



RESTAURO MONUMENTALE E ARCHITETTONICO
CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE

FOLIGNO (Pg)

LA CATTEDRALE DI SAN FELICIANO



CONSOLIDAMENTO RESTAURO
E CONSERVAZIONE

CENNI STORICI

La Cattedrale di San Feliciano è il monumento più importante di Foligno. Sorta in commemorazione del Santo Vescovo, morto martire nel III secolo, in origine era il sacello dove il Santo volle essere sepolto. Sulla tomba è stata eretta in più riprese la Basilica, che già nel 1100 diventava una chiesa più vasta, a tre navate, con il presbiterio rialzato sotto il quale si trovava la cripta. La facciata minore risale alla prima metà del 1100, mentre tra la fine dello stesso secolo e gli inizi del 1200, il Vescovo Anselmo fece costruire quella sulla Piazza Grande.

Tra la fine del 1400 e la metà del 1500, l'interno della chiesa a croce latina prese forme rinascimentali ad opera di vari architetti che progettaronο anche la cupola. Tra la fine del 1700 ed i primi del 1800, si giunse alla terza grande ricostruzione dell'interno, ad opera dell'architetto folignate Giuseppe Piermarini. Sui disegni del Vanvitelli la cattedrale assunse l'aspetto neoclassico, grandioso e severo che il restauro ha evidenziato in tutto il suo carattere.

I DANNI STRUTTURALI E LE DIRETTIVE PROGETTUALI

I danni rilevati al momento dell'intervento riguardavano principalmente le parti strutturali della chiesa: le volte presentavano profonde fessure all'estradosso, sulle murature erano riscontrabili crepe larghe 3-4 cm mentre la facciata aveva subito un distacco che aveva comportato lo spostamento orizzontale di 8 cm all'altezza delle volte di copertura.

Il sisma aveva determinato anche una pericolosa torsione del campanile, causando il crollo sul tetto del Duomo, della cuspide e il grave dissesto delle due celle campanarie. Anche la cupola necessitava di un rinforzo a trazione denunciato da una analisi agli elementi finiti che ne aveva evidenziato i limiti strutturali.

I cornicioni settecenteschi, costruiti con una disposizione inclinata dei mattoni quasi a voler imitare l'effetto di mutuo contrasto di un arco, durante il sisma si sono inflessi e hanno subito uno scorrimento relativo.

La necessità di affrontare queste problematiche nel rispetto di alcuni criteri fondamentali quali efficacia, durabilità, reversibilità e soprattutto compatibilità con i materiali esistenti, ha reso necessario affiancare alle tecniche tradizionali d'intervento, tecnologie e materiali innovativi. (**Carboniar**[®] e SMADs)

INTERVENTI DI CONSERVAZIONE

I lavori sono stati avviati nell'aprile del 1999 e hanno interessato inizialmente il consolidamento degli intonaci antichi attraverso l'iniezione di miscele di calce idraulica naturale e resina acrilica realizzata tramite l'uso di sacche per flebo predisposte sul paramento per consentire una lenta immissione e una completa diffusione dei prodotti leganti all'interno dell'intonaco.

Cornici e decorazioni a stucco sono state consolidate con barre in ottone o aste di legno rese solidali con paste sintetiche prive di sali. Gli elementi lapidei sono stati consolidati attraverso microincollaggi e applicazioni di barre in acciaio.

Le superfici dipinte della sacrestia e della cupola, invece, sono state restaurate mediante microiniezioni attraverso lesioni o piccoli fori già esistenti, di idonea resina acrilica in emulsione eventualmente addizionata a cariche inerti, effettuata a diverse profondità e con diverse concentrazioni.

Il restauro del mosaico di facciata ha previsto la sigillatura delle lesioni presenti sulla superficie con malta di calce idraulica naturale previa iniezione in profondità della stessa additivata con resina acrilica e l'integrazione dei tasselli mancanti.



(Alcune fasi relative agli interventi di conservazione)

