

IL ROSONE DELLA FACCIATA DELLA CHIESA DI S. SILVESTRO A L’AQUILA; ANALISI POST TERREMOTO DELL’INTERVENTO DI RESTAURO E DELL’ADEGUAMENTO ANTISISMICO

Marcello Pezzuti*, Susanna Sarmati**, Vincenzo Riccardi***, Carla Tomasi****,
Carlo Serino*****, Antonio Iaccarino Idelson*****

* Architetto, Responsabile Ufficio Nuove Opere della G.R. d’Abruzzo, via Leonardo da Vinci n. 6, 67100, L’Aquila, Tel. 0862 363525, marcellopezzuti@alice.it

** Restauratrice, via del Gelsomino n. 80, 00165 Roma, tel. 338.9409624, s.sarmati@gmail.com

*** Ingegnere strutturista, Via San Francesco d’ Assisi n. 119 - 00035 Olevano Romano (RM), tel. 3384429959, studio.ivr@gmail.com

**** Restauratrice, Carla Tomasi srl Via Mario Mencatelli, 24 00128 Roma, tel. 06.5402795, studiocarlatomasi@tiscali.it

***** Restauratore, Equilibrarte srl, via Centuripe n. 34, 00179, Roma, tel. 347.8813217, carlo.serino@gmail.com

***** Restauratore, Equilibrarte srl, via F.Amici n. 15, 00152, Roma, tel.339.7172063, iaccarino.a@gmail.com

Abstract

In occasione della campagna di interventi che interessarono nel 2004 la Chiesa di S.Silvestro a L’Aquila, fu realizzato il restauro e l’adeguamento statico del rosone, elemento caratterizzante e qualificante della facciata. Il rosone presentava seri problemi di conservazione ed il cedimento di qualche elemento o un ulteriore movimento del nucleo avrebbero potuto portare alla sua espulsione ed al collasso dell’intero sistema. Una volta eseguito il restauro delle superfici e ricostruita la continuità del “tessuto” lapideo era necessario restituire una sicurezza strutturale generale al rosone: si realizzò così una struttura metallica alla quale è stato vincolato rigidamente. L’intervento di tipo locale è stato supportato da calcoli statici e verifiche strutturali con simulazione di forze orizzontali sul rosone.

A distanza di cinque anni l’intervento è stato sottoposto al severo collaudo del terremoto. A differenza della facciata e dell’intera chiesa pesantemente danneggiate, apparentemente il rosone ha risposto adeguatamente e non mostra di aver subito gravi conseguenze dal sisma (figura 1).



Figura 1. La chiesa di S.Silvestro a L’Aquila dopo il terremoto

Introduzione

Con i suoi sei metri circa di ampiezza, il rosone della chiesa di S. Silvestro A L’Aquila è il più grande fra quelli della città e, come altri, presenta la caratteristica rotazione, apparentemente irregolare, rispetto agli assi di riferimento, particolarità che sottende significati simbolici o metaforici ancora tutti da verificare e conferisce dinamismo all’opera.

I rosoni aquilani hanno più volte dovuto affrontare la dura prova dei terremoti e non tutti l’hanno superata. Sono diverse le chiese che per questo motivo esibiscono la loro finestra di luce priva di raggiera, come ad esempio la chiesa di San Quinziano; ve ne sono altri che invece, pur sopravvissuti, hanno ricevuto un consolidamento più radicale: alcuni rosoni (p. es. nel San Domenico) sono stati direttamente incorporati nella muratura.

