

Indice

■ Presentazione Tomaso Montanari	pag. 7
■ 1. Le ragioni del progetto di restauro Claudio Mastrodicasa	9
■ 2. San Carlo dei Barnabiti. Progressioni costruttive, trasformazioni architettoniche e apparati pittorici Giampaolo Trotta	21
■ 3. Rilievi e modelli 3D come strumenti diagnostici per lo studio e l'interpretazione di superfici complesse ai fini dell'intervento di restauro Grazia Tucci, Alessandro Conti, Lidia Fiorini	35
■ 4. Analisi visiva e strumentale delle strutture lignee che sorreggono la volta decorata Massimiliano Lenzi	47
■ 5. Riabilitazione strutturale delle capriate mediante inserimento di protesi lignee Alberto Bartoletti	57
■ 6. Interventi di riadesione delle porzioni di incannucciato distaccate Simone Montecchi	67
■ 7. Il restauro della cupola Claudio Mastrodicasa	75
■ 8. La sicurezza per il cantiere del San Carlo dei Barnabiti a Firenze Niccolo Manganelli, Claudio Mastrodicasa	85
<hr/>	
■ Il cantiere di restauro	91
TIESSE SERVIZI srl	92
IMPRESA CENCI COSTRUZIONI EDILI srl	94
PT COLOR srl	96
■ Gli Autori	99



Sigismondo Betti, Gloria di San Carlo Borromeo, foto degli Anni Cinquanta-Sessanta del secolo XX. Firenze, già Archivio del Collegio Alla Querce.

Presentazione



Ogni volta che passo davanti a San Carlo – e mi succede più volte al giorno, visto che casa mia si trova a duecentocinquanta metri – penso a questi due meravigliosi ‘puttoni’ che si abbracciano teneramente sul suo soffitto, incantato e dimenticato. Probabile opera di Domenico Stagi, dovevano apparire da terra come due angelici puttoni: due fratellini (uno biondo e uno moro) avvinti come a tenersi su insieme, a volare per sempre nell’illusione prospettica e metafisica dell’ultimo barocco fiorentino. Illusione artistica, ma anche culturale e politica: l’illusione di essere ancora una grande capitale, un centro artistico e culturale, una cosa viva.

Quando ebbi occasione di salire sui ponteggi di un restauro troppo a lungo rimandato e non finanziato, li vidi da vicino: enormi e sproporzionati, impotenti come due balenotteri spiaggiati. Eppure vivi, seducenti, parlanti. E così quando passo, magari trafelato e con la spesa, di fronte alla porta di ‘casa’ loro, mentalmente li saluto con affetto, felice che continuino a volare e a vegliare sul quartiere, e sulla città.

San Carlino ha iniziato tardi (per gli standard fiorentini) e ha smesso presto di essere una chiesa: la sua storia si consuma tra il 1640 e il 1890. Dopo fu palestra, affidata a una scuola tecnica, e poi sala d’incontri e riunioni: ma da oltre dieci anni è chiusa e abbandonata, un buco nero nel «quartiere più cool del mondo» (così Lonely Planet), l’Oltrarno fiorentino. Proprio mentre scrivo, pare che finalmente il Comune di Firenze abbia trovato i soldi per restaurarla, rovistando tra gli avanzi di altri finanziamenti. E va benissimo anche così: meglio tardi che mai, meglio poco che nulla. Del resto, qua non si affolleranno mai i turisti, non si attiveranno macchine da soldi, non si faranno le sfilate di Pitti o le grandi mostre (di quelle con i *vernissage* alla moda, con i vip). No, la sua vocazione è un’altra: quella di servire al quartiere. E come sarebbe bello se vi trovasse posto – per dire – una scuola di musica per i bambini di ogni colore che sono la speranza che domani Firenze torni ad essere una città del mondo e non un luna park di lusso per ricchi annoiati.

Tornando pubblica, tornando scuola, tornando piena di note e aperta a tutte e tutti, San Carlo riannoderebbe il suo futuro al suo passato: l’esser stata chiesa (una parola che vuol dire ‘assemblea’, in greco) al suo poter essere ancora luogo dello spirito. Strumento di quel progresso spirituale della società di cui parla la nostra laica Costituzione: una speranza e una promessa, della quale i nostri putti abbracciati potrebbero ben essere gli angeli custodi.

Questo piccolo libro prezioso scaturisce dall’amore, dal lavoro e dallo studio di altri angeli custodi, più terreni, che in questi anni non hanno smesso di sperare che ‘San Carlino’ potesse avere un futuro. Queste mie poche parole siano segno della profonda gratitudine che provo verso di loro.

Tomaso Montanari

1. Le ragioni del progetto di restauro

Claudio Mastrodicasa

Quando sono stato incaricato di verificare lo stato del San Carlo dei Barnabiti in Via Sant'Agostino a Firenze, da anni ormai i locali dell'ex chiesa erano chiusi al pubblico per problemi legati all'agibilità, mentre il resto del complesso ospitava e continua ad ospitare associazioni e un importante presidio per madri e minori stranieri in difficoltà [Figg. 1a-b].

Sapevo che fino al 1994 l'aula della ex chiesa aveva ospitato gli alunni del vicino Liceo Machiavelli e l'associazione sportiva "Sempre Avanti Juventus".

Il vasto patrimonio immobiliare del Comune di Firenze comprende infatti anche questo complesso semiconosciuto ai più, celato da una austera facciata che impedisce di comprenderne l'attuale grandiosità [Fig. 2].

Non sempre la chiesa e l'oratorio si sono potuti definire grandiosi. Il primo oratorio che fu costruito in questo sito, all'inizio del 1628, era infatti chiamato San Carlino per le sue ridotte dimensioni. Rappresentava i frutti della donazione effettuata da un anziano sacerdote fiorentino, cappellano della basilica di San Lorenzo, che aveva donato ai padri Barnabiti la propria

abitazione e l'annesso piccolo oratorio. Nonostante l'esiguità, questa donazione aveva suscitato le rimostranze e le reticenze dei vicini padri Agostiniani della chiesa di Santo Spirito e dei Carmelitani della chiesa del Carmine, i due grandi ordini mendicanti che si erano insediati in questo territorio, rispettivamente dal 1250 e dal 1268, che reclamavano il rispetto della distanza di 300 canne fra un convento e l'altro [Fig. 3].

L'intero complesso del San Carlo, infatti, è localizzato a metà strada fra i due ordini in quello che allora era il sestiere detto "della Cuculia" nella via "Degli Allori" o "dell'Arco di Santo Spirito", in un'area appena al di fuori della prima cerchia muraria della città (sec. XII).

Dopo la realizzazione dell'ultima cerchia muraria e la riorganizzazione della città in quartieri, l'area del San Carlo entrò di diritto nel gonfalone del Drago del Quartiere di Santo Spirito.

Dopo la seconda metà del XVI secolo, sotto i governi di Cosimo II, si insediarono a Firenze numerosi ordini "riformati" dal Concilio di Trento, come i Gesuiti, arrivati in città nel 1551, i Foglianti, i Carmelitani Scalzi, gli Scolopi e molti altri, ordini che

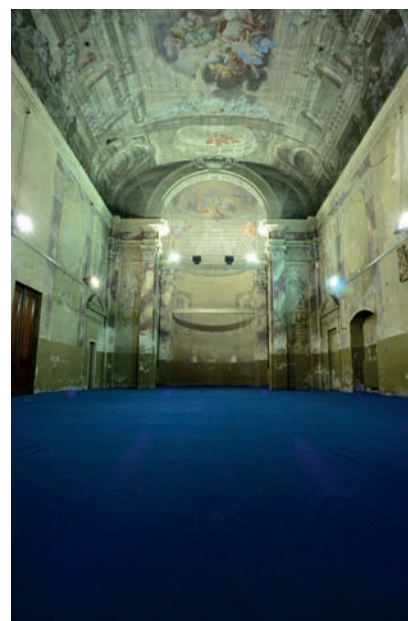


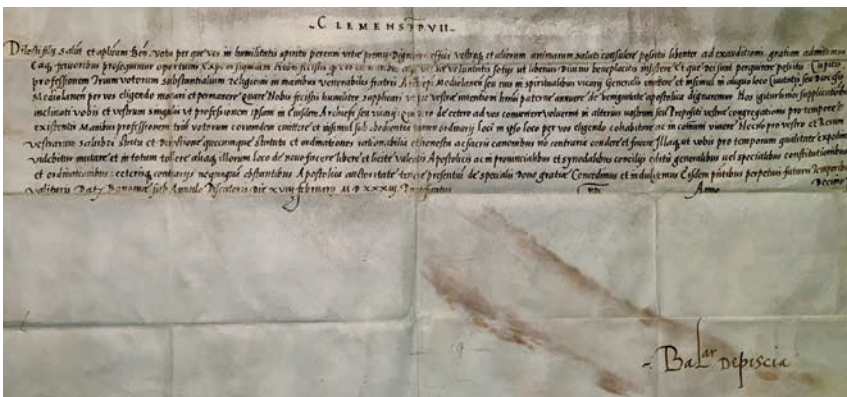
FIG. 1B Vista globale dell'aula della ex chiesa



FIG. 2 Elevato su Via Sant'Agostino del fronte della chiesa del complesso del San Carlo prima dell'esecuzione dei lavori

FIG. 3 Estratto dal foglio 171 del Catasto redatto sotto la dominazione francese nell'anno 1832 dove risulta evidente la vicinanza con Santo Spirito

FIG. 4 La bolla di Papa Clemente VII, conservata nell'archivio storico dei padri Barnabiti di Milano, con la quale, il 18 febbraio 1533, è approvata la Congregazione dei padri Barnabiti



godevano la fiducia dei regnanti. I Barnabiti in particolare erano profondamente legati alle case regnanti nordeuropee per le quali svolgevano il delicatissimo e importante compito di teologi di corte e precettori dei loro figli [Fig. 4].

Il padre superiore dei padri Barnabiti si affrettò quindi a resistere in giudizio presso la curia contro gli Agostiniani e i Carmelitani, che non vedevano di buon occhio il loro insediamento in città. I padri Barnabiti, probabilmente anche grazie al fatto che già svolgevano il compito di confessori granducali, riuscirono a vincere il contenzioso e ad insediarsi a Firenze.

Vinta la disputa, programmarono immediatamente anche un allargamento del complesso, così, allo scopo, acquisirono

una casa contigua per permettere di aggiungere all'oratorio una larghezza di circa quattordici braccia, grazie anche alla demolizione di due case a schiera e di parte di una terza. I lavori strutturali conseguenti all'allargamento furono iniziati solo nel 1640 ad opera di Gherardo Silvani, a causa dell'epidemia di peste, arrivata in città nel 1630 e protrattasi fino al 1633. Documenti d'archivio comprovano che Gherardo Silvani realizzò l'intervento gratuitamente, probabilmente per ingraziarsi la Curia fiorentina. Dopotutto, si trattava dell'architetto di corte, che aveva, fra l'altro, la committenza delle facoltose famiglie fiorentine, per le quali progettò e diresse i lavori di Palazzo Corsini al Prato, Palazzo Capponi-Covoni, Palazzo Fenzi, Palazzo Pallavicini, Palazzo di San Clemente.

L'icnografia dell'aula, dalle dimensioni di circa 16m per 10m, è perfettamente leggibile come intarsio del precedente tessuto edilizio, presentando il "taglio" dei muri portanti longitudinali delle case a schiera poste fra Via Sant'Agostino e Via de' Seragli e paralleli a questa ultima.

Analoga sorte toccò all'adiacente complesso, che ora insiste sullo spazio in precedenza occupato da sette singole proprietà e che fu completamente riorganizzato nel 1722. Nella complessa operazione di sostituzione edilizia, Silvani realizza una pianta non regolare (un trapezio irregolare), con la facciata non perfettamente ortogonale rispetto all'edificio [Fig. 5].

Alla semplice facciata, adornata unicamente da un portale lapideo dorico sovrastato da una piccola finestra delle dimensioni analoghe alla porta sottostante demolita, corrisponde un altrettanto semplice interno con navata coperta da tetto a capanna, sorretto da capriate lignee a vista. La controfacciata è realizzata in muratura ortogonalmente all'aula ed è indipendente dalla muratura della facciata, per creare un'intercapedine di forma triangolare in cui, ingegnosamente, trova posto la scala lignea che conduceva alla cantoria e al sovrastante finestrone.

