



REGIONE LOMBARDIA



RegioneLombardia

PROVINCIA DI MANTOVA



COMUNE DI  
SAN GIOVANNI DEL DOSSO



DIOCESI DI MANTOVA

UFFICIO BENI CULTURALI ECCLESIASTICI

T 0376319511 F 0376224740

beniculturali@diocesimantova.it

*S. E. E. s.r.l.*

Piazza Sordello, 15 - 46100 Mantova

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Geom. Riccardo Pacchioni

PROPRIETA'

**PARROCCHIA DI SAN GIOVANNI DEL DOSSO**

**PARROCO - LEGALE RAPPRESENTANTE: DON PAOLO AZZINI**

Via Roma, 11 - 46020 San Giovanni del Dosso (MN) - Tel. 0386/757082

**INTERVENTI DI RESTAURO E CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE  
DELLA CHIESA PARROCCHIALE "SAN GIOVANNI BATTISTA"  
DI SAN GIOVANNI DEL DOSSO (MN)  
A SEGUITO DEGLI EVENTI SISMICI DEL MAGGIO 2012**

**PROGETTO ESECUTIVO  
PROGETTO ARCHITETTONICO-STRUTTURALE**

TAVOLA

**R.03.1**

**RELAZIONI**

**DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI  
DI CONSOLIDAMENTO DELLE STRUTTURE**

SCALA

PROGETTISTI

ING. ALBERTO MANI

ARCH. LUCIANO PASTORIO

ING. PAOLO RAVELLI

VIA A. SACCHI, 6 - 46100 MANTOVA

tel.: 0376 222683 - fax: 0376 750904 - e-mail: alberto.mani@studiotecncomp.it

ARCH. MARTA FASOL

VIA D. MANIN, 9 - 37122 VERONA

cell.: 333 4619603 - fax: 045 4851277 - e-mail: info@emmeastudio.it



IMPIANTI MECCANICI

PER. IND. GIORGI LORENZO

VIA S. PERTINI, 2/C - 46020 PEGOGNAGA (MN)

cell.: 338 4253839 - fax: 0376 507917 - e-mail: lorenzogiorgi@interfree.it

IMPIANTI ELETTRICI

ING. ALLEGRETTI DARIO

VIA ROMA, 9 - 46020 PEGOGNAGA (MN)

tel.: 0376 550176 - cell.: 335 6482529 - e-mail: info@darioallegretti.it



RILIEVI

Data

Giugno 2016

Luglio 2017 (Revisione validazione)



POLITECNICO DI MILANO - POLO TERRITORIALE DI MANTOVA

Laboratorio di Ricerca Mantova - Hesutech group (Heritage Survey Technology) - Dipartimento A.B.C.



## **PREMESSE**

La presente proposta progettuale mira al recupero integrale dell'edificio sia sotto l'aspetto statico che delle caratteristiche architettoniche e funzionali.

In particolare si prevede:

- Intervento di riparazione dei danni del sisma con miglioramento del comportamento strutturale del fabbricato sotto le azioni sismiche;
- Intervento di restauro dei danni sugli apparati architettonici e pittorici;
- Ripristino degli impianti (elettrico e di illuminazione, riscaldamento, diffusione sonora, ecc);
- Recupero funzionale ed estetico degli apparati architettonici secondari e di finitura (altari, decorazioni, pavimenti, vetrate, ecc.) e degli arredi e/o elementi complementari (bussola di ingresso, confessionali, banchi, ecc.).

## **CRITERI GENERALI METODOLOGICI**

Le conseguenze dei terremoti sul patrimonio architettonico storico ed artistico sono devastanti; anche il sisma che ha investito i nostri territori nel maggio del 2012 ha procurato gravissimi danni ai cosiddetti Beni Culturali.

La necessità della tutela del patrimonio storico ed artistico nazionale (prevista dall'art.9 della Costituzione) pone con forza il sentitissimo problema di conciliare la sicurezza statica con la conservazione.

Dal punto di vista della conservazione dei manufatti di interesse storico/artistico, si ritiene che la via da seguire sia quella di interventi di consolidamento non stravolgenti i loro caratteri tradizionali.

E' evidente però che dal punto di vista del progettista strutturale, si senta la necessità di interventi che portino ad un effettivo miglioramento delle condizioni di sicurezza dell'edificio. Fra l'altro, con le NTC 2008, il livello di sicurezza raggiunto deve essere addirittura quantificato numericamente, assumendo delle precise responsabilità.

Nel caso delle strutture costituenti le Chiese ed i Campanili dei nostri territori (ed il caso della Chiesa Parrocchiale di San Giovanni del Dosso è un caso tipico) il problema acquista caratteri peculiari. Trattasi di strutture in paramenti murari con caratteristiche geometriche e dimensionali per lo più riconducibili ad un sufficientemente ristretto campo tipologico. Tali caratteristiche, intrinsecamente diverse da quelle che possono connotare nuove costruzioni in acciaio o in cemento armato, hanno obbligato i progettisti a maturare la consapevolezza del fatto che il calcolo di verifica strutturale degli edifici storici costituisce solo il passaggio conclusivo di un percorso



progettuale piuttosto articolato che vede prevalere l'analisi degli aspetti qualitativi del problema, dalla quale non si può prescindere.