Le condizioni del rosone di San Silvestro al momento del primo sopralluogo (2000) erano critiche ed era urgente intervenire al più presto. Si era appena verificato il crollo di una colonnina e di altre parti minori e il tutto era stato trattenuto in quota da una rete antipicconi. La deformazione del rosone, accumulata in centinaia di anni, era evidente nella sua ovalizzazione ed estroflessione e il rischio di un crollo generalizzato appariva possibile. La gran parte delle connessioni fra gli elementi della raggiera e la visibile inclinazione fuori dal piano verticale sembravano preludere a nuove espulsioni di materiale. Le connessioni fra gli elementi mostravano numerose lesioni dovute al degrado dei perni metallici d’assemblaggio. Soprattutto, erano ancora attive le dinamiche strutturali che comportavano la progressiva compattazione delle murature d’ambito del rosone e quindi la sua ulteriore deformazione. Le murature a sacco di molte facciate in pietra concia soffrono di questo problema, connaturato al loro sistema costruttivo: mentre il paramento esterno in pietra ben squadrata e assemblata riesce a mantenere nel tempo le sue dimensioni verticali, il sacco murario interno tende nel tempo a compattarsi verso il basso e a distaccarsi dal corpo della facciata; realizzato con malte scarse e povere, con inerti e spesso con l’uso di “verzelle” (piccole fascine inserite al suo interno, che nel tempo si dissolvono lasciando volumi vuoti all’interno delle mura), il sacco murario perde consistenza e, compattandosi verso il basso, contribuisce a sovraccaricare il paramento esterno. Tale appariva, prima dei lavori, lo stato di conservazione anche nella chiesa di San Silvestro.

Nell’intervento provvisorio, eseguito subito dopo il sopralluogo, sono state assicurate le parti pericolanti del rosone e stabilizzate le murature di facciata, consolidandole con iniezioni di malte idrauliche ed applicando tiranti, diatoni, ancoraggi e quant’altro necessario a fermare i processi di compressione, ristabilendo la continuità degli innesti fra le murature della facciata e delle navate. Solo successivamente si è potuto procedere allo studio accurato della situazione locale per calibrare al meglio il restauro strutturale e formale del rosone.

Dopo questo intervento d’urgenza messo in atto immediatamente si fece un programma dei lavori da svolgere successivamente e precisamente:

- Il consolidamento delle murature di facciata, col miglioramento degli ancoraggi in corrispondenza degli innesti murari e per contrastare il ribaltamento della porzione superiore della facciata a coronamento orizzontale;
- Il restauro strutturale e formale del rosone, vero motivo dell’intervento e specifico argomento di queste note, pensato agendo su due piani: da un lato restituire alla struttura la solidità che era possibile darle, con un accurato restauro materico e formale; dall’altro, consapevoli che un evento sismico avrebbe potuto compromettere l’integrità del prezioso elemento, supportarla con una struttura metallica retrostante, in grado di sorreggerlo anche in caso di oscillazioni significative.
- E per ultimo, dare soluzione alle problematiche individuate in quota all’innesto tra facciata, navate e campanile. Operazione molto importante per dare solidità a tutta la struttura ma che purtroppo non è stata realizzata per il trasferimento del direttore dei lavori ad altro ufficio.

La squadra di cantiere: le professionalità impiegate

Conclusa la prima fase di consolidamento delle murature, nell’impostare la progettazione dell’intervento successivo sul rosone, fu costituito un articolato gruppo operativo in quanto alcuni degli aspetti da affrontare erano di carattere altamente specialistico.

A supporto della Direzione dei Lavori² è stata utilizzata la figura del restauratore con funzione di Direttore Operativo³. Questa figura individuata, per legge negli anni ‘90⁴, era inizialmente impiegata in maniera puntuale ma poi, molto spesso, relegata a redigere solo la scheda tecnica ormai obbligatoria in un progetto di restauro.

Prerogativa del restauratore “è la conoscenza scientifica e tecnologica che sostiene razionalmente la pratica della conservazione e del restauro e la consapevolezza del significato complessivo dell’opera, sia dal punto di vista estetico che teorico”⁵ ed il Direttore Operativo decise, di comune accordo con la D.L., di affiancare all’impresa impegnata nel restauro conservativo⁶ un gruppo di imprese e professionisti con competenze e preparazioni distinte:

- un ingegnere strutturista⁷ che calcolasse alla luce delle prevedibili sollecitazioni le caratteristiche che avrebbe dovuto avere la struttura di supporto;

- restauratori specializzati nella realizzazione di strutture e supporti per la conservazione di manufatti artistici⁸ per progettare e realizzare l'interfaccia tra struttura e materiale lapideo.

L'interazione fra queste distinte competenze ha dato origine ad una collaborazione che ha ottimizzato l'intervento.