Solo negli ultimi anni del governo di Cosimo III (anni Venti del Settecento), grazie

a consistenti elargizioni granducali, venne deciso di ristrutturare il convento e di ammodernare la copertura della chiesa dotandola di un soffitto a botte ribassata, di geometria a tre centri, in stuoia di canne intrecciata e ai lati unghie e fusi.

Nel 1733 la chiesa venne ampliata con la creazione di un'abside, ricavata dalla fusione di una parte di una casa tergaile di proprietà dei padri Barnabiti, a cui si accedeva da quella che ora è Via de Serragli. Nel 1741 l'Elettrice Palatina donò ai padri Barnabiti 700 scudi, usati per realizzare un presbiterio quadrato, ornato da pilastri con paraste e capitelli corinzi ai vertici, che termina in un'abside semicircolare [Fig. 6]. A copertura, la cupoletta reale in mattoni è raccordata mediante pennacchi e nella chiave dell'arcone riporta un cartiglio dorato con la scritta "humilitas" [Fig. 7], emblema di San Carlo. Pochi anni dopo, nel 1749, per volontà di padre Pisani, si mise mano alla sagrestia che affaccia su Via Sant'Agostino, riducendola dalla pianta rettangolare a quella ottagonale, per ricavare quattro armadi a nicchia.

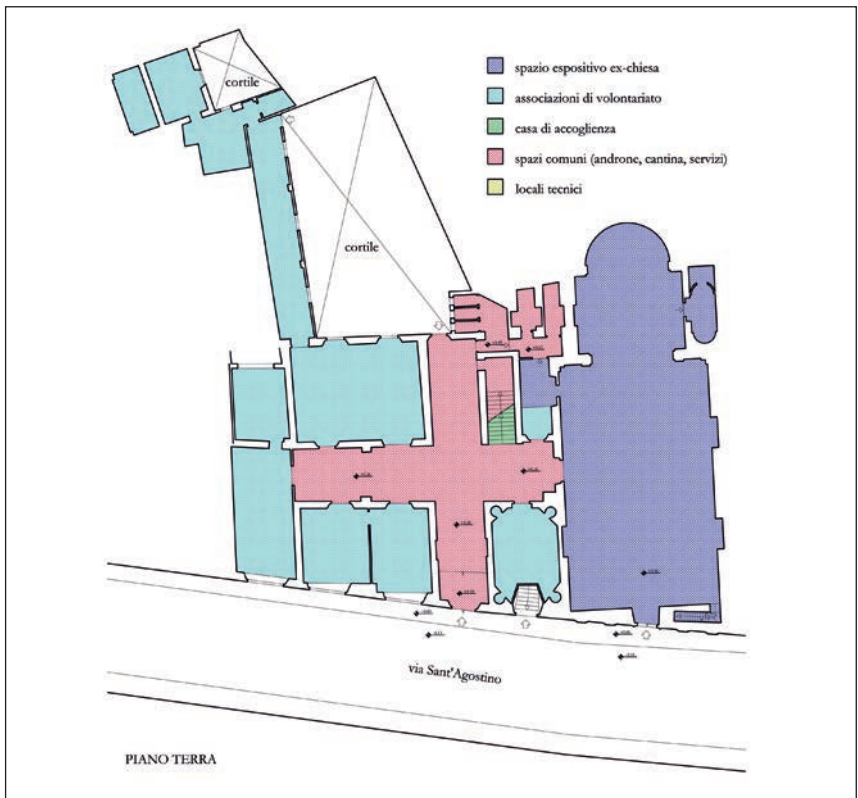


FIG. 5 Planimetria dello stato attuale del complesso del San Carlo allegata al progetto di restauro a firma Mastrodicasa e Montecchi. L'area presbiteriale non è in contatto con il cortile e l'aula e la sacrestia non sono comunicanti

FIG. 6 Vista zenitale del catino absidale





FIG. 7 Cartiglio con la scritta "humilitas" emblema dei Barnabiti, posto al centro dell'arcone principale

Le decorazioni si susseguono nell'arco di quarant'anni: dalla realizzazione delle pitture di Sigismondo Betti (1721) [Figg. 8a-c], a quelli di Giuseppe Zocchi (1747) [Fig. 9], fino alle quadrature prospettiche di Domenico Stagi (1757-58) [Fig. 10]. Queste decorazioni alla maniera romana creano un rigoroso costruito architettonico, fatto di balconate prospettiche, cupolette virtuali e arconi impreziositi di decori floreali improntati alla regalità [Figg. 11a-b], che valorizzano la semplice e consueta iconografia di un'aula rettangolare con-

FIGG. 8A-B I decori realizzati da Sigismondo Betti sulla volta della navata nell'anno 1721



nessa a uno stretto presbiterio quadrato. Nel 1785 l'intero edificio venne messo all'asta e acquistato dalla famiglia Bricheri Colombi, che lo tenne fino al 1838, quando fu acquistato dai padri Scolopi. Questi ultimi lo tennero fino al 1866, quando Firenze diventò capitale d'Italia e una legge stabilì che i fabbricati dei conventi soppressi dovessero passare ai comuni e alle province.

Nel 1867 l'Ingegnere Landi dell'Ufficio tecnico comunale elaborò il progetto di trasformazione della chiesa in una palestra, prevedendo la demolizione della cantoria, della mostra dell'organo, dei confessionari, dei tre altari e della balaustra in pietra, antistante l'altare maggiore, per realizzare un piano di calpestio unico. In questo progetto si prevedeva la modifica della finestrella di facciata in un enorme finestrone, per dare maggiore luce e a aria alla palestra. Nel 1890 la giunta comunale deliberò la chiusura della chiesa. Di conseguenza,

si procedette all'esumazione delle salme che avevano trovato sepoltura sotto il pavimento della chiesa, fra cui quella di vari padri Barnabiti e dei precedenti proprietari (Bricheri Colombi). L'8 ottobre dello stesso anno, la chiesa fu sconsacrata.

I lavori di trasformazione della ex chiesa in una palestra furono realizzati solo nel 1891. Nel 1901, i locali furono affidati dal Comune di Firenze alla scuola tecnica "Paolo Toscanelli".

Dal 1985, abbandonati i locali dalla scuola, tutti gli ambienti sono stati assegnati al Quartiere I "Centro Storico", che ha continuato a utilizzarli fino alla prima decade del Duemila per mostre, concerti, incontri.

La prima volta che sono entrato nell'aula della ex chiesa, mi si è subito rivelata la difficile situazione in cui si trovavano tutte le strutture. La rete metallica, che era stata posata all'altezza del marcapiano per proteggere le pitture murali quando i locali erano adibiti a palestra, tratteneva pezzi di intonaco decorato, distaccati dalla volta a botte, per effetto delle copiose infiltrazioni di acqua piovana. La rete tratteneva anche alcune piastrelle distaccate dalla struttura di copertura, che avevano perforato l'incannucciato sottostante. Le infiltrazioni avevano dilavato la superficie pittorica. In più punti numerose lesioni si erano aperte nella volta [Figg. 12a-d].



FIG. 8C Dettaglio degli affreschi della volta, con l'assunzione di San Carlo al Cielo, opera di Sigismondo Betti dell'anno 1721

FIG. 10 Particolare dei decori di una cupoletta ellittica virtuale realizzati da Domenico Stagi negli anni 1757-58 sulla volta in incannucciato

FIG. 11 Particolare di una quadratura prospettica con decori floreali realizzata da Domenico Stagi negli anni 1757-58



Nelle pagine seguenti:

FIG. 9 Particolare dei decori realizzati da Giuseppe Zocchi nell'anno 1747 per rappresentare la Trinità al centro della cupola presbiteriale

2. San Carlo dei Barnabiti. Progressioni costruttive, trasformazioni architettoniche e apparati pittorici*

Giampaolo Trotta

I Barnabiti (o Chierici Regolari di San Paolo) avevano già preso sede nel Granducato di Toscana (a Pisa fin dal 1565 e a Pescia dal 1624), quando, protetti dalla reggente Maria Maddalena d'Austria (essendo Ferdinando II ancora minorenne) giunsero anche a Firenze nel 1627, stabilendosi nell'Oltrarno, in via Sant'Agostino, ai margini delle antiche e dismesse mura urbane della seconda cerchia comunale (del XII secolo), vicino al cosiddetto 'Canto alla Cuculia'². Abitarono, inizialmente, in una casa cui era annesso un piccolissimo oratorio, donata loro proprio nel 1627 da un anziano canonico della basilica di San Lorenzo, Tommaso Perini, dopo aver superato le ostilità nei loro confronti da parte dei due vicini ordini 'storici' d'Oltrarno, gli Agostiniani di Santo Spirito e i Carmelitani del convento del Carmine. In quel medesimo anno fecero risistemare la minuscola e provvisoria chiesetta, originariamente larga poco più di tre metri, facendovi realizzare, fra l'al-

tro, un nuovo portale sormontato da una finestrella lucifera a mandorla. L'oratorio, convenientemente restaurato e benedetto, fu aperto al culto nel 1628. Proprio per le ridotte dimensioni l'edificio sacro, dedicato a San Carlo Borromeo (1538-1584), come varie altre chiese e conventi dei Barnabiti (in quanto il Borromeo li aveva valorizzati facendone i suoi più stretti collaboratori), prese il nome popolare di San Carlino. Fin dal 1629 i padri avevano avuto in mente di costruire una più ampia e consona chiesa ed il padre generale dell'ordine aveva pensato di farla progettare con una «soffitta [...] bella e vaga, e l'altare maggiore maestoso [...] [come] quello [della chiesa di San Carlo] di Mantova» a padre Fabiano Amidano, un architetto che aveva collaborato con il più noto padre Lorenzo di Francesco Binago detto Biffi (1554-1629) alla realizzazione della chiesa barnabita di Sant'Alessandro a Milano e che allora si trovava a Roma per la costruzione della

chiesa dei Santi Biagio e Carlo ai Catinari. Per una molteplicità di motivi, però, l'idea non venne realizzata.

Solamente nel 1640, dopo la spaventosa peste del 1630-1631, il primitivo oratorio fu ampliato su disegno di Gherardo Silvani (1579-1675), tra i più noti architetti fiorentini dell'epoca, ancora fortemente ancorato a stilemi tardomanieristici, occupando la superficie di due precedenti case a schiera, delle quali la nuova aula mantenne l'impianto planimetrico a forma trapezoidale. È attribuibile al Silvani, che verosimilmente vi lavorò a titolo gratuito, il semplice portale dorico della chiesa, ancora esistente e affine al portale di Palazzo Rinuccini in via Santo Spirito e a quello di Palazzo Inghirami a Volterra, opere queste ultime del maestro del Silvani, Giovan Battista Caccini (1556-1613), che le aveva realizzate a sua volta su disegni del suo maestro, Giovanni Antonio Dosio (1533-1611). I lavori vennero probabilmente finanziati dalla nota fami-

* *Desidero dedicare questo contributo (parziale rielaborazione di mie precedenti pubblicazioni) alla cara memoria di padre Giuseppe Maria Cagni (1922-2014), barnabita, profondo studioso del suo Ordine, direttore e curatore della rivista Barnabiti Studi e per lunghi anni docente presso il Liceo Classico del Collegio alla Querce di Firenze.*