Le Norme tecniche del 2008 prevedono tre distinte tipologie di intervento per le costruzioni esistenti: riparazione, miglioramento e adeguamento sismico.

L'adeguamento di una struttura esistente alle norme vigenti richiede generalmente interventi invasivi e difficilmente accettabili dal punto di vista della conservazione. Pertanto per quanto riguarda i Beni Culturali si impone un approccio operativo che miri al miglioramento del comportamento sismico della struttura con tecniche appropriate poco invasive e che garantiscano il massimo grado di reversibilità.

A questo proposito la Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 9 febbraio 2011 *"Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti dl 14/01/2008"* al punto 2.2 cita: "Per i Beni culturali è necessario attenersi ad interventi di miglioramento, a riparazioni o ad interventi locali. Con il termine di miglioramento si deve intendere l'esecuzione di opere in grado di far conseguire all'edificio un maggior grado di sicurezza rispetto alle condizioni attuali con un livello di protezione sismica non necessariamente uguale a quello previsto per l'adeguamento delle costruzioni".

**Pertanto i criteri seguiti nella redazione del presente progetto sono i seguenti:**

- **Riparare i gravi danni arrecati al fabbricato dagli eventi sismici del maggio 2012 con interventi locali;**
- **Integrare gli interventi di cui sopra con opere strutturali opportunamente progettate e dimensionate in modo di apportare un miglioramento al comportamento sismico globale dell'edificio.**
- **Si rinuncia a priori (dato normativo: art. 2.2 Direttiva del 9/02/2011) al completo adeguamento sismico del fabbricato secondo i criteri delle NTC 2008.**

Di fronte al problema della Chiesa di San Giovanni del Dosso, gravemente danneggiata dal sisma del 2012 l'iter progettuale che è stato adottato è il seguente.

- 1° fase:

Si è proceduto ad una analisi storico e critica-morfologica del manufatto e all'analisi dello stato di danno con le seguenti attività:

- Accurato rilievo geometrico tramite rilievo con la tecnica del laser scanner e verifiche in situ (riferimento tavole da Tav01 a Tav10);
- Indagine storica per evidenziare modalità e tempi di esecuzione del fabbricato (allegato R.01);
- Attenta verifica sul campo delle caratteristiche e tipologie strutturali presenti con analisi critico-morfologica (allegato R.01);

**PROGETTO ESECUTIVO**

**DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI**

**E PROPOSTA INTERVENTO DI RESTAURO CON SCHEDE SINTETICHE**



PROGETTISTI: ING. ALBERTO MANI - ARCH. MARTA FASOL

---

- Analisi dei danni provocati dalle scosse sismiche (allegato R.02);
- Indagine geotecnica (allegato R.05);
- Prime indagini sui materiali e sui manufatti (allegato R.06);

- 2° fase:

Sulla base delle risultanze della 1° fase operativa si è proceduto come di seguito riportato.

- Individuazione dei meccanismi di danno attivatisi a seguito del sisma.
- Individuazione delle criticità strutturali presenti indipendentemente dai danni evidenziati.
- Progettazione degli interventi di riparazione delle porzioni danneggiate e di miglioramento sismico del comportamento globale dell'edificio; ciò è stato effettuato tramite l'analisi cinematica di tutte le situazioni di danno attivate o a rischio di attivazione.
- Progettazione degli interventi (non strutturali) di restauro architettonico e ripristino decorativo.
- Programmazione di ulteriori indagini necessarie alla fase esecutiva dell'intervento.



## **PROBLEMATICHE ARCHITETTONICHE**

Il Codice dei beni culturali e del paesaggio definisce in questi termini il restauro, all'art. 29, comma 4: "Per restauro si intende l'intervento diretto sul bene attraverso un complesso di operazioni finalizzate all'integrità materiale ed al recupero del bene medesimo, alla protezione e trasmissione dei suoi valori culturali. Nel caso di beni immobili situati nelle zone dichiarate a rischio sismico in base alla normativa vigente, il restauro comprende l'intervento di miglioramento strutturale."

Il testo legislativo si rifà ad un lungo e raffinato percorso di definizione teorica del restauro, con riguardo ai due aspetti essenziali, il problema della conservazione della materia originale ("integrità materiale") e il problema della conservazione e trasmissione dei valori culturali. Al restauro non è quindi delegata unicamente la funzione di conservare l'immagine, l'aspetto visivo, del bene culturale oggetto di intervento ma anche di conservare e trasmettere le informazioni tecniche e culturali in esso codificate.