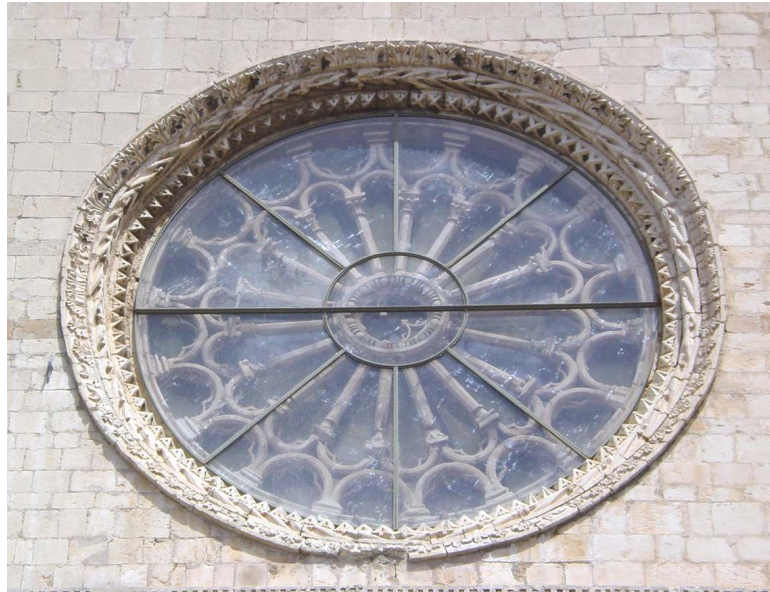


Figura 2. Il rosone prima del restauro

Il rosone: descrizione, stato di conservazione, l'intervento restauro

Il rosone è una struttura complessa in cui gli elementi si sostengono per mutuo contrasto. Partendo dall'esterno troviamo una corona eseguita in 3 modanature con decorazioni ornamentali diverse su cui s'innestano le 18 basi di partenza per le arcatelle che contrastano altrettante arcatelle raccordate ai capitelli fitomorfi e alle relative colonnine ottagonali. Queste ultime si collegano in 18 punti alla corona centrale realizzata in due blocchi e costituita da una cornice esterna classica ad ovuli e frecce, mentre all'interno quattro arcatelle trilobate realizzano una croce bizantina.

In fase costruttiva i raccordi tra i diversi elementi architettonici sono stati vincolati con l'impiego di perni e grappe di ferro piombate e successivamente stuccate. Sono visibili i canali realizzati per la colatura del piombo che doveva sigillare i perni in ferro. Le vetrate che completavano il rosone sono andate quasi completamente perdute, tranne piccoli frammenti applicati per mezzo di stuccature perimetrali visibili in alcune arcatelle. Le porzioni maggiori erano probabilmente fissate sulle barrette in ferro che collegavano le colonnine, in parte ancora presenti, e delle quali sono ben visibili i fori per il fissaggio.



Figura 3. Particolare di un capitello interessato da fratture ed estese mancanze



Figura 4. Lo smontaggio di una colonnina durante l'intervento di restauro

Il rosone al momento del restauro (figura 2) appariva gravemente degradato a causa di molteplici fattori tipici dei monumenti esposti all’aperto quali precipitazioni atmosferiche, escursioni termiche, attacchi di organismi biodeteriogeni, agenti inquinanti oltre alle sollecitazioni prodotte da eventi sismici, ripetuti nel tempo (non ultimo il crollo parziale del campanile avvenuto nel ‘600 su parte della facciata) che avevano determinato deformazioni permanenti e la sostituzione di alcuni elementi.

Per motivi di sicurezza, a causa del precario stato di conservazione, era stato applicata una protezione temporanea in policarbonato per evitare possibili cadute in basso di frammenti.

Al momento dell’intervento era evidente la caduta ed in alcuni casi la perdita di numerosi frammenti lapidei, la caduta di una colonnina, numerose fratture e schiacciamenti a compressione a cui si aggiungeva il degrado prodotto dall’utilizzo di perni di ferro e l’uso del cemento in un recente restauro (‘800) che avevano ulteriormente danneggiato l’opera.

