevole precisione, evitando di incorrere

⁴ Quando nel 1773 papa Clemente IV soppresse la Compagnia di Gesù, Maria Teresa d'Austria aveva spostato il capitolo della Scala in San Fedele, demolendo la chiesa di Santa Maria della Scala che era in condizioni precarie, per costruire il teatro della Scala.

in possibili errori interpretativi dati dalla nuvola di punti dell'intero ambiente. Il laser scanner 3D è stato impiegato per rilevare la geometria dell'intero coro e i suoi dettagli plastici. Infine, la fotogrammetria digitale ha consentito di sperimentare la foto-modellazione degli arredi ecclesiastici, ponendo questa tecnica a confronto con le altre metodologie e valutandone i risultati.

L'acquisizione dei dati

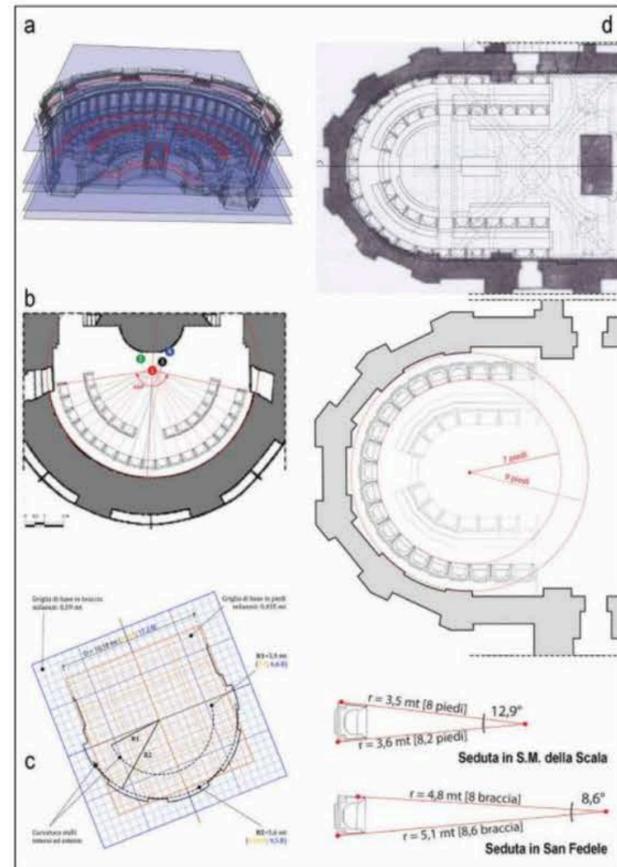
La tipologia dell'arredo coro-altare presenta alcuni elementi da tenere in considerazione prima dell'avvio della fase di rilevamento, ovvero il differente livello di dettaglio del coro, dalla dimensione architettonica a quello dell'elemento scultoreo minore, nonché il limitato spazio di movimentazione strumentale che porta la creazione di importanti aree di occlusione. La presenza di una piccola scala in marmo posta nel retro dell'altare ha consentito di alzare il punto di vista strumentale, limitando le occlusioni. Infine, il materiale rende complessa l'applicazione dei sensori attivi e richiede una luce distribuita per i sensori passivi. L'assenza di quest'ultima ha determinato il fallimento della foto-modellazione. Il rilievo con la livella laser motorizzata è avvenuto posizionando lo strumento sopra un arredo sacro posto al centro del coro (fig. 3a), programmando l'acquisizione di una sezione verticale e due orizzontali con un passo di 2 cm. Lo strumento consente di mantenere una risoluzione di acquisizione costante grazie alla ribattitura del punto sui cambi di piano, con una notevole precisione nella determinazione dei punti in un unico sistema di riferimento comune. I dati così registrati sono stati importati nella piattaforma di visualizzazione digitale ed esportati in un formato di interscambio.