In relazione all'atteggiamento adottato rispetto alla conservazione della materia originale, gli orientamenti teorici che stanno, al giorno d'oggi, alla base della prassi del restauro confluiscono principalmente nelle tendenze del *restauro critico* e/o del *restauro puramente conservativo*.

Il restauro critico propone il progetto di restauro come una "lettura" del monumento, da conservare nella sua stratificazione storica, tra immagine e materia, nella forma in cui ci è pervenuto. Questo è l'approccio che si avvicina di più a quanto definito nella normativa, poiché l'intervento tende a conservare il massimo di informazioni contenute nel bene, operando però una scelta per identificare i valori.

Il restauro prettamente conservativo richiede invece la rigorosa conservazione del manufatto nella completezza delle sue stratificazioni e la conservazione della patina, come segno della trasformazione della materia nel tempo. Essendo comunque considerata lecita la rimozione motivata di alcune aggiunte che deturpano l'aspetto visivo del monumento, si può dire che anche tale linea concettuale si avvicina al restauro critico.

Il restauro e recupero della chiesa di San Giovanni del Dosso per il suo forte stato di degrado e dissesto propone temi progettuali di difficile soluzione anche e soprattutto dal punto di vista teorico e concettuale. In particolare per quanto attiene la ricomposizione delle porzioni di edificio crollate e tra esse soprattutto il timpano di facciata.

Prassi consolidata, e oseremmo dire rispettata, degli ultimi anni in materia, è quella della promozione di un recupero dei beni architettonici improntato sulla metodologia del restauro critico se non addirittura del restauro puramente conservativo. Approcci quindi caratterizzati dalla rigorosa conservazione del manufatto nella completezza delle sue stratificazioni storiche acquisite quale segni del tempo e che assumono il proprio significato non solo in funzione della loro valenza estetica ma anche del loro valore storico, in cui la qualità e la tipologia dei materiali e delle tecniche



costruttive diviene essa stessa un unicum con la valenza estetica, escludendo quindi dal campo del restauro procedure che prevedano il rifacimento della forma con materiali nuovi oppure la demolizione di parti di edificio seguite dal rifacimento in forme identiche all'originale.

Si sono sommariamente richiamati i cardini teorici della pratica del restauro contemporaneo per introdurre le riflessioni che un intervento come quello sulla Chiesa di San Giovanni del Dosso suggerisce a fronte delle peculiarità dello status nel quale versa l'edificio a seguito della parziale distruzione dello stesso dovuta agli eventi sismici del 2012.

Infatti, come meglio descritto negli altri documenti del presente progetto, allo stato attuale la Parrocchiale di San Giovanni del Dosso risulta essere uno degli edifici maggiormente lesionati dell'intera area terremotata, caratterizzato dal crollo delle volte della navata principale ma anche da quello del timpano della facciata principale, i cui resti, per ragioni di sicurezza degli spazi pubblici prospicienti, sono stati nel corso dei primi interventi di messa in sicurezza rimossi ed allontanati dal situ.

Essendo quindi esclusa per una molteplicità di motivazioni la ricostruzione della facciata per anastilosi o comunque recupero di materiali originari, uno dei temi principali da affrontare in termini progettuali è senza dubbio costituito dalla ricostruzione del timpano della facciata principale.

Per la comunità di San Giovanni del Dosso la Chiesa ha, oltre ad un forte valore storico ed artistico, anche un altrettanto e significativo valore simbolico e sociale, motivo per cui in questa sede non può essere taciuto il desiderio della stessa comunità di rivedere il proprio monumento restituito alle forme originarie, si potrebbe dire coerentemente al motto "dov'era, com'era". Un chiaro riflesso psicologico che segnala la volontà di superare e rimuovere le ferite del terremoto oltretutto la volontà di tutelare e ripristinare la scena urbana di un nucleo abitato ricco di storia e tradizione, che esprime anche il timore di veder concretizzarsi interventi coerenti con visioni teoriche "alte" che però si traducano in forme di difficile comprensione ed accettazione da parte di una comunità che farebbe fatica a farle proprie ed ad identificarsi.

È del tutto evidente che nel caso di specie la ricostruzione nelle forme originarie della facciata supera in verità alcune delle principali criticità concettuali che simili operazioni solitamente presuppongono, dal momento che la ricostruzione non segue una demolizione "voluta" ed operata scientemente da parte dei promotori dei lavori, quindi non si tratta di una sostituzione che volutamente aggira le prassi del restauro dando prevalente valore alla forma piuttosto che alle tecniche ed ai materiali che l'hanno concretizzata; e nemmeno si tratta di una ricostruzione che "cancella" testimonianze materiche storiche essendo i materiali originari già stati allontanati dal sito. Non solo, ma appare del tutto evidente che non avendo più una base sulla quale lavorare viene meno anche il rischio di un lavoro di restauro che arbitrariamente selezioni un'"immagine ideale" la cui ricerca vada a scapito di altre testimonianze storiche con la stessa non coerenti. Nel caso in argomento infatti la totale demolizione del tessuto murario in verità riconduce qualsiasi soluzione progettuale si volesse intraprendere alla soglia di un'ipotetica "immagine ideale" ovviamente mutevole in funzione dell'"idea" che la progettazione intende promuovere o alla quale è sottesa.