La superficie lapidea, che in passato era stata trattata con consolidanti inorganici a base di latte di calce e pigmenti, era deturpata da incrostazioni nere prodotte dai fenomeni di solfatazione e carbonatazione che avevano inglobato impurità, polveri e fuliggine. Le croste nere erano diffuse con andamento disomogeneo, per la maggior parte nei sottosquadri e le parti in oggetto erano notevolmente erose. In più punti si notavano piante infestanti e microrganismi algali, macchie di colore grigiastro prodotte dal metabolismo di microrganismi biodeteriogeni (licheni e funghi). Macchie di colore oca-bruno rivelano la presenza di ossalati, visibili anche sulle linee di frattura di elementi perduti, a testimonianza che la perdita di frammenti si è verificata con continuità nel corso del tempo. Il rilievo scultoreo presentava degradi irreversibili quali la perdita di materiale originale superficiale che lasciava in vista la sua struttura cristallina, porosa e capillare, veicolo e catalizzatore di ulteriori fenomeni di degrado.

Rimovendo il policarbonato di protezione del rosone sono stati ritrovati numerosi frammenti lapidei distaccati provenienti da arcatelle, capitelli e colonnine. Preliminare ad ogni altro intervento è stato lo smontaggio e la messa in sicurezza degli elementi lapidei pericolanti (figure 3 e 4).

Eseguita pulitura⁹, il consolidamento delle porzioni più degradate ed il trattamento biocida di tutta la superficie lapidea le porzioni cadute e le fessurazioni presenti sono state ricomposte anche con l’inserimento di perni in acciaio filettati fissati alle estremità con bulloni alloggiati in apposite sedi¹⁰.

Le mancanze degli elementi costitutivi il rosone sono state reintegrate con l’inserimento di elementi lapidei scolpiti ed adattati alle lacune presenti. Le colonnine, le basi, i capitelli e gli archi sono stati collegati e resi solidali tra loro nei modi già progettati dai costruttori, a seguito di un studio della tecnica di esecuzione originale. In tal modo è stata ristabilita la monoliticità dei singoli elementi e raggiunto un elevato miglioramento strutturale, un passaggio necessario per poter considerare il sistema come un unico insieme da sottoporre a studi specifici di vulnerabilità sismica.

La struttura: progettazione, verifiche e messa in opera

Dopo l’intervento sulle superfici ed il consolidamento delle parti mobili è stato necessario restituire al rosone sicurezza e stabilità strutturale. La soluzione consisteva nel fissare il centro, visto che un suo ulteriore spostamento avrebbe potuto causarne l’espulsione e di conseguenza il cedimento dell’intero rosone.

E’ stata quindi progettata e realizzata una struttura metallica tubolare a raggiera¹¹, ancorata nello strombo, che, doppiando il rosone ed essendo ad esso collegata con dei tiranti attivi pre-tesi, eviterà ulteriori spostamenti del nucleo centrale. Nel caso di fenomeni sismici il rosone viene accompagnato e contenuto dalla struttura metallica che, pur non potendo naturalmente ostacolarne completamente gli eventuali movimenti, ne preserva l’integrità generale soprattutto evitando eventuali perdite di parti a seguito di grosse deformazioni.

La forma della struttura è stata studiata in modo che dall’esterno risulti il più possibile discreta per l’osservatore che guardi la facciata dal fondo della piazza. Essa è stata realizzata collegando due esagoni concentrici con sei raggi posti in corrispondenza di sei delle diciotto colonnine: l’esagono interno doppia il nucleo centrale del rosone, l’altro la serie di archetti posati sui capitelli. La struttura è posta tra il rosone e la vetrata interna e non è perfettamente in asse con la verticale a causa della leggera rotazione del rosone. Anche alla vista dall’interno, sebbene evidente e riconoscibile, non appare particolarmente fastidiosa.

Sono stati predisposti dieci vincoli: quattro agiscono sulla parte centrale sostenendone saldamente gli elementi più pesanti ed altri sei all’attacco di altrettanti capitelli (figure 5 e 6). Al fine di scaricare il peso della parte centrale del rosone dalle fragili colonnine e per prevenire altri pericolosi movimenti verso il basso del nucleo, sono stati predisposti i tiranti diagonali che legano le ganasce centrali all’esagono esterno della struttura per scaricare il peso che gravava sulle fragili colonnine sottostanti. Le ganasce cingono con sicurezza il materiale lapideo senza stringerlo¹². Per ottenere un contatto completo e continuo tra ganasce e pietra, le discontinuità dovute alle finiture e alle decorazioni superficiali sono state colmate con una malta epossidica¹³ garantendo la reversibilità con un film isolante¹⁴ che ha anche evitato l’impregnazione della pietra da parte della resina epossidica. Tra le ganasce e lo stucco epossidico inoltre è stato disposto un sottile strato ammortizzante¹⁵ per

evitare il danneggiamento della pietra in fase di montaggio e soprattutto per compensare eventuali differenze di dilatazione termica tra metallo, pietra e resina. Chiuse le ganasce ed una volta indurito lo stucco epossidico, sono stati messi in opera i tiranti e la struttura metallica, pretensionata, ha perso ogni residua flessibilità (figura 7).