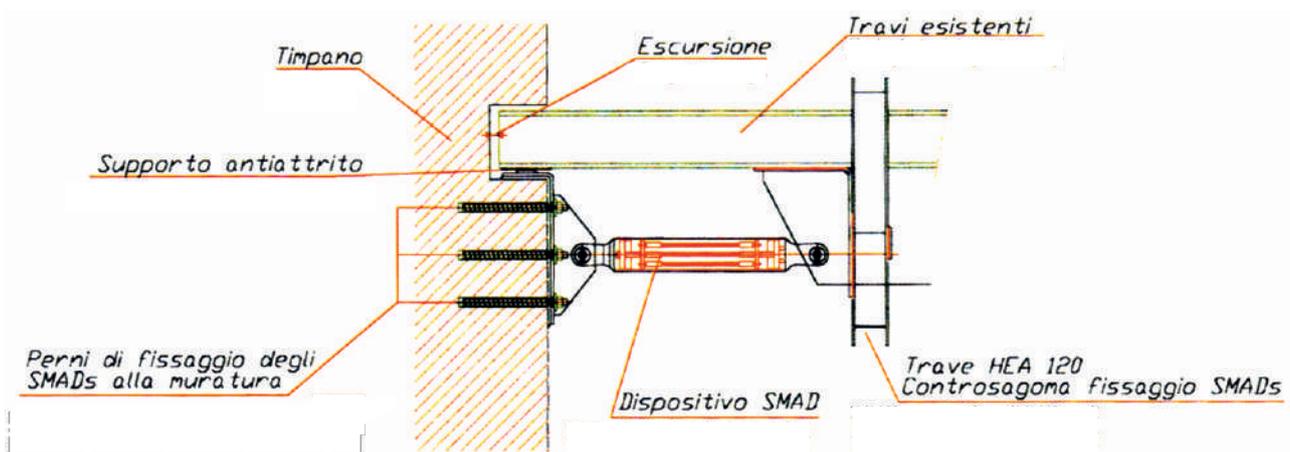
IL CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE

Per le lesioni che hanno interessato le parti murarie, dovute a deficienze strutturali, si è provveduto alla ricostituzione della originale monoliticità mediante iniezioni in perfori di miscela di calce idraulica naturale (Iar Calx Romana), la quale ha il pregio di non provocare irrigidimenti nella struttura, nè tantomeno la formazione di sali espansivi Ettringite e Thaumassite, e di facilitare la traspirazione.

Per quanto concerne la facciata, questa è stata ricollegata alle murature laterali sino al primo contrafforte tramite cuciture metalliche poste a quota superiore della trabeazione interna.

Il timpano è stato vincolato internamente

mediante l'inserimento di dispositivi a memoria di forma SMADs, ad esso collegati, che lo vincolano alla struttura di copertura impedendo spostamenti al di fuori del proprio piano. Inoltre tali dispositivi hanno garantito la sostanziale riduzione delle accelerazioni collassali dovute a movimenti tellurici. Da alcune prove sperimentali, infatti, condotte su murature poste su tavola vibrante, sono stati confrontati i valori di accelerazione che la struttura subiva nel duplice caso di vincolo con tirante in acciaio e con dispositivo di vincolo assiale SMADs. Nel primo caso la struttura subiva un'accelerazione tale che ne determinava il crollo, nel secondo caso invece l'accelerazione non è stata amplificata e la struttura, con particolare riferimento alla parte superiore del vincolo, non è collassata.



(Il funzionamento del dispositivo in lega a memoria di forma SMADs)

L'IMPIEGO DELLE FIBRE

Gli interventi di consolidamento delle volte sono stati realizzati nel più completo rispetto della cultura progettuale antica.

La tecnica adottata per la realizzazione delle volte seguiva i criteri tardo gotici che rispetto al primo gotico avevano individuato l'importanza di non realizzare le volte appoggiate semplicemente a costoloni ma rinforzate all'estradosso attraverso delle nervature che irrigidivano così la struttura riducendo di fatto la luce libera. Il problema, dunque, al momento del consolidamento non era nell'irrigidimento delle volte, quanto nel garantire il corretto funzionamento delle nervature nel

caso di una eventuale azione sismica. L'applicazione delle fibre di carbonio con il sistema **Carboniar**[®] ha generato il completo recupero della loro originaria efficienza.

Le fibre sono state applicate anche per il rinforzo dei cornicioni in muratura, che dopo essere stati riportati nella loro configurazione iniziale mediante l'ausilio di martinetti idraulici, sono stati fasciati all'estradosso con nastri in fibra di carbonio in modo tale da trasformare tali elementi in vere e proprie travi. (fig.1)

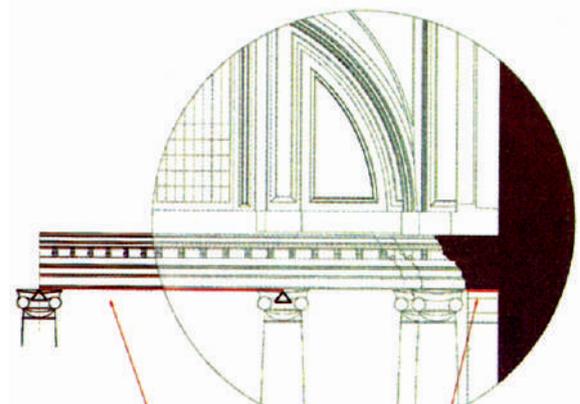
Sul campanile è stata ricostruita la guglia inserendo all'interno della piramide una fasciatura in fibre di carbonio per aumentare la resistenza e la duttilità di tale struttura molto sensibile alle azioni sismiche.