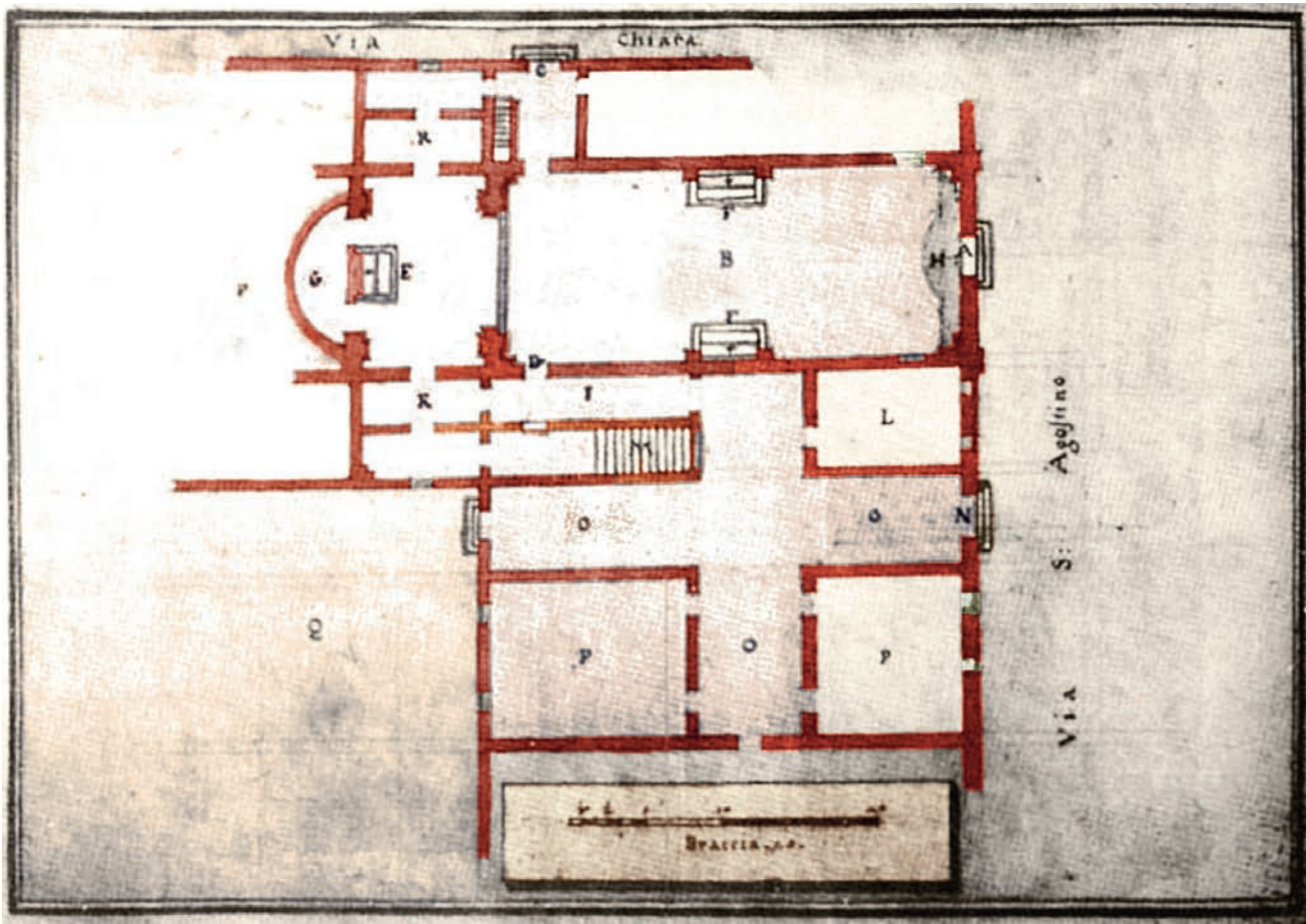


FIG. 2 Pianta della chiesa, seconda metà del secolo XVIII. Praga, Národní Archiv, Rodinný Archiv Toskánských Habsburků. Legenda: A. porta d'ingresso della chiesa; B. aula della chiesa; C. porta laterale destra verso via Chiara (odierna via de' Serragli); D. porta di collegamento tra la chiesa e il convento; E. altar maggiore; F. altari laterali; G. abside con il coro; H. organo nella cantoria in controfacciata; I. corridoio laterale a sinistra di collegamento tra la chiesa e il convento; L. sagrestia; M. scalone del convento; N. portone d'ingresso al convento; O. ingresso e corridoi a croce del convento; P. parti si pertinenza del convento; Q. orto del convento; R. coretti di lato al presbiterio.

Nella pagina a fronte;

FIG. 3 Sezione longitudinale della chiesa, seconda metà del secolo XVIII. Praga, Národní Archiv, Rodinný Archiv Toskánských Habsburků.

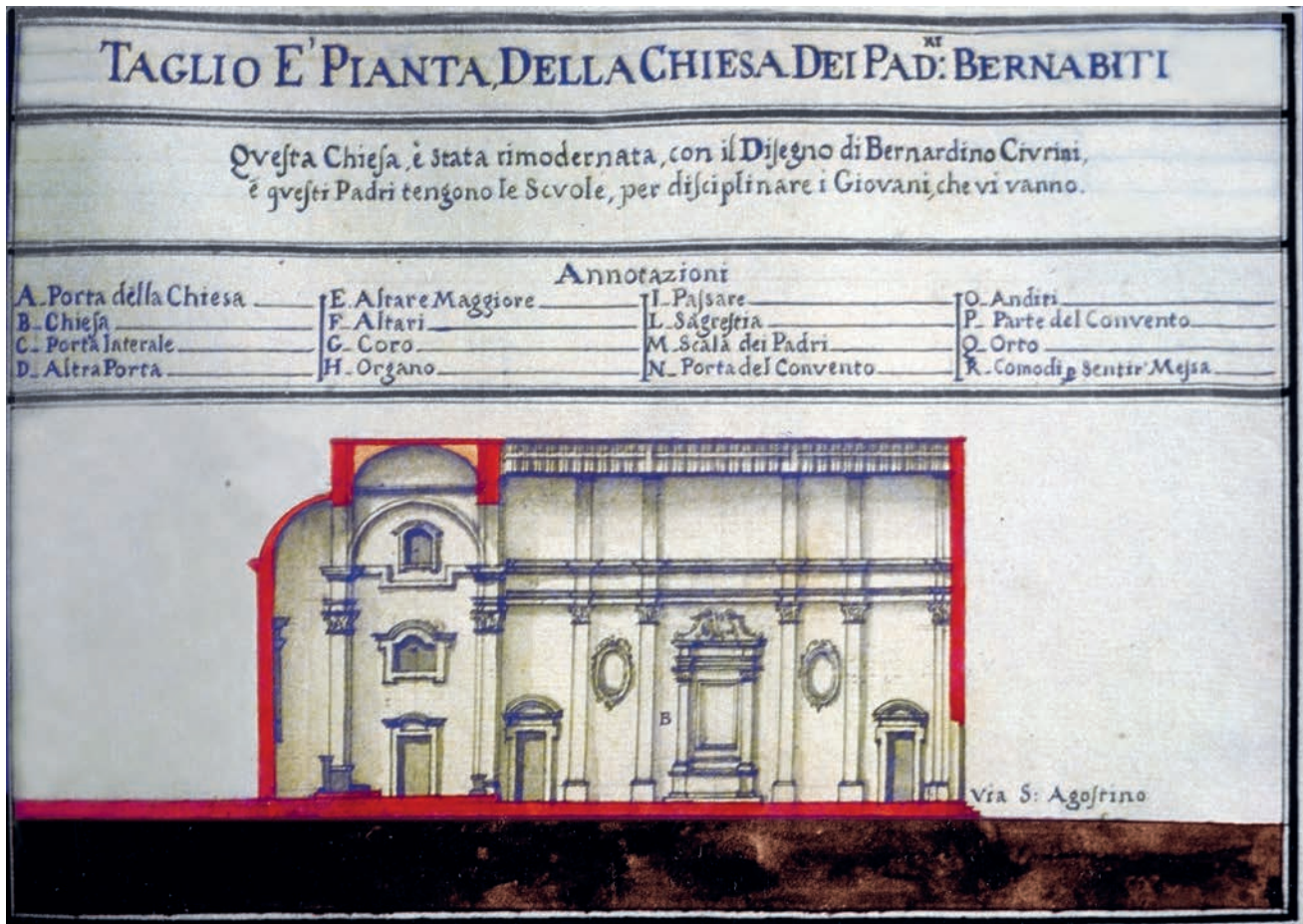
glia d'Oltrarno dei del Rosso e all'interno della chiesa fu in seguito dipinta, in prospettiva architettonica, forse dal quadraturista e fiorante Agnolo Gori (collaboratore del Silvani)³, la parete dietro l'altar maggiore, attorno alla tela raffigurante *San Carlo Borromeo di fronte alla Croce*, replica di quella romana per San Carlo ai Catinari (1621/1622) di Andrea Comodi (1560-1638), eseguita verosimilmente da un seguace dell'artista dopo il 1640. Allora la chiesa possedeva due altari laterali, dedicati alla Vergine e al SS. Crocifisso.

Nel 1642 fu acquistato dal rettore padre Francesco Casulio un organo dall'"organista in Firenze" Giovanni di Domenico Palmieri⁴, figlio non già dell'organaro Domenico da Colle Val d'Elsa (Benvenuti, m. 1587), autore nel 1579 dell'organo del duomo di Orvieto⁵, ma forse parente (nipote?) di Francesco Palmieri sempre da Colle Val d'Elsa⁶. Tale strumento sarà restaurato nel 1671 dal lucchese Bartolomeo di Cosi-

mo Ravani⁷, appartenente ad un'altra illustre famiglia di organari, mentre nel 1673 avremo notizia di un altro organo portativo a cinque registri, costruito da Cosimo Guasconi, anch'egli di una famosa famiglia di organari, di cui il più noto è Vincenzo.

In seguito, agli inizi del Settecento, suonerà quest'organo per i Barnabiti il famoso compositore Giuseppe Maria Orlandini (1675-1760), membro dell'Accademia Filarmonica di Bologna e Maestro di Cappella del granduca Gian Gastone e del Duomo di Firenze dal 1732⁸. Egli, tra il 1701 ed il 1709, eseguirà numerosi 'oratori' (composizioni musicali eseguite in forma di concerto, senza rappresentazione scenica o personaggi in costume) per la chiesa di San Carlo, vari dei quali nella ricorrenza degli Angeli Custodi il 2 ottobre.

Solo nel 1652 venne realizzata la balaustra lignea di fronte all'altar maggiore e, tra il 1697 e il 1701, Padre Giovenale Bonelli fece rifare la pittura murale, deterioratasi, con



scene di *San Carlo durante la peste di Milano*, opera di ignoto artista.

Nel ristrutturato complesso, i padri aprirono un collegio, stampando i testi per la loro scuola e creando anche un'Accademia, detta degli 'Infecondi'. Contemporaneamente essi prestavano servizio a corte come teologi dei principi di Casa Medici.

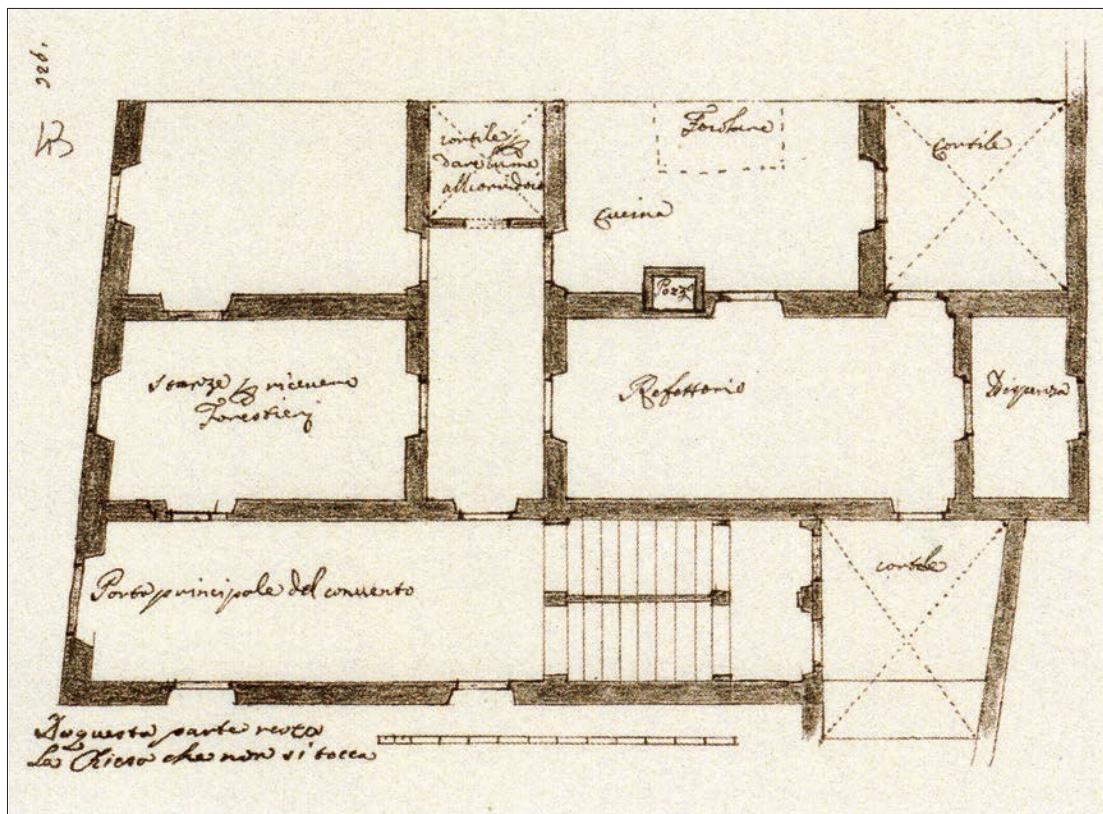
Durante il Settecento, sia la chiesa che il convento furono rimaneggiati e sostanzialmente ricostruiti. Nel 1721, Sigismondo Betti (1696-post 1777)⁹, su disegno del suo maestro Matteo Bonechi (1672 circa-1754), iniziò il ciclo pittorico murale affrescando la *Gloria della Vergine che contempla il Mistero della Trinità con San Paolo e San Carlo Borromeo* nella nuova finta volta a botte ribassata unghiate che copriva l'aula e che era stata innalzata nel 1720. Risalgono a quegli anni o a quelli immediatamente successivi le mostre delle originarie finte finestre, dipinte *en-trompe-l'oeil* a volute e tralci di foglie dorate, poste entro le lu-

nette della volta lungo la parete di destra, frammenti delle quali sono tornati recentemente (2016-2017) in luce nel sottotetto dell'ex chiesa, in occasione del restauro delle coperture e del consolidamento della controsoffittatura settecentesca.