Come desumibile dai paragrafi precedenti l'insieme di interventi di restauro e ripristino proposti risulta incentrato su un preciso e convinto approccio conservativo del bene culturale rispettoso di quelle che sono le caratteristiche tipologiche e materiche dello stesso. In particolare, gli interventi di restauro strutturale, che impongono per loro natura opere di maggior impatto diretto sul materiale storico, sono stati concepiti in modo da evitare di stravolgere la componente statica della chiesa.

Del resto conservare un edificio storico significa preservarlo in tutti i suoi vari aspetti tra cui anche quello strutturale, il quale è parte del monumento, del suo valore storico e concorre a determinarne l'identità materiale e culturale. Stravolgere questa componente, sia pure con mezzi destinati a rimanere occulti potrebbe anche equivalere a mutilare l'opera di uno dei suoi valori importanti. Per questo gli interventi in ambito di consolidamento statico proposti sono particolarmente rispettosi della struttura originaria e per lo più essi risultano reversibili. Soprattutto essi muovono dal rifiuto di dover portare il bene a livelli prestazionali non consoni alle proprie caratteristiche, rifuggendo da possibili adeguamenti che ne implicherebbero lo stravolgimento statico, strutturale e materico.

In coerenza con una simile impostazione progettuale la soluzione proposta per il completamento del timpano della facciata, tra le molte possibili, si fonda sul ripristino della stessa mediante l'uso di tecniche costruttive tradizionali e con la previsione di adeguati rinforzi strutturali analoghi, e funzionalmente coerenti, con il resto degli interventi previsti. È questo un primo passo volto alla ricerca di una soluzione credibile e coerente con l'adottato approccio conservativo ad un tema progettuale particolarmente complesso, anche da un punto di vista teorico, quale quello della ricostruzione della facciata della Chiesa di San Giovanni del Dosso .

In questa sede si è inteso quindi porre le basi verso la risoluzione complessiva del tema progettuale costituito dalla ricomposizione della facciata definendone i caratteri statici e strutturali e scegliendo quindi le tecniche costruttive e la tipologia del rinforzo statico strutturale da mettere in atto in coerenza con l'insieme degli altri interventi previsti.

La ricostruzione nelle forme originarie di tale porzione, con un buon grado di approssimazione e coerenza, è facilitata dalla semplicità architettonica del timpano crollato.

Pertanto l'ipotesi progettuale proposta è quella della ricostruzione del coronamento della facciata con la stessa geometria del timpano originario; la semplicità architettonica del manufatto e la documentazione fotografica, e di rilievo ritrovata, ci permettono di ricomporre in modo abbastanza fedele le dimensioni e le caratteristiche geometriche della porzione di manufatto distrutta dal sisma.



## **MURATURA DI FACCIATA**

Facendo seguito a quanto esposto nel paragrafo precedente, si propone di ricostruire la muratura di facciata crollata sotto le azioni sismiche con la stessa geometria dell'esistente, utilizzando mattoni pieni di recupero integrati per la parte mancante con mattoni nuovi con dimensioni analoghe a quelli originari e malta di calce idraulica.

La muratura portante di facciata avrà dimensioni e forme in pianta e in altezza identiche a quanto era originariamente.

Si verrebbero a modificare solo le lesene verticali in controfacciata che verrebbero incrementate nello spessore al fine di dare maggior rigidezza alla porzione di muratura che fuoriesce dal piano di copertura.

La muratura in mattoni pieni verrà "armata" tramite il posizionamento di n°4 coppie di tiranti verticali infissi tramite perforazione sulla muratura originale e conglobati nella muratura di nuova esecuzione. I tiranti avranno funzione attiva e pertanto saranno ancorati alla radice (porzione infissa nella muratura originale) e tensionati dalla sommità.

Inoltre in corrispondenza delle cornici all'incirca a quota 12,50m e 13,25m, nei corsi di malta, verrà posizionato un rinforzo costituito da tessuto unidirezionale in fibra di acciaio; lo stesso rinforzo verrà posto ad un terzo livello in andamento con il piano sommitale a falda. Il rinforzo in acciaio proposto è costituito dall'utilizzo di un sistema composito a base di tessuto unidirezionale in fibra di acciaio zinco galvanizzato ad altissima resistenza UHTSS (tipo FIDSTEEL 3X2-G12) impregnato con una matrice inorganica di calce idraulica formulata (tipo FIDCALX FL) a basso contenuto di sali idrosolubili, da applicarsi direttamente alla struttura da rinforzare.