Il rilievo attraverso il laser scanner 3D ha richiesto 5 stazioni (fig. 3a). La maneggevolezza dello strumento ha consentito una rapida esecuzione del rilievo e il posizionamento dello strumento sulla stretta scala dietro l'altare. È stata acquisita una maglia di punti con un passo di campionamento di 6 mm @ 10 metri e una ribattitura di 4 volte del singolo punto, con nuvole da 44 milioni di punti in un tempo di circa 7 minuti. Insieme al dato geometrico è stato acquisito anche quello del colore (fig. 3b), facilitando il riconoscimento delle corrispondenze fra le scansioni durante la fase di allineamento semi-automatico (ICP), che ha portato alla definizione di una unica nuvola di punti.

Per la campagna fotografica si è resa necessaria una fase di test in situ per verificare il set-up ideale delle fotocamere. Con la fotocamera D3100 (Nikon), dedicata all'acquisizione dell'intero coro, è stato impostato un tempo di esposizione di 8 decimi di secondo, una sensibilità ISO400 e una apertura di diaframma di 3,6 mm. L'uso del grandangolare (35 mm) non è stato sufficiente per inquadrare l'intero artefatto, pertanto si è effettuata una serie di scatti per ogn



Fig. 4
Modello numerico del coro ed estrazione delle sezioni attraverso intersezione con piani (a); planimetria del coro con centri di curvatura (b); analisi planimetrica dell'impianto corale (c); ingrandimento del coro di S. M. della Passione (Mele, 2012) e di S. M. della Scala con la distribuzione teoricamente originale (ipotesi) della struttura corale, con comparazione geometrica fra lo scranno originale e quello adattato in San Fedele (d).



punto di presa. La pianificazione di 10 punti di presa (fig. 3c) ha permesso di introdurre sia una baseline orizzontale che verticale entro 1/5 della distanza dall'oggetto, acquisendo un totale di 41 fotografie (4 per ogni postazione e 5 nel punto più in alto). Ad integrazione è stata condotta una campagna fotografica dedicata ad ogni singolo stallone. È stata usata una fotocamera Nex 5 (Sony) con un obiettivo grandangolare, ISO 200 e massima apertura del diaframma, acquisendo 5 immagini per raffigurazione per garantire una corretta baseline orizzontale ed ottenere un prodotto metricamente corretto (fig. 3c).

L'elaborazione dei dati

La nuvola di punti ottenuta dal distanziometro laser 3D non ha richiesto elaborazione, in quanto direttamente utilizzabile per la ricostruzione di profili vettoriali al CAD. La nuvola di punti ottenuta dal laser scanner 3D è stata invece utilizzata per la generazione di un modello numerico, ottenuto attraverso un percorso semi-automatico che ha richiesto

molto tempo in particolare per la chiusura delle numerose lacune, la fase di pulizia topologica della superficie e l'ottimizzazione nella distribuzione dei poligoni. Le zone d'ombra non hanno consentito di ricostruire un modello 3D *reality-based* ma solo un modello poligonale (fig. 3d) dal quale estrarre sezioni (fig. 4a). Attraverso l'integrazione dei dati del distanziometro e del laser scanner 3D è stata ricostruita la planimetria del coro, (fig. 4b), desumendo i centri degli assi dei braccioli. Il rilievo laser non fornisce in modo diretto la geometria del manufatto, richiedendo una lettura attenta degli allineamenti e dei riferimenti geometrici (fig. 4c), nel tentativo di ricostruire la forma primitiva del coro (fig. 4d). I set di immagini sono stati orientati ed elaborati in un sistema fotogrammetrico fondato sulla Structure from Motion (SfM), definendo una nuvola rada di punti omologhi, una nuvola densa di punti colorati e un modello poligonale texturizzato. Quest'ultimo non è stato utilizzato per l'analisi geometrica vista la presenza di un dato molto rumoroso, originato dalla scarsa e non uniforme illuminazione del coro.

I modelli 3D dei singoli stalli hanno invece consentito di generare orto-immagini ad alta risoluzione di ogni raffigurazione prospettica. Ciò ha consentito di creare un database di immagini metriche delle 19 raffigurazioni lineari utile per l'analisi comparativa fondata sul riconoscimento dei medesimi riferimenti iconografici e sull'impianto geometrico dello sfondato prospettico. A conclusione della esperienza di rilevamento dell'intero apparato corale, è chiaramente risultata vincente l'applicazione delle metodologie fondate sull'utilizzo di laser scanner 3D, in grado di superare i problemi evidenti di illuminazione ambientale, comportando la generazione di un modello fotogrammetrico non accettabile.