Sempre nel 1721, il capomastro Giuseppe Benvenuti pose mano al progetto di rifacimento del convento; a lui succederà, nel 1722, un altro capomastro, Antonio Sequi, e nel 1723/1724 il ben più noto settignanese Pietro Paolo Giovannozzi (1658 circa-1734), architetto, fin da quegli stessi anni, dell'Elettrice Palatina Maria Luisa de' Medici (1667-1743) e della famiglia Rinuccini, il cui palazzo sorgeva a non molta distanza dal complesso barnabiteo (il marchese Carlo, membro dell'Accademia della Crusca e dell'Accademia delle Arti del Disegno, era segretario di Stato di Giangastone e consigliere politico della stessa Elettrice)¹⁰. La maggior parte dei finanziamenti furono sostenuti proprio dal Granduca Gian Gastone

(1671-1737) e dall'Elettrice Palatina, ma anche dal Rinuccini (che, essendo massone, forse con tali elargizioni ai Barnabiti, voleva crearsi anche un 'paravento' di fronte all'ancor temibile Sant'Uffizio, che aveva allora sede a Santa Croce) e proprio nell'ambito della corte medicea va individuato il luogo in cui i Barnabiti erano venuti in contatto con il Giovannozzi. Il convento verrà ulteriormente ampliato nel 1731.

Frattanto, il noto intagliatore Anton Francesco Gonnelli¹¹ eseguì nel 1724/1725 il disegno della facciata della chiesa, che si aveva intenzione di qualificare con nuove decorazioni. Nel 1733/1734, grazie ai contributi economici del rammentato Carlo di Folco Rinuccini (1679-1748) e di altri, la chiesa fu ampliata, sotto la direzione del capomastro Giovanni Balenci, con la creazione di un nuovo settore absidale, dopo aver demolito la porzione di una casa posta tergalmente. Nel 1733 Ranieri del Pace (1681-1738)¹² dipinse l'abside al di sopra



dell'altar maggiore e, di lato all'arcone, rappresentò a monocromo le finte statue della *Carità* e della *Fede*, mentre l'anno seguente il quadraturista Gaspero Nannucci¹³, stretto collaboratore del Giovannozzi proprio in quegli anni, realizzò una nuova quadratura attorno al già ricordato dipinto secentesco raffigurante *San Carlo*, ricollocato nella nuova abside, prospettiva assai ammirata dai contemporanei e menzionata con entusiasmo da Giuseppe Richa nella sua nota storia sulle chiese fiorentine. Inoltre, furono ricostruiti dal capomastro Filippo Gori, in stucco marmorizzato, i due altari laterali, dedicati ora, quello di sinistra, alla *Beata Vergine del Popolo* (per questo fu forse dipinto nel 1733 un quadretto raffigurante *Alessandro Sauli*) e, quello di destra, agli *Angeli Custodi* (per quest'ultimo Ranieri del Pace dipinse un altro quadretto con l'*Angelo Custode* nel 1734). Erano quelli gli

ultimi anni di regno della dinastia dei Medici, che si estingueva con Gian Gastone nel 1737 e l'inevitabile crisi connessa all'eutanasia¹⁴ medicea creò una momentanea stasi anche nella 'fabbrica' di San Carlino.

Tutto quanto era stato fatto, però, fu quasi 'azzerato' di lì a pochi anni e, sull'onda di un rinnovato entusiasmo, ricostruito in seguito ad un evento che per i Barnabiti fu epocale. Nel 1741, infatti, con la beatificazione di Alessandro Sauli (1534-1592), membro del loro Ordine¹⁴, voluta da Benedetto XIV il 23 aprile di quell'anno, i Barnabiti, grazie anche all'offerta di 700 scudi da parte dell'Elettrice Palatina nel maggio del 1741 e di un'altra analoga nel 1742, commissionarono a Bernardino Ciurini (1695-1752)¹⁵ – che già nel 1736 aveva sostituito, dopo la sua morte, il Giovannozzi nella direzione delle ristrutturazioni di Palazzo Rinuccini – l'ultimazione del rifacimento della chiesa, opera la quale, in realtà, si dimostrò una radicale ricostruzione, ad iniziare dal presbiterio e dall'altar maggiore in legno marmorizzato, eseguiti nel 1741-1743 (capomastro fu Filippo Billi). Verosimilmente,

fu proprio Carlo Rinuccini a consigliare il Ciurini ai Barnabiti, anche se questi era certo già conosciuto dai Barnabiti, essendo allora, da un paio d'anni, rinomato architetto dell'Opera del Duomo, dopo la notorietà raggiunta in Curia con la ristrutturazione di San Salvatore al Vescovo nel 1739.

Nelle pareti laterali del presbiterio vennero aperte nel 1743 le due porte di accesso ai coretti terreni, destinati uno ai Barnabiti e l'altro agli allievi delle scuole. Al di sopra delle porte furono modellate le finestre dei coretti superiori, in corrispondenza del primo e del secondo piano.

Ben presto, però, l'intera chiesa fu interessata da una nuova campagna di lavori. Sempre nei medesimi anni (1741/1742) sono sostanzialmente realizzati (sebbene non del tutto ultimati) anche i due altari laterali nella navata – prima quello di sinistra dei Nicolini Sirigatti e dei Marzi Medici, dedicato alla *Beata Vergine del Popolo* e al *Beato Sauli*, poi quello di destra di patronato dei Capponi, dedicato ora a *San Giovanni Nepomuceno* – e rispettivamente dotati di due nuove tele raffiguranti *Il Bea-*

FIG. 4 Giuseppe Benvenuti, planimetria parziale del convento, progetto di ristrutturazione, 1721. Roma, Archivio Storico barnabiteo, Acta Triennialia Collegiorum, vol. XIV, c. 336r

3. Rilievi e modelli 3D come strumenti diagnostici per lo studio e l'interpretazione di superfici complesse ai fini dell'intervento di restauro

Grazia Tucci
Alessandro Conti
Lidia Fiorini

Introduzione

Tra le attività dirette a documentare e salvaguardare i beni culturali, rientra l'utilizzo di modelli tridimensionali *reality-based*, ovvero costruiti avvalendosi di informazioni ottenute da oggetti reali.

I dati sono raccolti con metodi e tecniche propri della geomatica che consentono di misurare le coordinate spaziali e i valori cromatici di singoli punti delle superfici indagate, con una densità tale da otte-

nere, dopo successive elaborazioni, un modello continuo e accurato dal punto di vista metrico.

Alla complessità tipica dei Beni Culturali, con forme articolate che derivano sia dalla loro configurazione originaria che dalle anomalie e deformazioni introdotte dal degrado delle superfici e dal dissesto delle strutture, ben si attagliano tali metodologie per le loro capacità descrittive,

oggi amplificate dai più maturi sistemi di trattamento e rappresentazione dei dati.

I modelli tridimensionali, così costruiti, costituiscono il supporto cui georiferire dati acquisiti con altri metodi diagnostici o con indagini dirette. La possibilità di disporre di modelli condivisi su cui sviluppare diversi livelli informativi consente studi multidisciplinari che spesso conducono a risultati inediti non prevedibili.

1. Il rilievo come metodo diagnostico

L'applicazione ai Beni Culturali di metodi di rilievo strumentale, coniugato con una gestione informatizzata dei dati, ha una lunga storia, ma il loro uso si è diffuso soprattutto negli ultimi quindici anni. I protocolli per l'acquisizione ed elaborazione dei dati sono quindi in gran parte consolidati (GRUSSENMEYER ET AL. 2011, TUCCI ET AL. 2017, TUCCI 2019) nonostante che, come spesso avviene riguardo ai beni culturali e alla loro conservazione, specifiche modalità di valorizzazione delle informazioni raccolte siano da individuare "caso per caso".

Il rilievo tridimensionale di San Carlo dei Barnabiti, oltre a documentare lo stato di fatto della ex-chiesa, è stato utilizzato come una vera e propria tecnica di diagnostica per immagini. Come riferito nel capitolo 6, la fragilità dell'intonaco affrescato stava mettendo a rischio la conservazione della volta; localizzare e quantificare l'entità delle deformazioni senza contatto diretto con le superfici ha permesso ai restauratori di individuare punto per punto le procedure più efficaci di conservazione, limitando gli interventi su

una struttura in condizioni precarie (MASTRODICASA ET AL. 2017). Dopo il restauro è stato eseguito un nuovo rilievo della volta con la realizzazione di un secondo modello tridimensionale che, confrontato con il modello precedente, ha consentito di valutare l'efficacia dei risultati ottenuti, come descritto in seguito.

Inoltre, il modello 3D ha mostrato aspetti sulla costruzione e sulle finiture pittoriche mai evidenziati in precedenza, che hanno fornito riscontri oggettivi ai documenti relativi alla realizzazione della struttura voltata.

FIG. 2 Particolare dei decori realizzati da Sigismondo Betti sulla volta della navata nell'anno 1721



2. Il quadro conoscitivo

La documentazione con strumenti di rilievo digitale e la conseguente modellazione 3D del patrimonio costruito rappresenta una competenza specialistica che concorre alla tutela e conservazione di esso, tuttavia, questa attività non può ridursi a una mera operazione tecnica, per quanto condotta con criteri scientifici, che prescinde dalla singolarità di ogni opera. Come per ogni indagine diagnostica, il rilievo deve essere progettato in modo da focalizzare gli strumenti e le risorse a disposizione in base a un quadro conoscitivo di insieme. La chiesa di San Carlo dei Barnabiti fu

realizzata da Gherardo Silvani nel 1636 a seguito della demolizione di due case a schiera e parte di una terza, accanto a un antico oratorio che i Chierici regolari di San Paolo, noti anche come padri Barnabiti, già possedevano nell'isolato tra via Maffia e via dei Serragli (TROTTA 1995 e 2018). Inserendosi in un tessuto edilizio preesistente, non fu possibile realizzare il vano della chiesa ortogonalmente alla strada. La pianta fu più tardi regolarizzata, inserendo la facciata e la controfacciata in un trapezio che contiene anche la scala di accesso che conduceva alla

cantoria. San Carlo rappresenta uno degli esempi più spettacolari del quadraturismo barocco a Firenze, tuttavia il suo apparato pittorico non è stato eseguito secondo un programma unitario, ma con interventi successivi che si sono protratti per quasi quaranta anni. Il vano principale (che misura circa 16 metri di lunghezza per 10 metri di larghezza) in origine era probabilmente coperto da un tetto con capriate in vista. I documenti d'archivio attestano che nel 1720 fu costruita una volta a botte con unghie e lunette laterali in stuoia di canne intonacata. Al centro di essa il figurista Si-

FIG. 3 Particolare dei decori realizzati da Sigismondo Betti sulla volta della navata nell'anno 1721



gismondo Betti dipinse l'anno successivo la *Vergine in gloria, con San Paolo e San Carlo Borromeo*. Le unghiate furono eliminate nel 1742, mentre la prospettiva architettonica che caratterizza la volta fu eseguita dal quadraturista Domenico Stagi diversi anni dopo, nel 1757-58.