Figura 5. La struttura con una ganascia ed i tiranti che agiscono sul nucleo



Figura 6. Particolare di una ganascia in corrispondenza di un capitello



Figura 7. Il rosone dopo l'intervento di restauro

Della struttura è stata eseguita una modellazione tridimensionale agli elementi finiti con l'inserimento degli opportuni svincoli per tener conto delle discontinuità degli elementi costituenti il rosone (figura 8). I carichi applicati sono stati valutati in funzione della posizione del rosone (muratura e cordolo soprastanti) e si è verificato che la deformata risultante, partendo da una forma originaria circolare, risulta congrua con l'attuale ovalizzata. Per mettere in conto forze orizzontali, si è inoltre inserita una eccentricità di calcolo di circa l'1% della luce libera interna del rosone (diametro alla base dei pilastrini) ed è stata fissata una eccentricità dell'anello centrale pari a cm 5. L'insieme rosone-struttura è stato così sottoposto ai carichi supposti agenti interamente sulla struttura deformata e sono state calcolate le sollecitazioni nei tiranti e nella struttura portante principale. I valori ottenuti sono risultati ampiamente compatibili con gli elementi da porre in opera. Nel calcolo si è ipotizzato il comportamento elastico lineare del materiale costituente il rosone e le caratteristiche dello stesso sono state assunte in base a valori tabellati, non essendo stato possibile eseguire prove dirette sul materiale costituente il manufatto. Anche con le approssimazioni sopra accennate si è ritenuto che il calcolo fosse sufficientemente approssimato per valutare con buoni coefficienti di sicurezza la resistenza e la stabilità della nuova struttura posta a sostegno del rosone. Il sistema di supporto così concepito, ha eliminato la labilità strutturale intrinseca del rosone e gli ha conferito un comportamento statico e dinamico solidale con la struttura muraria della facciata.

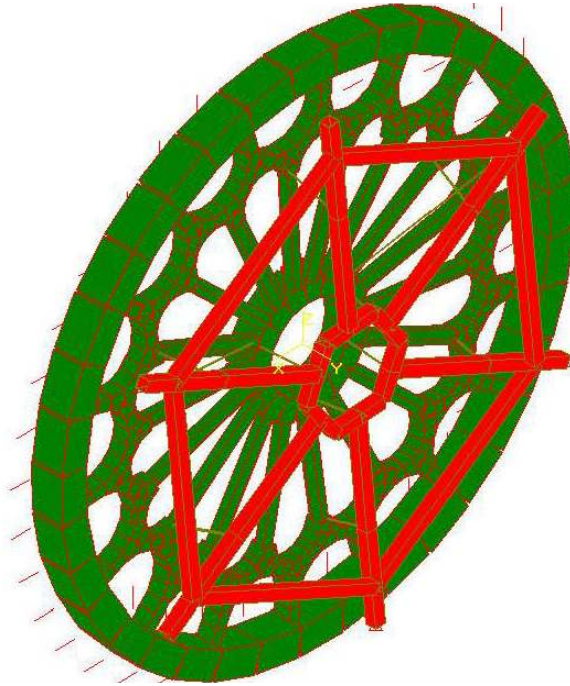


Figura 8. Modello di calcolo 3D

Il terremoto, effetti sulla città e sull’edificio in particolare, la risposta dell’intervento di restauro

Dal 2009 la zona dell’Aquila è stata sottoposta ad una serie di eventi sismici, attivi dal gennaio 2009, che culminarono il 6 aprile del 2009 con una forte scossa principale di 7.1 scala Richter per tre secondi, seguita poi per una ventina di secondi da una scossa poco minore. Altre scosse di minore intensità si sono protratte per i mesi successivi. Il terremoto ha provocato danni incalcolabili ai manufatti artistici ed architettonici della città dell’Aquila, che si trova ancora oggi completamente priva del centro storico. Sono crollati parzialmente od interamente edifici storici e chiese di grandissimo pregio.