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi:

1. stesura di un primo strato di betoncino strutturale di calce idraulica formulata tipo FIDCALX FL in spessore medio 5 mm;
2. in situazione di malta applicata ancora umida procedere alla posa del tessuto in fibra di acciaio ad altissima resistenza UHTSS tipo FIDSTEEL 3X2- G12, del peso netto di fibra di ca 2165 g/mq avente le seguenti caratteristiche prestazionali meccaniche: resistenza a trazione 2580 MPa; modulo elastico 190 GPa; deformazione ultima a rottura >1,60%, avendo cura di garantire una completa impregnazione del tessuto ed evitare la formazione di eventuali vuoti;
3. esecuzione del secondo strato di malta pronta strutturale reoplastica antiritiro di calce idraulica formulata (tipo FIDCALX FL) ad inerti selezionati ad alte prestazioni meccaniche caratterizzata da granulometria compresa tra 0 e 2,5 mm, pH > 10.5 e classe A1 di reazione al fuoco, contenuto calce libera <4%, in spessore 5 mm fino a completa copertura del tessuto di rinforzo;
4. l'eventuale ripetizione delle fasi (4) e (5) per tutti gli strati previsti da progetto, sia in semplice sovrapposizione che in direzione ortogonale alla precedente;





5. la rimozione delle eventuali parti eccedenti di betoncino. Il sistema di rinforzo deve garantire le caratteristiche minime prestazionali di progetto e i materiali devono essere certificati da laboratori riconosciuti a livello nazionale od internazionale, privi di cemento e di resine.

Lo scopo di tale operazione è quello di realizzare all'interno del nuovo corpo murario, uno scheletro in acciaio collegato e connesso, in grado di garantire al paramento murario le resistenze a trazione utili a sopportare le sollecitazioni nel piano e fuori del piano che le azioni sismiche generano e che hanno portato al collasso e/o a gravi danneggiamenti la struttura originale.

La nuova muratura di facciata sarà ricostruita strettamente collegata alla muratura del primo arco.

Il rinforzo in rete in acciaio verrà esteso anche alla porzione di arco-diaframma posto allo stesso livello. Ciò allo scopo di dare maggiore rigidità trasversale alla muratura e permettere un migliore collegamento e immorsamento tra il piano di facciata stesso e la muratura ortogonale posta longitudinalmente alla navata principale.

Al fine di dare maggior rigidità al timpano, che il sisma ha evidenziato di geometria alquanto debole ed insufficiente, sul retro del timpano stesso verranno realizzate delle lesene di irrigidimento di spessore pari 15 cm e la muratura di facciata sarà ancorata alla struttura di controvento posta a quota del piano rigido di copertura in corrispondenza del colmo e della gronda oltre che ad una quota intermedia tra le due.

Nelle tavole grafiche seguenti sono schematizzati gli interventi proposti.

L'intervento di ricostruzione e di rinforzo della facciata verrà preceduto da una operazione sul paramento murario esistente che mira al recupero delle deformazioni permanenti maturate dallo stesso dopo le sollecitazioni sismiche.

Come ampiamente descritto nelle analisi dello stato di danno, con le scosse sismiche è avvenuto il ribaltamento del timpano di facciata e si è attivato il meccanismo di rovesciamento dell'intera facciata. La muratura di facciata residua presenta un fuori piombo sensibile e fessurazioni di distacco rispetto alle murature longitudinali della navata principale di notevole apertura.