Poiché il comportamento della struttura in funzione della direzione delle onde sismiche non era determinabile, sono stati applicati due tessuti sovrapposti di fibre: uno con le fibre disposte secondo le direzioni 0° e 90°, l'altro con fibre incrociate a 45° circa. Questo ha permesso di garantire alla struttura di lavorare lungo tutte le direzioni di carico. Nelle zone di innesto delle celle campanarie si presentavano evidenti problemi di taglio, risolti in questo caso mediante l'inserimento di barre d'acciaio inox. (fig.2)

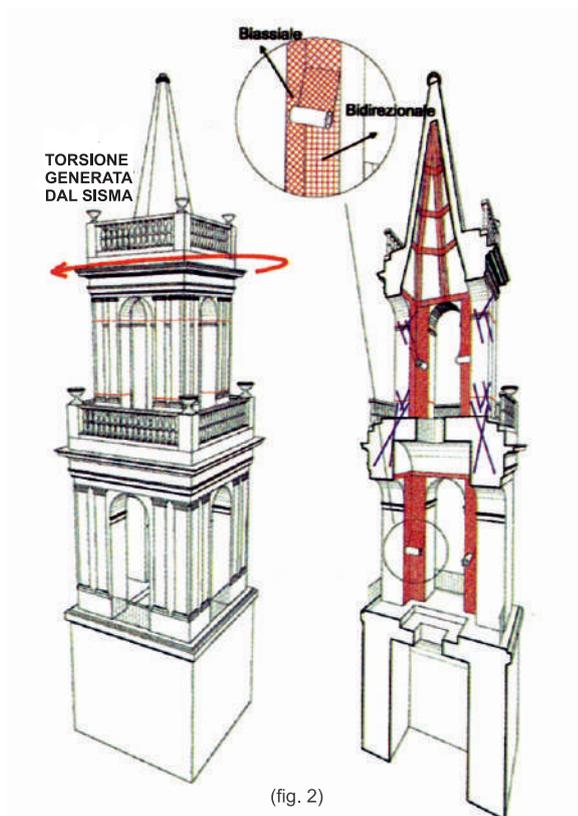
Il sistema **Carboniar®** è stato applicato, inoltre, per il consolidamento della cupola e della lanterna. Per entrambe è stata effettuata una cerchiatura con fibre di carbonio alla base della calotta. (fig. 3 e 4)

Il dimensionamento è stato realizzato in modo

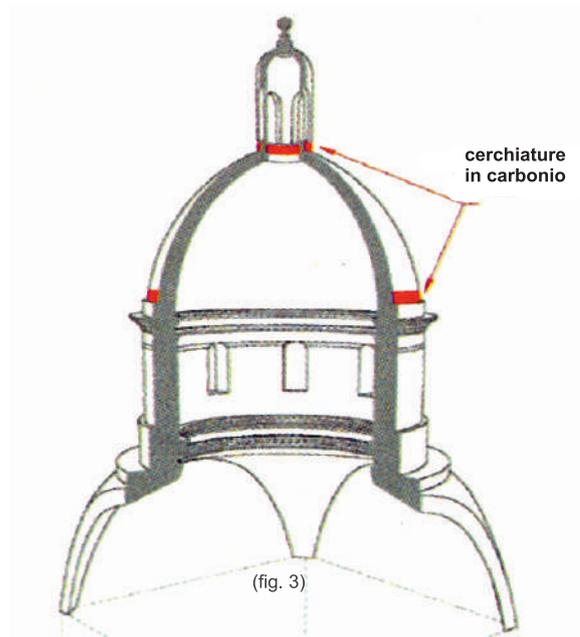
che le fibre di carbonio assorbano i carichi di trazione individuati da un'analisi a elementi finiti della struttura.



(fig. 1) - placcaggio con nastri in fibra di carbonio



(fig. 2)



(fig. 3)

(Schemi di applicazione del sistema **Carboniar®** secondo la tecnica del placcaggio e della fasciatura)



RESTAURO MONUMENTALE E ARCHITETTONICO
CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE

67049 Tornimparte (Aq) - Loc. Piè La Costa - Via delle Sette Fonti, 14
Tel. 0425 417217 - Fax 0425 410115 - info.gruppoiar@gmail.com