Conclusioni

La differente decorazione e le diverse larghezze dei dossali inducono a ipotizzare una simmetria progettuale perduta. I mancati accoppiamento dei dossali simmetrici e quello tra fondale e fornace di quello centrale, documentano che nella trasformazione i sedili e i dossali sono stati ricollocati in diverso e dovendo ridurre il numero delle formelle prospettiche, si sia rotto l'accoppiamento, per un motivo che il solo rilievo non può chiarire. Dovendo ridurre il numero dei sedili a causa della posizione delle aperture, è possibile che la trasformazione non abbia mantenuto l'accoppiamento per riutilizzare i dossali in condizioni migliori. Infatti, il raggio originale del coro, pari a circa piedi 7, non è compatibile con i centri di curvatura rilevati nel manufatto, addirittura maggiori di quelli dell'abside di San Fedele. Pertanto il riadattamento del coro ha richiesto importanti lavori di falegnameria, testimoniati dal rilievo diretto, che mostra numerosi tagli irregolari. Come il mancato allineamento dei braccioli al centro geometrico dell'arredo, più evidenti nell'ordine inferiore, queste irregolarità s



spiegano come conseguenze della trasformazione, con l'allargamento e la perdita di due posti per ogni ordine, con lo scarto dei due dossali più rovinati.

La comparazione geometrico-metrologica tra la pianta di Santa Maria della Scala e il rilievo del coro di Santa Maria della Passione eseguito da Giampiero Mele (fig. 4d) evidenzia la similitudine delle dimensioni dei due cori e ha permesso di ipotizzare la configurazione primitiva dell'arredo che oggi si trova in San Fedele: con il posizionamento di tre coppie di scranni sui lati rettilinei del coro, tra la semicirconferenza absidale e la coppia di paraste che lo delimitava, essa è compatibile con le diverse larghezze dei dossali prospettici e con una originale simmetria della decorazione dei dossali.

Bibliografia

- Pedrocchi A.M. 1983, *Il coro della chiesa di San Fedele in Milano*, «Arte Lombarda», vol. 65 (2), pp. 89-92.
- Cattaneo E. 1980, *Il coro ligneo di S. Maria della Scala in San Fedele*, Banca Lombarda di Depositi e Conti Correnti, Milano.
- Caffi M. 1870, *Delle arti della tarsia e dell'intaglio in Italia, e specialmente del Coro di San Lorenzo in Genova*, Olschki, Firenze.
- Forcella V. 1974, *Intarsiatori e scultori di legno che lavorarono nelle chiese di Milano dal 1141 al 1765*, Forni, Sala Bolognese.
- Rossi M., Mele G., Buratti G. 2018, *La prospettiva come architettura immateriale. Il finto coro di Santa Maria presso San Satiro a Milano*, in *Rappresentazione / Materiale / Immateriale – Drawing as (in)tangible representation XV Congresso UID*, Gangemi, Milano, pp. 215-224.
- Dossi L. 1963, *Il San Fedele di Milano: guida artistica*, Pleion, Milano.
- Mele G. 2012, *Santa Maria della Passione tra misura e forma*, in *Milano Maths in the city. A mathematical tour of Milanese Architecture - itinerario matematico dell'architettura milanese*, Maggioli Ed., Santarcangelo di Romagna, pp. 94-101.
- Della Torre S. 1994, *Pellegrino Tibaldi architetto e il S. Fedele di Milano: invenzione e costruzione di una chiesa esemplare*, San Fedele Edizioni, Milano.
- Guidi G., Russo M., Beraldin J-A. 2010, *Acquisizione e modellazione poligonale*, McGraw Hill, Milano.
- Luhmann T., Robson S., Kyle S., Boehm J. 2014, *Close-Range Photogrammetry and 3D Imaging*, De Gruyter, Berlin.