**PROGETTO ESECUTIVO**

**DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI**

**E PROPOSTA INTERVENTO DI RESTAURO CON SCHEDE SINTETICHE**



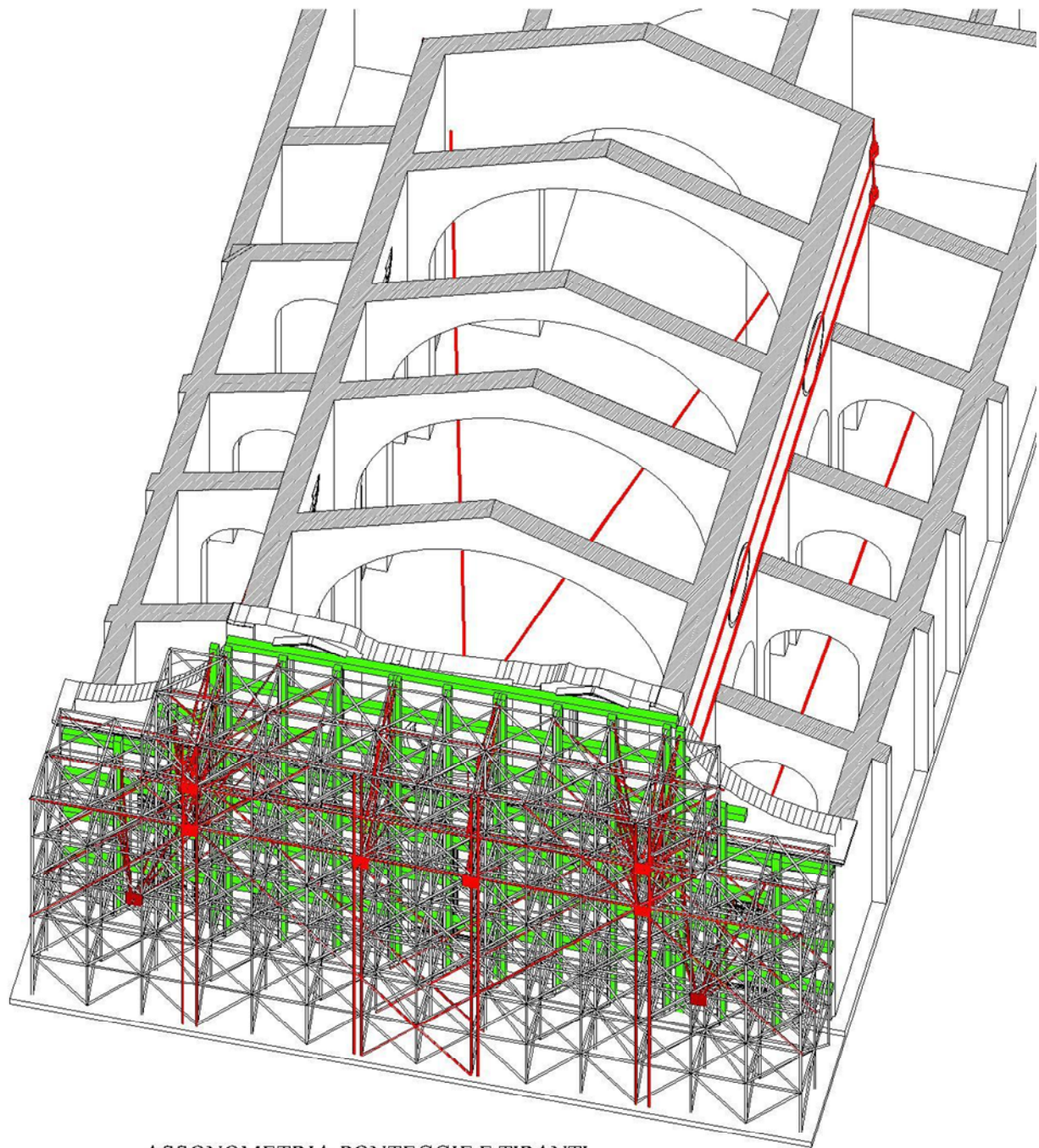
PROGETTISTI: ING. ALBERTO MANI - ARCH. MARTA FASOL



Si prevede di procedere come di seguito descritto:

- smontaggio del piano del tetto in adiacenza alla muratura di facciata sia sul tetto alto (navata centrale) che sui tetti bassi (navata laterale) in modo da sconnettere le strutture dei tetti rispetto alla muratura di facciata;
- pulitura e sfessurazione delle lesioni presenti al fine di rimuovere ostacoli e elementi di attrito/contrasto al movimento di recupero della deformazione maturata;
- in situ è posta in opera una struttura provvisoria in tubi-giunto realizzata subito dopo il sisma al fine di impedire ulteriori crolli della facciata sulla pubblica via; si prevede il rinforzo della struttura reticolare in tubi giunto esistente al fine di utilizzare il traliccio per la ripartizione e la trasmissione del tiro che si andrà ad applicare sul piano della facciata; in particolare andranno rinforzate, con raddoppio dei profili tubolari, le stilate maggiormente sollecitate e andranno controllati e rinforzati i serraggi dei giunti;





ASSONOMETRIA PONTEGGIE E TIRANTI

- verranno posizionate piastre in acciaio ancorate sull'angolo tra le murature longitudinali della navata centrale ed il muro trasversale del fondo navata (arco trionfale) che serviranno da contrasto per l'azione di tiro;
- posizionamento di cavi in acciaio e di un sistema di martinetti collegati ad opportuna centralina per effettuare l'azione di tiro in modo uniforme sulla struttura; i cavi saranno sia esterni che interni; i cavi interni passeranno attraverso il foro del rosone centrale alla



**PROGETTO ESECUTIVO**

**DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI**

**E PROPOSTA INTERVENTO DI RESTAURO CON SCHEDE SINTETICHE**



PROGETTISTI: ING. ALBERTO MANI - ARCH. MARTA FASOL

---

facciata (previo smontaggio della vetrata) e tramite perforazione saranno collegati alla piastra di ancoraggio;