La chiesa di S. Silvestro è stata pesantemente colpita con danni che hanno interessato tutta la struttura compresa la torre campanaria. Dalle analisi dei primi dati rilevati dal quadro fessurativo dell’edificio nel suo complesso, la facciata è stata interessata da un ribaltamento fuori dal piano a causa delle sollecitazioni sismiche che l’hanno colpita in maniera pressoché ortogonale. Tutta la chiesa non ha completamente collassato probabilmente grazie alla presenza delle catene ed a vincoli che rendevano solidali la facciata con il campanile¹⁶.

Le sollecitazioni subite dalla facciata sono palesemente visibili dalle larghe fessurazioni che attraversano l’apparato murario con un andamento trasversale da destra verso sinistra sul lato sinistro e verticalmente sopra e sotto il rosone. I danni rilevati sul rosone consistono essenzialmente nella caduta di alcuni esili elementi dall’oculo centrale e da altre porzioni periferiche, dallo sganciamento di un concio di circa venti centimetri nella porzione inferiore, rimasto comunque in quota, e da un insieme di leggere fessurazioni ancora da mappare, la cui presenza non costituisce pericolo alcuno. I danni sono riconducibili al comportamento strutturale del rosone che, come qualsiasi struttura a telaio, concentra i carichi sui nodi. Molti dei piccoli danni riscontrati sono ascrivibili ai numerosi movimenti tellurici successivi, durati alcuni mesi, che hanno agito su un organismo reso già vulnerabile dalla prima, potentissima scossa (figura 9).

Conclusioni

Fare un bilancio di un intervento di restauro impone riflessioni non solo tecniche e culturali, poiché richiede l’esame di vari aspetti, a volte contrastanti.

I beni culturali, nella nostra società, appartengono in qualche modo alla collettività, che si è data dei principi, alcuni scritti, altri legati a correnti di pensiero culturale, politico o estetico. Nel tempo la potenza di queste idee ha assunto per il restauro un peso determinante. Agli obblighi della normativa si sono aggiunte convinzioni dovute a prassi consolidate e si è così persa la percezione del contesto in cui ogni azione umana si compie, per cui ogni agire equivale a trasformare, influenzando ed essendo influenzata dal contesto. Ciò su cui si è intervenuti non è più ciò che prima era e questo, ovviamente, vale anche per il restauro.

Questo spirito inclusivo comporta qualche sacrificio, imponendo il confronto fra interessi diversi, dentro e fuori al mondo del restauro, ma comporta un beneficio essenziale: integra la conservazione di ciò che vale, nel normale, molteplice flusso delle altre attività umane, espandendo le potenzialità dell’azione.

Per risolvere le difficoltà di conservazione di un manufatto particolarmente prezioso, delicato e degradato quale era il rosone di San Silvestro, decidemmo di modificarlo non nella sua natura, ma aggiungendovi sul retro una struttura metallica che da un lato potesse contribuire all’irrigidimento dell’ampio vuoto murario e dall’altro sostenesse, con analoghe caratteristiche di deformabilità, l’esile raggiera che, in caso di stress, avrebbero ridotto i rischi di danno al manufatto medievale.