La copertura affrescata è costituita da una "falsa volta" in stuoia di canne (o camorcanna). Questa struttura, relativamente leggera, ampiamente diffusa tra il

XVII e il XIX secolo, era costituita da centine formate da tavole accoppiate e inchiodate con giunzioni sfalsate. A questa orditura principale è collegata un'orditura secondaria (formata da sottili travicelli detti tambocci, panconcelli e cantinelle in base al loro ruolo e gerarchia) sotto alla quale erano inchiodate stuoie di canne su cui veniva steso l'intonaco da dipingere a fresco o con altra tecnica (QUAGLIARINI E D'ORAZIO 2005). Trattandosi di materiali

molto degradabili, in caso di infiltrazioni d'acqua dalla copertura possono verificarsi deformazioni della stuoia e distacchi con cadute della pellicola dipinta, dell'intonaco o di porzioni della stessa stuoia.

La geometria della volta a botte è del tipo detto policentrico. Il profilo delle centine è formato da archi di circonferenza di raggio diverso raccordati nei punti di tangenza, una costruzione geometrica che poteva essere facilmente riprodotta in cantiere.

3. Il rilievo con laser scanner

L'acquisizione della geometria tridimensionale della volta è stata progettata con l'obiettivo principale di misurarne le deformazioni. La realizzazione di un esteso ponteggio a platea fino all'altezza dell'imposta della volta, costruito per eseguire altri esami preliminari e lavori di restauro, non ha consentito l'impiego del metodo fotogrammetrico; le distanze così ravvicinate infatti avrebbero costretto ad angoli di inclinazione dell'asse ottico non idonei alla soluzione del problema. La soluzione è stata individuata nella scansione laser con l'utilizzo di scanner distanziometrico da punti di acquisizione fissi. Considerata l'altezza dell'impalcatura, è stato necessario posizionare lo scanner a breve distanza dalla superficie affrescata con conseguente disomogeneità nella densità di campionamento nelle singole scansioni: nelle zone prossime allo scanner la quantità di punti è molto elevata mentre dove l'angolo tra il raggio laser e la superficie era molto acuto l'acquisizione risulta discontinua e inutilizzabile. A causa di questa particolare situazione, se pure la chiesa sia di dimensioni piuttosto contenute, è stato necessario eseguire dieci scansioni nel vano principale ed altre quattro sotto la cupola del presbiterio, per poter selezionare poi accuratamente la porzione utile di ciascuna scansione in modo da ottenere un campionamento pressoché uniforme su tutta la volta. Il modello di punti che ne risulta, relativo sia alla volta della navata che alla cupo-



la con i pennacchi nel presbiterio, è costituito da oltre 560 milioni di punti, da cui è stato poi generato un modello di superficie di oltre 76 milioni di triangoli. Le stesse modalità sono state utilizzate per eseguire il secondo rilievo dell'ambiente successivo alle operazioni di restauro così da verificare l'esito degli interventi.

FIG. 4 Operazioni di campagna: acquisizioni con laser scanner

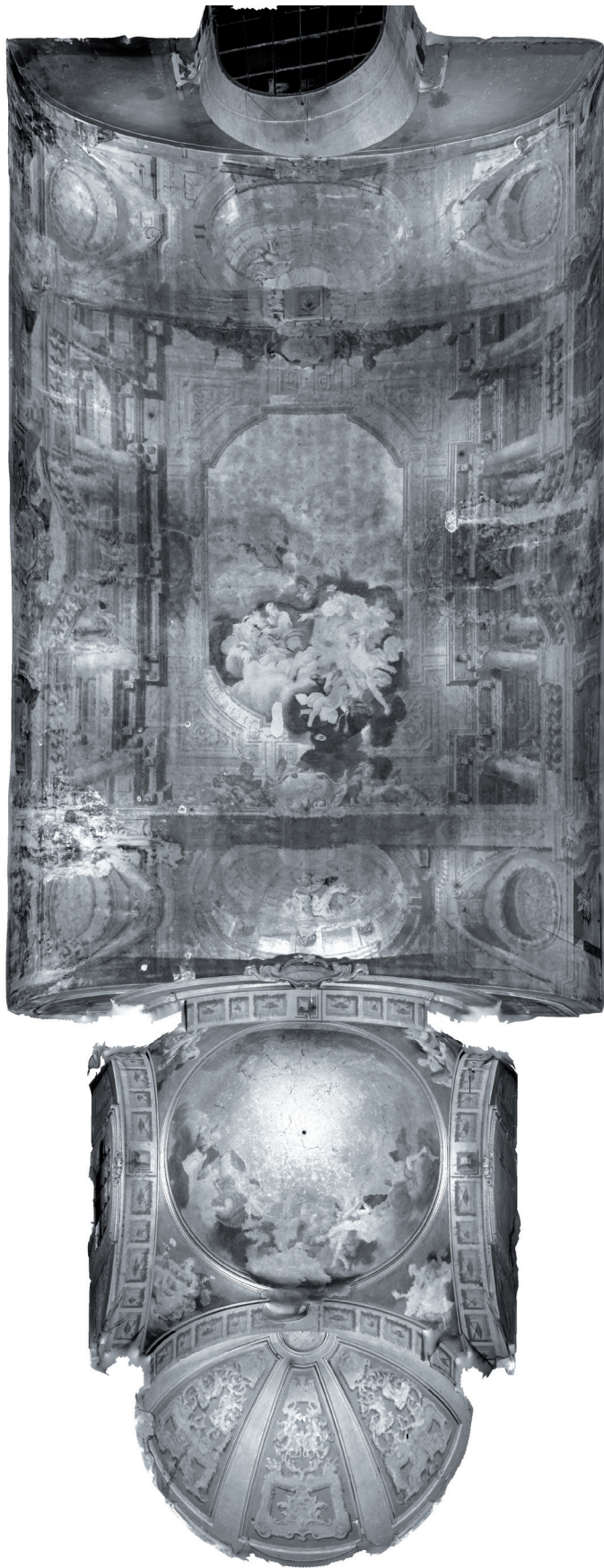


FIG. 5 Modello di superficie (o *mesh*) dello stato precedente ai lavori. La rappresentazione della decorazione pittorica è ottenuta dall'intensità del segnale laser riflesso, che è funzione anche del colore della superficie. Il risultato ha quindi molte analogie con una fotografia in bianco e nero

4. Misura della deformazione della volta

La valutazione e quantificazione delle deformazioni di strutture per mezzo di un campionamento ad alta densità del patrimonio costruito rappresenta un caso particolare del problema più generale della misura della distanza tra superfici. Tralasciando gli aspetti analitici, occorre ricordare che la misura delle deformazioni di una struttura richiede di computare la distanza tra il modello di punti o di superficie dello stato attuale, ottenuto con il rilievo, e un modello di riferimento che rappresenti lo stato indeformato. Quest'ultimo, nelle architetture storiche, non è però noto nella generalità dei casi tranne nella situazione, molto rara, in cui sia disponibile il progetto originale. In mancanza di un modello di riferimento attendibile, lo stato attuale può essere confrontato con un piano o altre primitive geometriche, come sfere, cilindri, coni ecc. I *software* dedicati a questo tipo di analisi implementano strumenti per costruire piani orizzontali o verticali o algoritmi che individuano le primitive che meglio si adattano ad un insieme di punti selezionati dall'utente (superfici di *best-fitting*). In alternativa, è possibile costruire una superficie di riferimento se è nota l'equazione che la descrive. La distanza tra le superfici, misurata punto per punto, è generalmente visualizzata in modo sintetico con una mappa con falsi colori attribuiti in funzione della distanza misurata.

A partire dall'ipotesi che la superficie teorica della volta fosse assimilabile a una curva policentrica estrusa secondo la normale al piano di giacitura, si è inizialmente tentato di determinare la curva generatrice a partire dal confronto di una serie di sezioni trasversali individuate sul rilievo dello stato attuale. Si è però rapidamente scoperto che era impossibile ricostruire analiticamente la curva generatrice teorica, in quanto le sezioni reali non possono essere paragonate a una combinazione di archi di cerchio o di altre curve elementari. Inoltre, la pianta della stanza è leggermente irregolare e la volta presenta

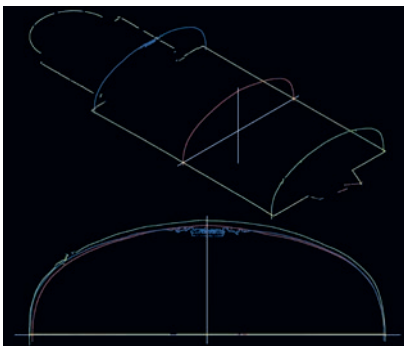


FIG. 6 Sezioni della nuvola di punti effettuate agli estremi e a metà della volta: assonometria (in alto) e vista frontale (in basso). La volta ha un profilo approssimativamente policentrico, ma la differenza tra i tre profili è così rilevante da non consentire di individuare una unica curva generatrice che rappresenti la geometria reale con accuratezza adeguata

un'altezza variabile, quindi le sezioni differiscono tra loro. Del resto, indipendentemente dalle intenzioni dei costruttori, è comprensibile che la tecnica costruttiva sopra descritta non abbia potuto garantire l'indeforabilità della struttura e che le centine si possano essere assestate sia durante la costruzione (a causa del peso proprio) che durante la vita della struttura stessa. In questo caso, la superficie di riferimento può quindi essere opportunamente modellata solo a partire dalle curve reali ottenute da sezioni della nuvola di punti rilevata, dopo aver eliminato le deformazioni avvenute successivamente a causa del degrado. A questo scopo, è stato ipotizzato che le deformazioni siano minime in prossimità delle centine, dove la stuoia è inchiodata direttamente alla struttura portante principale. Tuttavia, almeno nella fase iniziale, non era possibile accedere al sottotetto per verificare la posizione delle centine. Questa informazione è stata quindi ottenuta esaminando il modello di superficie, che mette in luce alcuni aspetti della volta non visibili a occhio nudo. Il modello *mesh* presenta quattro grandi aree triangolari su ogni lato con un intonaco a grana più liscia che corrispondono ai pannelli di stuoia messi in opera nel 1742 (secondo quanto risulta nei documenti d'archivio riportati da TROTTA 1995) per chiudere le unghiate preesistenti. In base alle caratteristiche tipologiche e costruttive delle volte di questo tipo è stato quindi possibile



FIG. 7 Modello *mesh* della volta e della cupola. La vista della sola geometria evidenzia le irregolarità dell'intonaco dissimulate dalla pittura illusionistica. Sono chiaramente visibili ai lati della volta le tracce delle otto unghiate chiuse nel 1742

4. Analisi visiva e strumentale della copertura e delle strutture lignee che sorreggono la volta decorata

Massimiliano Lenzi

Introduzione

La diagnostica è una fase preliminare fondamentale per la conservazione di una struttura di legno o di un qualsiasi altro materiale. Con la diagnostica è possibile conoscere non solo lo stato attuale, ma anche l'evoluzione che la struttura ha

subito nel corso della sua storia. Tale conoscenza permette di intervenire, qualora ci sia l'esigenza, in modo mirato attuando una scelta adeguata del tipo d'intervento, dei materiali e delle metodologie da impiegare ottimizzando di conseguenza, tempi

e costi. Di seguito si descrive in dettaglio la modalità d'indagine utilizzata, riportando tutte le informazioni indispensabili per una corretta impostazione del progetto di recupero.

1. Descrizione generale della copertura e del controsoffitto della ex-chiesa

Copertura

L'ex-chiesa di San Carlo dei Barnabiti è caratterizzata da una copertura a doppia falda costituita da due tipologie strutturali differenti, riscontrabili rispettivamente nell'*aula* e nel *presbiterio* [Fig. 1].

L'*aula* principale dell'edificio presenta orditura lignea a capriate (orditura principale), arcarecci (orditura secondaria) e travicelli (orditura di terzo ordine). Il presbiterio, attiguo all'*aula*, è caratterizzato invece da una copertura a travi e travicelli [Fig. 2].

Il manto di copertura è realizzato con piastrelle, guaina impermeabilizzante, embrici e coppi.

In corrispondenza dell'*aula* è stato rea-

lizzato un controsoffitto ligneo, tipologicamente assimilabile a una volta a botte mentre nel presbiterio è presente una volta in muratura.

Tutti gli elementi lignei, dell'*aula* e del presbiterio, sono realizzati in legno massiccio di abete ad eccezione dei monaci delle capriate che sono in latifoglia, nello specifico, faggio. Le sezioni sono squadrate a spigoli vivi o con smussi, le lavorazioni sono eseguite ad ascia/asciotto e talora piallate, presumibilmente a mano. Le superfici sono state infine trattate con prodotto impregnante di colore marrone scuro non coprente.