- saranno posizionati fessurimetri in modo da verificare l'efficacia dell'azione di tiro;
- agendo con i martinetti sui cavi in acciaio si prevede di recuperare una frazione della deformazione maturata;
- il paramento murario verrà quindi bloccato con i collegamenti previsti dal progetto in corrispondenza della cornice interna alla navata e della gronda;
- verrà quindi eseguita la ricostruzione del timpano di facciata con l'integrazione della muratura sul primo arco per la realizzazione del previsto arco-diaframma collegato alla muratura di facciata; contemporaneamente si provvederà alla ricucitura delle lesioni in corrispondenza dell'attacco della muratura di facciata alle murature longitudinali;
- si provvederà infine al collegamento del paramento murario di facciata con il piano rigido di copertura;
- una volta ultimati i lavori di controventamento del piano di copertura con i previsti collegamenti alla muratura di facciata si potrà procedere al detensionamento dei cavi in acciaio e allo smontaggio della struttura tubolare e delle piastre di ancoraggio.



## **INTERVENTO A LIVELLO DELLA COPERTURA**

Al fine di restituire un comportamento scatolare alla struttura e creare un piano rigido di falda, si prevede:

- Recupero e rinforzo delle strutture di copertura
- Creazione di cordolo perimetrale in muratura armata;
- Creazione di piano rigido di falda;
- Rifacimento completo del manto di copertura con impermeabilizzazione e manto in coppi.

Dai dati acquisiti si stima che le strutture lignee esistenti siano in parte insufficienti e in parte deteriorate, in particolare:

- alcune travi principali sono ammalorate a causa delle infiltrazioni di acqua recente ma anche passata;
- alcune travi e molti travetti sono state affiancati da travi/travetti in legno di rinforzo;
- alcune terzere risultano di sezione inadeguata;
- i nodi, in particolare quello tra catena e puntone non parrebbero ben bloccati;
- gli appoggi delle terzere non sono sempre ben bloccati.

Una volta che sia possibile l'accesso in sicurezza alle strutture di copertura, si prevede di realizzare una approfondita indagine sia visiva che strumentale dello stato di tali strutture.

In particolare si prevede il rilievo geometrico delle membrature lignee, prove penetrometriche con Resistograph e/o prove penetrometriche con Wood Peacker / Pilodin e valutazione delle condizioni termoigrometriche degli elementi lignei.

Tale indagine permetterà di definire dove e come procedere al consolidamento e/o sostituzione degli elementi lignei.

In fase di stima preventiva si propone la sostituzione delle travi ammalorate, il bloccaggio dei nodi terza/puntone e il fissaggio dei travetti alle terzere. Si prevede anche un intervento ai nodi delle capriate (puntone-catena) con la posa di una catena in fune metallica aggiuntiva.

Gli interventi dovranno garantire il corretto funzionamento delle strutture lignee sotto i carichi verticali ed impedire eventuali effetti spingenti della copertura sulle murature di appoggio.

L'esecuzione di un cordolo perimetrale in "muratura armata" ed il rifacimento di un piano di copertura rigido nel proprio piano consentono di legare e collegare in modo flessibile ma resistente le murature longitudinali e di "agganciare" la facciata e l'abside.

La funzione strutturale dei cordoli viene esplicitata attraverso tre prestazioni statiche fondamentali, che consistono nella capacità di:

- assorbire le sollecitazioni assiali e di ripartirle sulle murature d'imposta,
- ripartire i carichi concentrati verticali in modo da agevolarne la diffusione nella muratura sottostante;
- contrastare i pericolosi meccanismi di danno fuori del piano.

Si prevede di smontare e ricostruire il piano di gronda con mattoni pieni e malta di calce.



Si prevede di realizzare un rinforzo della muratura a livello sommitale con la collocazione tra gli ultimi corsi di mattoni di tessuto unidirezionale in fibra di acciaio zinco-galvanizzato tipo Fidsteel 3x2-G12 Hardwire media densità impregnato con betoncino strutturale di calce idraulica naturale classe NHL5 a basso contenuto di Sali tipo Fidcalx NHL5 (larghezza fascia 20cm).

Il tutto sarà integrato dalla posa di un piatto in acciaio dim. 200x8mm sul piano di copertura in legno fissato con viti al piano stesso e collegato alla muratura sottostante tramite barre verticali in acciaio inox filettate di diametro 16mm e lunghezza circa 1,50m, passo 80cm.

Tali barre connettono il piatto in acciaio di copertura e il tessuto unidirezionale di acciaio al corpo murario sottostante

Le barre sono ancorate con betoncino strutturale di calce idraulica naturale classe NHL5 tipo fidcalx injection.

Il cordolo in muratura armata verrà eseguito senza rimuovere il profilo di gronda. Il cordolo verrà realizzato in corrispondenza di tutte le gronde sia alla quota del tetto della navata che a quella dell'abside e delle cappelle. Al cordolo verrà agganciata la facciata tramite un tirante inserito con le modalità descritte successivamente.