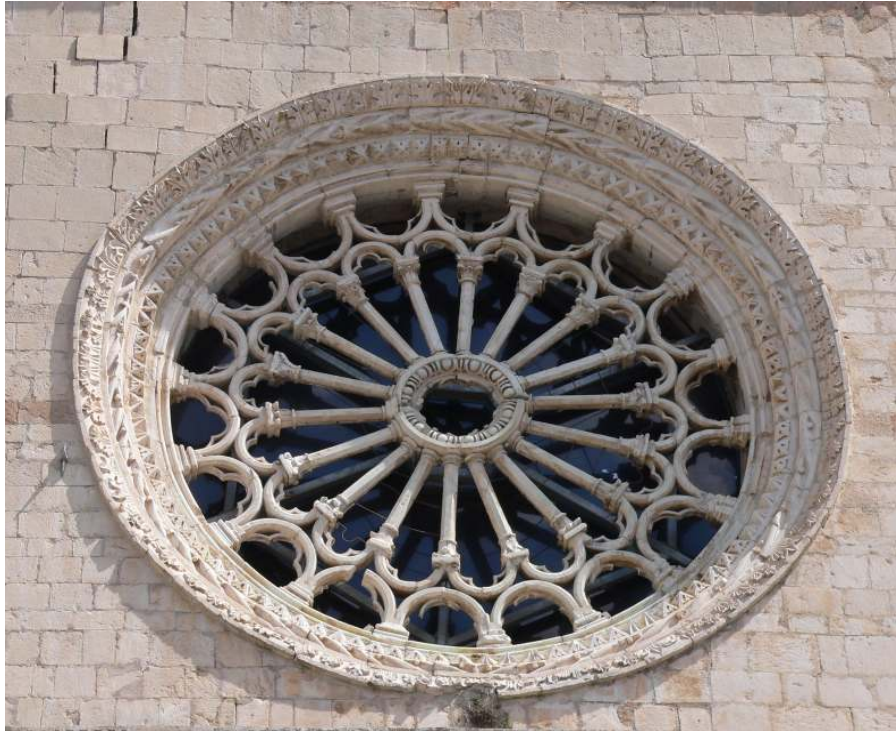


Figura 9. Il rosone dopo il terremoto (3 maggio 2009)

Il banco di prova costituito dall’evento sismico che ha sottoposto il territorio aquilano a sollecitazioni estreme, ci incoraggia ora a trarre qualche conclusione sul lavoro svolto.

La prima considerazione riguarda il successo di un intervento che, partendo da un elemento fragile per sua natura e gravemente dissestato, al punto da essere in fase di collasso, è riuscito nell’intento di salvaguardarne la conservazione fisica, evitando che cedesse sotto le fortissime accelerazioni che il sisma gli ha impresso in ogni direzione. Resta evidente che dopo uno stress così devastante, è auspicabile procedere a una revisione dettagliata sia delle membrature del rosone che del sistema metallico di sostegno.

Il successo dell’intervento di restauro in esame invita a considerare l’opportunità di affinare il metodo d’intervento multidisciplinare utilizzato, con la speranza che procedure analoghe trovino sempre più largo impiego nelle attività di restauro di particolare delicatezza.

Un punto debole di questo, come di altri interventi è rappresentato, a nostro parere, dalla frammentarietà programmatica. Essere riusciti a salvare la preziosa finestra di Luce del San Silvestro non può farci dimenticare i danni subiti dalla chiesa nell’insieme delle sue architetture, su cui non si è potuto intervenire coerentemente con quanto iniziato col rosone. Purtroppo le cause di tali insufficienze non sono ascrivibili ai singoli operatori, dato che in genere gli stanziamenti riservati alle attività di restauro sono largamente inadeguati e vanno invece ricercate in alcuni difetti di sistema. In primo luogo l’eccessiva abbondanza di beni ritenuti d’interesse storico artistico rende impossibile attuare un qualsiasi efficace programma di conservazione. Troppe le opere su cui intervenire, poche le risorse finanziarie disponibili. In secondo luogo si sta radicando l’idea che conservare voglia dire impedire la trasformazione, seppur piccola, di questi beni e spesso la loro tutela finisce per attestarsi sempre ai livelli più severi. Questo comporta da un lato il deperimento di gran parte del patrimonio culturale di carattere immobiliare che, non potendosi adeguare agli standard attuali, perde il suo valore d’uso e finisce per restare inutilizzato o trascurato.

Sono molti i fabbricati aquilani di pregio gravemente danneggiati dal terremoto e forse sarebbero stati molti di meno, se nel corso degli anni avessero potuto ricevere le stesse cure di quegli edifici resi appetibili da lavori che, pur rispettosi degli aspetti da salvaguardare, ne hanno mantenuto immutato il valore d’uso per una città del XXI secolo.

Conservare la memoria del passato, ovvero la propria identità, è un dovere primario, ma perché possa veramente realizzarsi, è necessario che venga guidato da una realistica visione strategica che tenga conto dell’odierno mondo in cui viviamo.

Che L’Aquila nuova possa tornare non solo “dov’era, com’era”, ma soprattutto dov’era, meglio di com’era! Questo è il nostro auspicio.

NOTE

[1] Perizia del 21.03.2000.

[2] Arch. Marcello Pezzuti.

[3] Susanna Sarmati.

[4] Legge 109/94 art.17 comma I lett. d e D.P.R. 554/99 art.224 comma 1.