Le capriate sono del tipo classico con mo-

naco e saette, presenti anche mensole agli appoggi e dormienti tra saette e puntoni. Le unioni legno-legno sono realizzate a dente semplice e solidarizzate con chiodi. Non è presente alcun tipo di staffatura metallica [Figg. 3a-c].

Gli arcarecci sono continui o interrotti sui puntoni delle capriate, attestati reciprocamente e collocati con base maggiore dell'altezza (di piatto). Sono collegati sui puntoni mediante un chiodo e tra loro con staffa metallica chiodata e arpionata sulle facce laterali [Fig. 4]. Presenti mensole lignee in corrispondenza degli appoggi sui muri collegate agli arcarecci con due chiodi posti in testa.



Sopra:

FIGG. 3A-C Particolare unione monaco-puntoni; particolare appoggio su muro: si noti l'unione catena puntone realizzata con dente semplice e mensola sottostante lavorata a intaglio. Non sono presenti staffature metalliche di presidio; particolare unione monaco saette



FIG. 5 Particolare unione puntone saetta con interposizione di dormiente ligneo

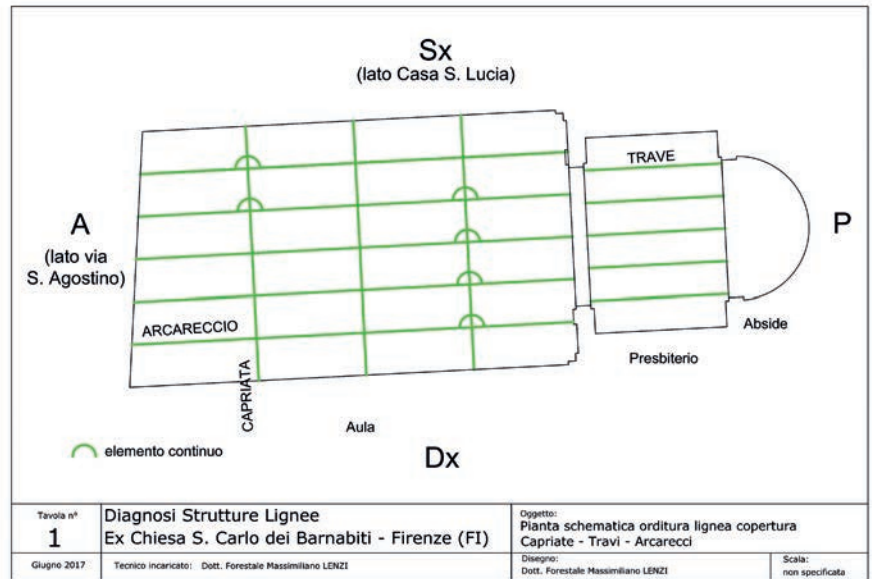


FIG. 2 Pianta schematica rappresentativa della grossa orditura lignea di copertura (principale e secondaria): capriate e arcarecci nell'aula, travi nel presbiterio



FIG. 4 Arcarecci attestati e uniti con staffa metallica chiodata e arpionata



FIG. 6 Appoggio Sx della capriata C3 consolidato con coppia di putrelle in sostituzione della mensola lignea e guance laterali unite con bulloni metallici passanti

I travicelli sono continui o interrotti sugli arcarecci, attestati e chiodati su di essi con un chiodo.

La copertura è realizzata in modo accurato, la presenza di mensole e di dormienti intagliati è indice che l'orditura fosse originariamente a vista e in seguito nascosta dalla realizzazione del controsoffitto ligneo [Fig. 5].

L'orditura risulta rimaneggiata a seguito d'interventi di ripristino localizzati. In particolare, è stato eseguito un intervento di consolidamento, ritenuto ad oggi non adeguato secondo le normative vigenti, all'appoggio Sx della capriata C3 [Fig. 6].

Tale intervento consiste nell'inserimento di longarine metalliche in sostituzione della mensola originaria e guance lignee sulla catena collegate con bulloni passanti.

A seguito dell'intervento, sia puntone che catena sono stati trattati, in corrispondenza dell'appoggio, con prodotto preservante di colore marrone scuro tipo catramina. Analogo trattamento hanno avuto gli arcarecci e i travicelli. Ulteriori interventi, probabilmente realizzati in epoca più recente rispetto ai precedenti, riguardano la sostituzione degli arcarecci III-A1, IV-A1 e di alcuni travicelli. Gli arcarecci di nuova introduzione non risultano trattati.

Anche nel presbiterio la copertura risulta rimaneggiata mediante la sostituzione della trave T2 e di alcuni travicelli. La trave T4 ha sezione più piccola ed è rinforzata con una sottotrave e due saettoni [Fig. 8]. Difficile accertare se tale trave sia originaria o d'introduzione successiva; in quest'ultimo caso comunque l'intervento non è da considerarsi coevo con gli altri, ritenuti più recenti.

Controsoffitto

Il controsoffitto è costituito da una volta a botte realizzata con orditura lignea autoportante a centine (orditura principale), regoli (orditura secondaria) e stuoia in canniccio intonacato [Fig. 7]. Originariamente la volta era composta da una volta principale e da ulteriori voltine laterali, denominate *unghiature*, disposte in numero di quattro per lato in corrispondenza di nicchie sottostanti ricavate nella muratura [Fig. 9]. In

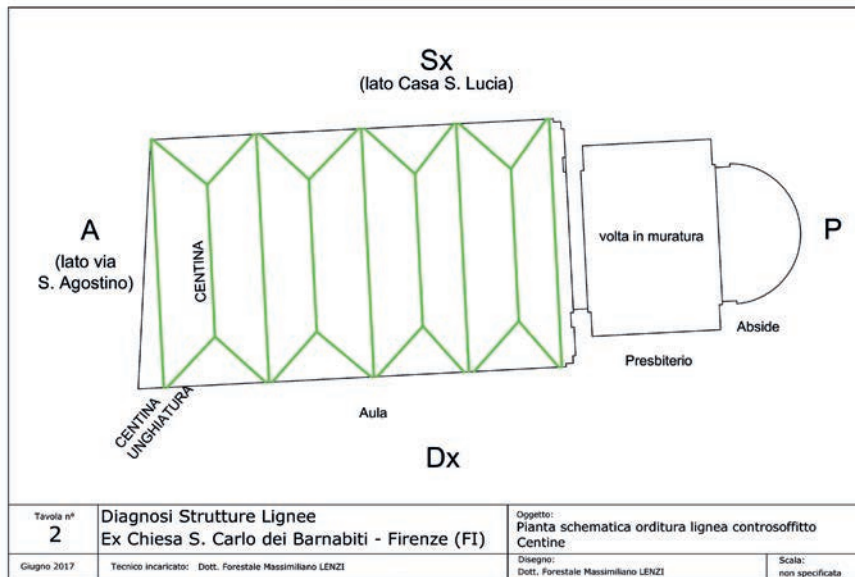


FIG. 7 Pianta schematica rappresentativa della grossa orditura del controsoffitto: centine principali e secondarie (unghiature)



seguito, le voltine sono state esonerate ovvero chiuse all'intradosso in modo tale che il controsoffitto risultasse un'unica volta. La tipologia costruttiva originaria del controsoffitto è tale da far sì che siano presenti centine principali disposte lungo il lato maggiore dell'edificio a un interasse di circa due metri, parallele al lato minore, le quali costituiscono la volta principale e centine secondarie delimitanti le unghiature, poste oblique e intersecanti le principali a circa 1/5 della loro lunghezza [Fig. 10].

FIG. 8 Trave di copertura del presbiterio rinforzata con sottotrave e saette a muro
FIG. 9 Volta principale e unghiatura adiacente
FIG. 10 Zona di unione tra centine principali e secondarie costituenti le unghiature



5. Riabilitazione strutturale delle capriate mediante inserimento di protesi lignee

Alberto Bartoletti



Introduzione

L'indagine diagnostica effettuata ha rilevato una carenza strutturale in alcuni elementi dell'orditura secondaria (n. 4 arcarecci) ed in alcuni elementi dell'orditura principale (n. 2 capriate) [Fig. 2].

Gli arcarecci ritenuti non idonei (degrado biologico, scarsa qualità del materia-

le o dimensioni insufficienti) sono stati integralmente sostituiti. Non avendo particolari pregi ed essendo di sezione e lunghezza ridotta questa è stata ritenuta la soluzione più idonea e conveniente.

Le capriate invece presentavano entram-

be degrado biologico ad un appoggio, diverso per ogni capriata, il quale interessava la porzione di catena entrante nel muro ed una di queste, la C2, presentava anche una rottura della catena in luce limitata ad piccola porzione d'angolo della sezione [Fig. 3a-b].

3. Fasi operative

LA SITUAZIONE DEL NODO SUD CAPRIATA C2 PRIMA DELL'INTERVENTO

Resistenza calcolata con resistografo
fra 25/50%.

NB: Indagine eseguita secondo norma UNI 11119:2004 "Beni culturali – Manufatti lignei – Strutture portanti degli edifici – Ispezione in situ per la diagnosi degli elementi in opera"



LA SITUAZIONE DEL NODO SUD CAPRIATA C3 PRIMA DELL'INTERVENTO

Resistenza calcolata con resistografo
fra 25/50%.

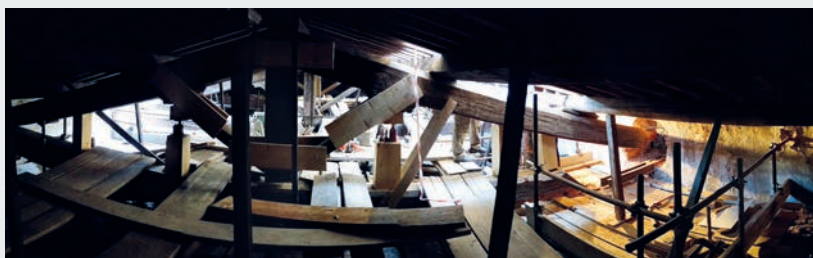
NB: Indagine eseguita secondo norma UNI 11119:2004 "Beni culturali – Manufatti lignei – Strutture portanti degli edifici – Ispezione in situ per la diagnosi degli elementi in opera"



VINCOLAMENTO TRAMITE "GUANCE" E VITI DELLA CAPRIATA PER EVITARE LO SMONTAGGIO DELLA CAPRIATA DURANTE LA FASE DI "MESSA IN SCARICO"

Innalzamento effettuato con martinetti "a bottiglia" (in foto uno rosso ed uno nero) della portata necessaria. A priori ovviamente è stato alleggerito il tetto per quanto possibile (qui è stato tolto solo in manto di coppi ed embrici) ed è stata puntellata la capriata tramite appositi puntelli fino a terra in corrispondenza dei martinetti, così da garantire la stabilità della capriata durante l'intervento.

In alto a sinistra, parte centrale della capriata C2 già vincolata e sollevata; in alto a destra dettaglio del martinetto a collo di bottiglia; in basso vista globale della capriata C3 vincolata e sollevata (e già amputata) in cui è possibile vedere il posizionamento di tutte le tavole e zeppe necessarie per stabilizzare la capriata durante l'intervento.



CHIUSURA DEGLI SCASSI EFFETTUATI SULLA MURATURA PER POTER EFFETTUARE L'INTERVENTO

La porzione di capriata entrante nel muro viene rivestita sui tre lati con



pannelli di sughero per aumentare la traspirabilità ed evitare fenomeni di condensa causati dal contatto del vapore con la muratura. Inferiormente, tale presidio è affidato all'appoggio della capriata su elemento di sacrificio duro (su mensola lignea lavorata nella capriata C2 e su putrelle in acciaio nella C3, entrambe già presenti).



PIALLATURA E FINITURA DOPO LA "PRESA" DELLA RESINA, PER ELIMINARE IL MATERIALE ECCEDENTE (LEGNO E RESINA) ED ADEGUARE LA PROTESI ALL'ELEMENTO ESISTENTE



RISULTATO FINALE

Si può notare la smussatura della prote-
si per raccorderla alla catena esistente e
l'impregnazione con preservante colora-
to della prote-si lignea.



ANALISI DELLA PORZIONE DEGRADATA RIMOSSA DALLA CAPRIATA C2 OVE RISULTA EVIDENTE LA CARIE INTERNA



ANALISI DELLA PORZIONE AMMALORATA RIMOSSA DALLA CAPRIATA C3 DOVE RISULTA EVIDENTE IL DEGRADO SUPERFICIALE DIFFUSO PREVALENTEMENTE SULLA FACCIA SUPERIORE



6. Interventi di riadesione delle porzioni di incannucciato distaccate

Simone Montecchi

Elemento distintivo di chiese, palazzi nobiliari e teatri costruiti o ristrutturati a partire dal XVI secolo sono le decorazioni pittoriche e gli stucchi presenti sui soffitti. Questi ultimi sono in realtà dei controsoffitti privi di funzione strutturale detti “false volte” o “volte leggere in camorcanna” o “incannucciato”. Il nome deriva termine che Vitruvio usava per indicare queste false volte, cioè “camera” da cui “camera-canna” o “camorcanna” (cfr. GRAZIELLA DEL DUCA, *Ambientazioni architettoniche virtuali fra Barocco ed età contemporanea*, 2014).

I pregi riconosciuti a tali strutture sono la facilità di realizzazione, la relativa economicità, la leggerezza e quindi la compatibilità con le strutture dell'edificio, e la versatilità di impianto anche in ambienti di forma non regolare.

La volta leggera in camorcanna presenta una struttura portante principale detta centina, posta trasversalmente al vano, formata da una serie di tavole di forma irregolare accoppiate due a due a giunti sfalsati unite mediante chiodi [Fig. 2].

Trasversalmente tra una centina e l'altra, vi sono i tambocchi; come le centine sono realizzati con legno dalle scarse qualità meccaniche e con lavorazione grossolana.

A contrasto tra i tambocchi vengono, talvolta, posti altri elementi lignei detti panconcelli. L'ultima struttura prende il nome di cantinelle.

Tutto questo sistema di travature leggere in legno, incastrate e inchiodate tra loro serve a ottenere una maggiore diffusione di punti di ancoraggio delle stuoie di canne poste a supporto dell'intonaco. Gli ancoraggi sono tradizionalmente con chiodi a testa larga o con chiodi ribattuti lateralmente.

Le stuoie sono a canne di grosso diametro, 20/30 mm, spaccate longitudinalmente e intrecciate secondo trama e ordito a gruppi di 5 o più, o a canne di piccolo diametro, 5 mm, utilizzate intere e poste affiancate e legate con tralci di giunchi.

Al di sotto si trova l'intonaco realizzato secondo lo schema classico dei tre strati di rinzafo, arriccio e velo. Quest'ultimo poi viene decorato con le tecniche dell'affresco o della tempera.

Al momento della prima visita, nel febbraio 2015, la visione da terra della volta di San Carlo dei Barnabiti era in parte alterata dalla fitta rete metallica tesa orizzontalmente su tutta la chiesa all'altezza della cornice perimetrale [Fig. 1], ma era comunque possibile notare:

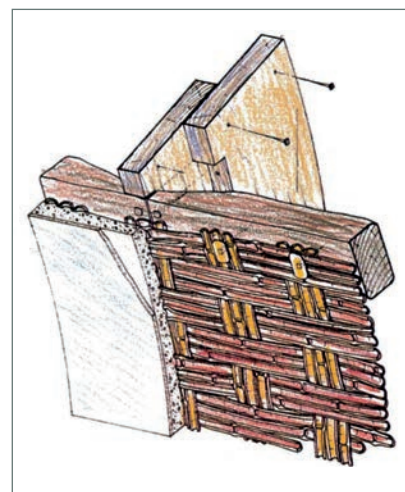


FIG. 2 Schema di struttura di volta leggera in “camorcanna”



- perdita completa dell'incannucciato e della decorazione in due punti distinti;
- cadute di pittura, cadute di intonaco, dilavamenti diffusi [Figg. 3a-b];
- una vistosa deformazione consistente in un abbassamento di circa 20 cm al centro dello sviluppo della volta nell'area prospiciente l'ampio finestrone [Figg. 4a-c].

I primi due fenomeni di degrado erano imputabili a infiltrazioni di acqua dalla copertura prolungatesi nel tempo, mentre le cause dell'abbassamento della volta erano riconducibili a fenomeni di distacco dell'incannucciato dalla struttura lignea e/o dell'intonaco dall'incannucciato.

La volta misura in pianta 16,20 m di lunghezza e 9,85 m di larghezza, pari circa 229 mq di superficie decorata; presenta un andamento ribassato con profilo di arco a tre centri, con quota di imposta è a 8,90 m dal pavimento e culmine a 11,40 m [Figg.5a-b]. La volta leggera in camorcanna è un complesso sistema meccanico caratterizzato

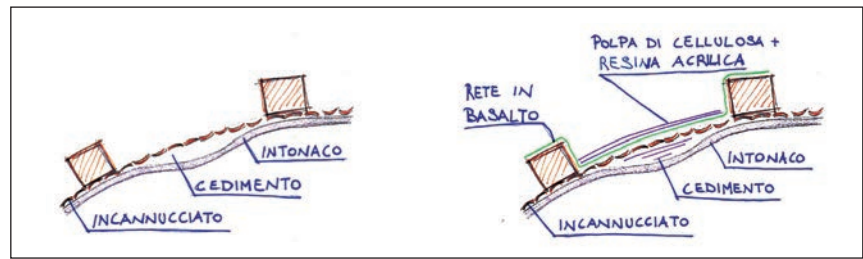


Sopra:
FIGG. 3A-B Dettagli dell'intradosso della volta, con fenomeni di dilavamento e distacco della pittura

Al centro e sotto:
FIGG. 4A-C Dettaglio della deformazione al centro dell'intradosso della volta e di porzioni dell'estradosso



FIGG. 9A-B Schematizzazione di caso di cedimento dell'intonaco della volta e del relativo intervento di consolidamento



In basso, da sinistra:

FIG. 10 Il restauratore serra manualmente il puntello, o basetta. Uno strato di poliuretano vien interposto tra il puntello metallico e la volta.

FIG. 11 Le basette utilizzate nella parte centrale della volta, la dove l'andamento è quasi orizzontale, sono a angolo fisso, mentre per le parti laterali hanno la testa orientabile per essere poste parallele alla struttura

FIG. 12 Le basette utilizzate nella parte centrale della volta, la dove l'andamento è quasi orizzontale, sono a angolo fisso, mentre per le parti laterali hanno la testa orientabile per essere poste parallele alla struttura

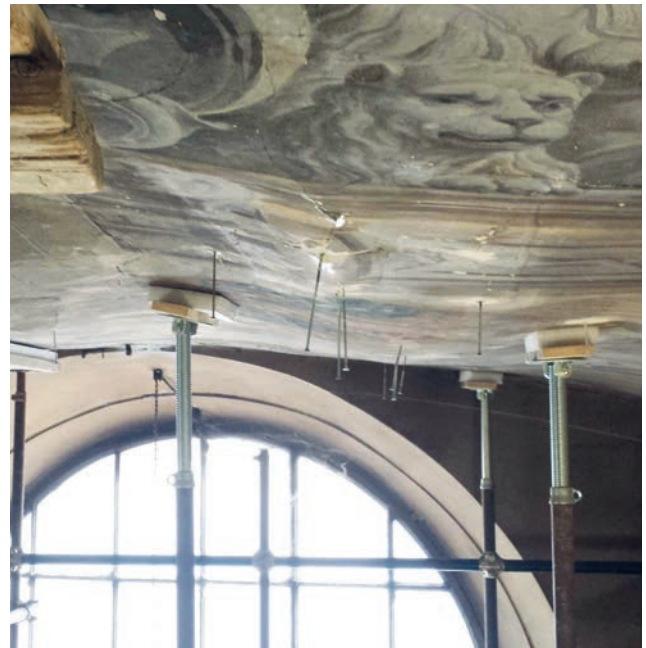
FIG. 13 Esecuzione dei fori passanti. Nel foro eseguito viene posto un lungo stecchino con un batuffolo di cotone per consentirne l'individuazione anche dall'estradosso

ce idraulica Lafarge con inerti di pomice. In attesa della maturazione dei composti impiegati, calce, resina, ecc, si pone in corrispondenza della fessurazione un puntello interponendo a contatto con la decorazione uno strato di materiale morbido, come il poliuretano a cellule larghe. Il puntello viene serrato a mano con la sensibilità propria del restauratore [Figg. 10, 11, 12].

Ottenuta la maturazione dei composti, si pratica lungo la fessurazione, una serie di

fori passanti per l'alloggiamento delle viti, forando tutto lo spessore sia dell'intonaco che dell'incannucciato, con punte di piccolo diametro, 6 o 8 mm [Fig. 13].

Sostituendo la punta con la tazza o con la fresa, si realizzano gli alloggiamenti delle rondelle, andando a togliere solo l'intonaco per lo spessore minimo necessario per contenere la rondella, la testa della vite e pochi mm di malta di sigillatura del foro.



7. Il restauro della cupola

Claudio Mastrodicasa

Le cupole sono fra le strutture di più complessa realizzazione. Gli antichi romani avevano messo a punto una tecnica collaudata oltremodo efficace, che consisteva nel realizzare un muro continuo circolare per sostenerle.

Le modalità costruttive, il dimensionamento e le tecniche di ancoraggio si fondavano sull'osservazione delle rotture e degli insuccessi. Le rotture potevano essere già numerose in corso di costruzione e molte scelte costruttive si basavano sull'efficacia dei rimedi adottati in precedenti situazioni. Furono i bizantini a impiegare per primi le cupole su piloni liberi, con il conseguente svuotamento delle masse murarie. Costruivano una cornice di elementi in pietra collegati fra loro con grappe metalliche ed introducevano nell'apparecchiatura muraria catene di legno. Tutto questo gli permetteva di impostare cupole, con direttrice circolare, su piante quadrate, attraverso l'inserimento di pennacchi. Un'altra novità dell'architettura bizantina fu l'utilizzo di una diversa tecnica costruttiva. Le volte non erano più realizzate in *opus caementicium*, come nel periodo precedente, ma venivano costruite interamente in muratura. Così facendo, risultavano più leggere

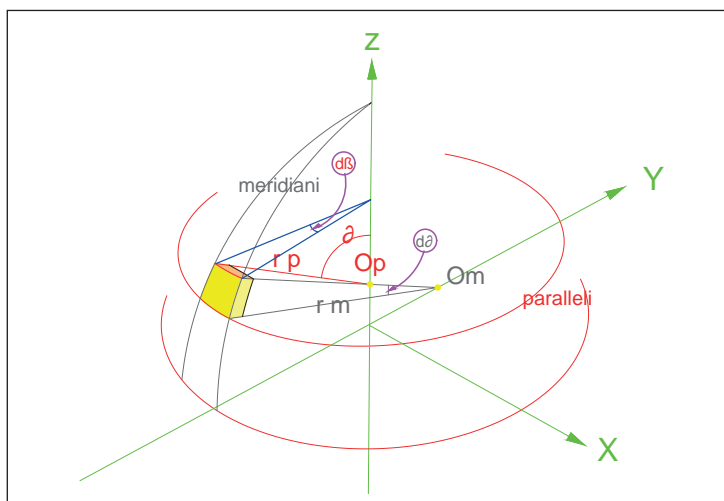


FIG. 1 Rappresentazione schematica dell'elemento unitario "concio" di una cupola con curvatura diversa fra meridiani e paralleli

FIG. 2 Suddivisione in "spicchi" di una cupola con trazioni alla base per effetto di lesioni con direzione lungo i meridiani

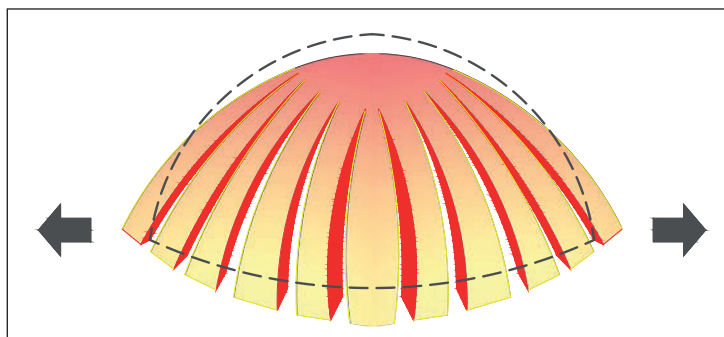




FIG. 3 Vista zenitale della cupola del San Carlo con la decorazione centrale della *Trinità* e le *Quattro Virtù* rappresentate nei pennacchi laterali, opera di Giuseppe Zocchi dell'anno 1747

ed elastiche e ciò permetteva nuove forme e nuovi schemi strutturali basati sull'equilibrio delle forze, in cui le spinte delle cupole potevano essere contrastate da altre porzioni strutturali.