[5] Michele Cordaro “*Teorie ed esperienze pratiche nella formazione professionale dei tecnici della conservazione delle opere d’arte*” Bollettino dell’istituto Centrale per la Patologia del libro, XLII (1988), pp.223-229.

[6] Ditta Carla Tomasi S.R.L.

[7] Ing. Vincenzo Riccardi.

[8] Carlo Serino e Antonio Iaccarino Idelson della ditta Equilibrarte srl.

[9] Acqua nebulizzata a bassa pressione, impacchi di carbonato di ammonio e polpa di carta, microvibroincisore, microsabbiatrice di precisione con ugelli in Widya di diametro da 0,7 mm e filtro ceramico. Come aeroabrasivo è stato usato carbonato di calcio e sabbia fine a 120 mesh a pressione variabile di circa 1,5 atm.

[10] Consolidante: silicato di etile soluto in white spirit, applicato a pennello per imbibizione a concentrazioni crescenti dal 20% sino al 40%; biocida: Preventol R 80 (Dodecil-dimetil-diclorobenzil-ammoniocloruro) al 5% in soluzione acquosa, trattamento ripetuto a distanza di tempo; iniezioni di resina epossidica Epo Inj bicomponente, previa stuccatura di contenimento oppure usata come stucco adesivo caricato con carbonato di calcio e silice.

[11] La struttura è stata realizzata con tubi quadrati di acciaio zincato (mm 90 x 90 x 5).

[12] Per le parti metalliche a contatto con il materiale lapideo originale è stato impiegato esclusivamente acciaio inox AISI 304. Trattandosi infatti di parti esposte all’azione diretta degli agenti atmosferici, era indispensabile evitare che eventuali ossidi derivanti dalla corrosione potessero macchiare il rosone e la facciata. In tutti gli altri casi è stato per lo più impiegato ferro zincato o cromato, scelta resa obbligata dalla disponibilità commerciale dei materiali da impiegare.

[13] E’ stata impiegata la resina epossidica bicomponente CTS Epo-Inj resa spatolabile con l’aggiunta di silice micronizzata.

[14] Paraloid B72 in acetone al 15% steso in più mani fino ad ottenere un film continuo.

[15] E’ stato impiegato uno strato di neoprene di 3 mm di spessore.

[16] Prof. Ing. Antonio Borri (coordinatore): “*Caso di studio: Chiesa di S. Silvestro nel centro storico della Città de L’Aquila*”. www.mastrodicasa.com/aquila/Caso_San_Silvestro.pdf

BIBLIOGRAFIA

1. Pezzuti M. *La chiesa di Santa Maria dell’Assunzione in Collemaggio*, p. 167, in Celestino V e la sua Basilica, Cinisello Balsamo, 2006.
 2. AA.VV., *Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni*, Gangemi Editore, Roma, 2006.
 3. Antonini O., *Architettura religiosa aquilana*, Edizioni del Gallo Cedrone, L’Aquila, 1999.
 4. Antonini O., *Chiese dell’Aquila : architettura religiosa e struttura urbana*, Carsa, Pescara, 2004.
 5. Borri A., *Caso di studio: Chiesa di San Silvestro nel centro storico della Città de L’Aquila*. www.mastrodicasa.com/aquila/Caso_San_Silvestro.pdf
 6. Cangi G., *Manuale del recupero strutturale e antisismico*, DEI, Roma, 2005.
 7. Centofanti M., *L’Aquila città di piazze. Spazi urbani e tecniche costruttive*, Carsa, Pescara, 1992.
 8. Centofanti M., Maestri D., *Immagini di un territorio : Abruzzo nella cartografia storica : 1550-1850*, Regione Abruzzo, 1992.
 9. Corpora H., Quaresima R., *L’apparecchio murario aquilano – caratteristiche costruttive e materiali, in Recupero e conservazione*, Editore De Lettera, 2009.
 10. Gavini I.C., *L’architettura in Abruzzo*, Costantini, Pescara, 1980.
 11. Gurrieri F. (a cura di), *Manuale per la riabilitazione e la ricostruzione post-sismica degli edifici*, DEI, Roma, 1999.
- Mariani M., *Trattato sul consolidamento e restauro degli edifici in muratura*, DEI, Roma, 2006.