L'analisi di una cupola non può essere ricondotta allo studio di un arco, perché sia la valutazione della sicurezza flessionale sia la spinta all'imposta risulterebbero non realistici. Infatti, sono numerosi i casi di cupole con spessore sottile che, pur presentando lesioni lungo i meridiani in corrispondenza dell'imposta, sono prive di fessure lungo i paralleli e si mantengono perfettamente in equilibrio. Se per tali cupole venisse eseguita una verifica a flessione di

un singolo spicchio con lo schema ad archi, quasi sicuramente tale verifica avrebbe esito negativo, mentre l'evidenza mostra il contrario. Ciò è dovuto al fatto che, considerando la cupola come una serie di spicchi indipendenti, la linea delle pressioni presenta eccentricità massime in chiave e alle reni, ma nella realtà, grazie all'interazione tra gli spicchi, l'eccentricità della linea delle pressioni si riduce notevolmente.

Oggi sappiamo, inoltre, che gli stress dei "meridiani" di una cupola sono interamente soggetti a sforzo di compressione e aumentano dal minimo al massimo, raggiungendo il colmo alla base, mentre gli

re contenendo le spinte. In questo caso, non conoscendo esattamente la struttura, non era praticabile la riduzione dei pesi in gioco, ma risultava relativamente facile contenere la spinta ricorrendo a materiali fibrorinforzati da applicare all'estradosso. Analizzando nel dettaglio i meccanismi di collasso di queste strutture, come accennato poco sopra, ci si rende conto che detti meccanismi sono tutti legati a dilatazioni trasversali, che possono essere impediti con relativa semplicità: ove possibile riducendo i pesi in gioco, oppure contenendo le spinte. Nel nostro caso non era pensabile di tentare di ridurre i pesi in gioco proprio per la non esatta conoscenza della struttura, ma risultava facile contenere la spinta facendo affidamento a cerchiature da realizzare con i nuovi materiali compositi.

La tecnologia dei materiali compositi fibrorinforzati, nata per settori tecnologicamente più avanzati, come quello aeronautico, aerospaziale, meccanico, navale e della difesa, con il tempo è passata a essere applicata in settori tradizionali regolati da leggi di mercato. Una volta che l'impiego degli FRP si è consolidato ed ha saturato i predetti settori di nicchia, il *knowhow* acquisito è stato esportato nel settore del restauro edilizio, meno avanzato dei precedenti, ma ancora in grado di assorbire grandi quantità dei nuovi prodotti dopo anni dalla loro entrata in produzione. Con questi materiali è relativamente semplice realizzare tiranti di grande resisten-

za, se viene utilizzata un'adeguata sezione di fibre. Più problematiche risultano, invece, le modalità di ancoraggio, poiché l'incollaggio di tali materiali alle murature è soggetto a fenomeni di delaminazione tali da penalizzare sensibilmente la resistenza disponibile. L'utilizzo degli FRP è particolarmente semplice nelle cupole a base circolare o poligonale, in cui le fibre possono essere incollate all'estradosso direttamente su se stesse fino a formare un anello chiuso, risultando maggiormente concludente rispetto alla cerchiatura in acciaio, in quanto il tipo di applicazione non comporta giochi di montaggio né necessità di pretensionamenti cosicché il rinforzo è immediatamente efficace.

La maggior parte degli ancoraggi delle fibre in FRP sulla muratura tradizionale viene eseguita per mezzo di resine epossidiche termoindurenti, le quali subiscono una trasformazione irreversibile nel processo di polimerizzazione legato alla reticolazione covalente, che le rende insolubili ed infusibili.

Purtroppo questo tipo di ancoraggio non è gas permeabile e il suo impiego avrebbe potuto comportare problemi alla stabilità del film pittorico presente nell'intradosso della calotta. Approfondendo la ricerca ricorrendo alla letteratura scientifica, è stato possibile individuare sul mercato fibre particolari, che rendevano superfluo il ricorso all'ancoraggio con resine. Si tratta delle resine di basalto disponibili dal 1995,

FIGG. 6A-B I lavori di posa delle fibre di basalto eseguiti nell'anno 2017 con Direzione dei Lavori dell'architetto Mastrodicasa



FIG. 7 La conclusione dei lavori di posa delle fibre di basalto con la "ricopertura" delle stesse con calce naturale identica a quella della muratura della cupola



anno in cui è stato tolto il segreto militare su questo materiale naturale.

Sono fibre molto sottili, dal diametro genericamente compreso tra $9\ \mu\text{m}$ e $13\ \mu\text{m}$, derivanti da roccia vulcanica composta da plagioclasti, pirosseni e olivine. Per le loro caratteristiche sono un ottimo sostituto delle fibre di amianto, dato che il loro diametro è molto superiore al limite di respirabilità (circa $5\ \mu\text{m}$). Esse appartengono alla categoria delle fibre minerali assieme alle fibre di carbonio e alle fibre di vetro ma, rispetto a queste ultime, hanno migliori proprietà meccaniche e fisiche e un costo significativamente inferiore rispetto alle prime. Il basalto è un miscuglio di ossidi di silicio, alluminio, calcio, magnesio, ferro e, in tracce, di altri elementi. L'esatta composizione chimica della fibra di basalto dipende dal produttore e dalle percentuali in cui le diverse rocce basaltiche sono sciolte in un unico fuso. La caratteristica più importante dell'uso di queste fibre "naturali" nel campo del restauro è che possono essere ancorate alla muratura senza dover ricorrere alle resine epossidiche rendendo invece possibile utilizzare malte gas-permeabili, come la calce o la pozzolana. La nostra scelta è stata quella di ancorarle con la calce naturale, vale a dire con lo stesso legante utilizzato nella costruzione della cupola. La calce naturale è un materiale che garantisce un'ottima

permeabilità e consente, perciò, di non alterare gli scambi gassosi con le sottostanti preziose pitture di Giuseppe Zocchi del 1747, che rappresentano la *Trinità*.

Prima di effettuare il rinforzo, sono state individuate le aree di ancoraggio malta/fibre sia lungo i paralleli sia lungo i meridiani. Lungo i paralleli abbiamo scelto di intervenire secondo tre distinte linee: base, mezzzeria e vertice della calotta. Lungo i meridiani, abbiamo proceduto secondo 6 linee, generanti altrettanti spicchi di ca. 60° . Prima di intervenire in tali aree è stata verificata la condizione del substrato e della superficie, al fine di accertare l'idoneità a ricevere le fibre e, in particolare, la possibilità di trasferimento delle tensioni mediante un'efficace aderenza all'interfaccia matrice-substrato. Trattasi di una condizione di fondamentale importanza nelle applicazioni "per aderenza", come i rinforzi a flessione e taglio, mentre risulta essere meno importante nelle applicazioni "per contatto". Tramite una complessa struttura tubolare, necessaria per operare in sicurezza e non gravare sulla struttura, si è così potuto procedere alla verifica della qualità della muratura che doveva accogliere le fibre. È così stata eseguita una leggera "battitura manuale" per la ricerca di parti distaccate o ammalorate, a cui è seguita una pulizia accurata, prima con spazzole di saggina, poi con apposite spatole, fino a grattare la su-

8. La sicurezza per il cantiere del San Carlo dei Barnabiti a Firenze

Niccolò Manganeli
Claudio Mastrodicasa

Progettare e coordinare la sicurezza all'interno di un cantiere edile è molto più difficile e complesso che progettare e coordinare la sicurezza di una qualunque altra attività, perché l'ambiente in cui si opera è sempre diverso e perché le lavorazioni da compiere non prevedono un ciclo preciso. Gli scenari che si presentano sono sempre diversi e la necessaria interazione fra varie figure professionali complica il quadro generale. Ogni operatore conosce le proprie tecniche operative ed i rischi che queste comportano, ma non conosce quelle degli altri attori che frequentano il cantiere [Figg. 1a-b].

Nel cantiere di restauro tutto questo è amplificato, poiché si tratta di un edificio storico che fa da cornice all'esecuzione dei lavori. Qualsiasi lavorazione da compiere nel centro storico di Firenze è immensamente più complessa della stessa lavorazione svolta in periferia o in campagna. Serve necessariamente tenere conto dei potenziali pericoli e delle ripercussioni che il cantiere provoca sui flussi della città. Le associazioni che hanno sede al pianterreno dell'edificio e la casa di accoglienza situata al primo e al secondo pia-

no attirano moltissime persone, facendo indirettamente aumentare i rischi legati all'attività edilizia.

Il restauro monumentale aggiunge ai citati problemi l'elevato valore storico del contesto in cui si opera. Per il San Carlo dei Barnabiti, già con un primo sguardo si comprende facilmente l'estremo valore delle pitture e dei decori presenti. Il quadro fessurativo della volta e della cupola testimoniava che si trattava di un patrimonio fragile in cui si doveva intervenire con urgenza al fine di scongiurare distacchi e crolli. Già ad occhio nudo si vedevano infatti alterazioni della conformazione geometrica iniziale della volta finemente decorata e della cupola, ove le lesioni erano presenti sia lungo i paralleli che lungo i meridiani.

Il nostro compito era quello di eliminare o quantomeno minimizzare i rischi che il cantiere avrebbe comportato per l'esterno immediato e per la casa d'accoglienza e le associazioni, nonché per l'esterno rappresentato dalla Via Sant'Agostino e dall'Oltarno.

Nella fase di progetto delle lavorazioni



FIG. 1B Vista dell'aula occupata dalla struttura provvisoria di soattegno alla volta e alla cupola



FIG. 2 Il ponteggio di facciata che contiene gruppo scale e castello di tiro per l'accesso in autonomia al cantiere



FIG. 3 La porzione del tetto smontata per permettere aereazione illuminazione e ventilazione alle maestranze impegnate nel sottotetto

abbiamo deciso quindi di collaborare alla disamina congiunta di ogni operazione da compiere e alla conseguente messa in atto delle misure necessarie ad annullare i rischi per i lavoratori, per il monumento, per le associazioni, per le residenti nella casa famiglia e per la città.

Durante l'esecuzione, oltre ad aggiornare quotidianamente i documenti progettuali relativi alle dinamiche del cantiere, che spesso portano a disattendere o comunque a variare le proposte iniziali, si è proceduto a una prima verifica visiva del rispetto della sicurezza personale e di quella del contesto, per poi approfondire gli effetti di queste operazioni "sul Palazzo" e quindi sulla città.

La progettazione della sicurezza ha previsto in primo luogo di separare i percorsi di lavoro da quelli per l'uso del palazzo, che ha continuato tutte le attività senza mai chiudere neanche un giorno. Con un pon-

teggio ancorato alla facciata [Fig. 2] è stato consentito l'accesso indipendente, per tutta la durata dei lavori, alla copertura e al sottotetto, sia per le maestranze, attraverso delle scale, sia per l'accesso ai materiali da costruzione, attraverso un castello di tiro. Le maestranze per eseguire i restauri della volta e della cupola sarebbero state confinate fra l'estradosso della volta e l'intradosso della copertura, in un ambiente assolutamente angusto, privo di illuminazione e di areazione. Per dare risposta a questo problema, è stato realizzato un nuovo e autonomo circuito di illuminazione del cantiere nell'intero sottotetto. È stata smontata parte della copertura [Fig. 3] ed è stato creato un nuovo accesso per raggiungere un assito ancorato, da un lato, alle pareti e, dall'altro, poggiante sulle capriate [Fig. 4]. Questa operazione ha, però, comportato un'ulteriore complicazione, perché lo smontaggio della copertura avrebbe reso l'edificio vulnerabile alle acque piovane. Di

conseguenza, siamo stati costretti a prevedere una tettoia [Fig. 5].

Prima di procedere ai suddetti interventi, constatata l'estrema gravità della situazione, con verbale di "Somma Urgenza" erano state incaricate due aziende (una di strutture provvisorie e l'altra di decoratore/restauratore) per la messa in sicurezza della volta e della cupola. Tali strutture ormai danneggiate e oltremodo fragili presentano l'ulteriore particolarità di essere curve, pertanto mal si gestiscono con i comuni strumenti edilizi, ideati per superfici piane orizzontali o verticali.

Alla quota di nove metri dal suolo, è stata realizzata una platea [Fig. 6] che ha permesso sia l'attività di diagnostica sia la riparazione dei danneggiamenti e sono state puntellate le strutture curve mediante appositi puntelli con testa rotante [Fig. 7a-b], opportunamente protetti, nel punto