Come risulta dalla documentazione di analisi delle strutture i piani di falda della navata centrale e dell'abside sono costituiti da tavelle in cotto che si intende salvaguardare mentre il piano di copertura delle navate laterali e cappelle è stato rimaneggiato ed è costituito per lo più da tavelloni in laterizio forato che si prevede di smontare e sostituire con un tavolato ligneo.

Tutta la struttura lignea del tetto verrà collegata ad un piano rigido che si andrà a realizzare con le operazioni:

- Nel caso dello smontaggio del piano in tavelloni di laterizio forato: posa di un assito con tavole in abete sp.25mm con direzione trasversale ai travetti ed opportunamente inchiodato agli stessi;
- Nel caso di piano di falda con tavelle in cotto originarie: posa di imbottiture con tavole lignee opportunamente fissate ai travetti sottostanti al fine di creare un piano regolare per la posa del tavolato in abete sp.25mm;
- Posa di un ulteriore tavolato soprastante di sp.25 mm, posto inclinato a 45° rispetto a quello inferiore, collegato a questo e ai travetti tramite chiodi e/o viti autofilettanti.
- Sul colmo viene posata una lamiera di acciaio zincata e sagomata fissata alla struttura lignea tramite viti autofilettanti; la stessa lamiera è fissata con viti e/o chiodi al piano ligneo.
- In gronda e sul piano di falda viene posato un piatto in acciaio zincato fissato con viti all'assito strutturale sottostante creando una sorta di reticolare in acciaio di controventamento.
- Il piano ligneo di copertura viene ancorato alle travi (principali e secondarie) con barre in acciaio filettate.
- A ridosso del timpano di facciata o dove il piano di falda si accosta a muri in elevazione viene posato un profilo a L tassellato nella muratura e inchiodato al piano in legno.



**PROGETTO ESECUTIVO**

**DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI**

**E PROPOSTA INTERVENTO DI RESTAURO CON SCHEDE SINTETICHE**



PROGETTISTI: ING. ALBERTO MANI - ARCH. MARTA FASOL

---

- Superiormente all'assito viene posato un doppio strato di guaine bituminose ed il manto in coppi. I coppi verranno recuperati dall'esistente ed integrati con coppi nuovi (con la stessa geometria dell'esistente) e utilizzati come canali.
- Rifacimento di canali, copertine, scossaline in lamiera di rame sp. 6/10;
- Posizionamento di linee vite con ganci posti sottocoppo (non si poseranno cavi).

Le travi principali della navata centrale appoggiano direttamente o tramite pilastri di limitata altezza sopra gli archi principali in muratura. Si prevede di realizzare una muratura di completamento tra archi e piano di falda strettamente collegata ai muri longitudinali, ai frenelli alla base degli archi e agli archi stessi. Il piano di copertura verrà collegato con barre verticali al sotto murario arco-diaframma così realizzato.

I setti verranno rivestiti con intonaco armato strutturale specifico per manufatti in muratura, armato con reti costituite da fibre di vetro A.R. alcali resistenti, pre-impregnate, tali da conferire alle strutture rinforzate un incremento delle caratteristiche meccaniche e un'elevata duttilità (tipo Mapenet EM30 della Mapei spa). Il fissaggio monolitico della rete dovrà avvenire attraverso l'impiego di connettori in fibra ancorati alle strutture perimetrali (tipo MapeWrap S fiocco della ditta Mapei spa). Il sistema dovrà essere posto in opera in abbinamento con una malta premiscelata monocomponente fibrorinforzata ad elevate prestazioni meccaniche a base di calce idraulica esente da cemento a base di calce idraulica naturale (NHL) ed eco-pozzolana (tipo Mapei Antique strutturale NHL della Mapei spa - tipo Planitop SR della Mapei spa).

Lo stesso intervento andrà eseguito anche al di sopra degli archi delle navate laterali.

L'intervento proposto ha lo scopo di creare un piano rigido di controvento in copertura. Il piano rigido ha la funzione di trasferire le azioni orizzontali in modo omogeneo alle murature verticali le quali sono state rinforzate tramite la posa del piatto in acciaio ed il rinforzo della muratura di gronda, garantendo quella resistenza a trazione che la muratura ovviamente da sola non possiede.

Tale intervento verrà eseguito sia sulle strutture di copertura della navata principale sia sull'abside che nelle navate laterali e nei corpi secondari.

L'intervento di consolidamento delle strutture lignee verrà adattato alle situazioni che verranno suggerite dalla geometria e dalle condizioni di conservazione delle strutture lignee che si andranno a verificare durante l'esecuzione dei lavori.

Le opere sopra descritte sono rappresentate nelle tavole grafiche.

**INTERVENTO SULLE VOLTE**



Uno dei segni più evidenti e drammatici degli effetti del terremoto sulla struttura è senza dubbio costituito dal crollo delle volte della prima e della seconda campata della navata principale.

Le volte crollate, similmente a quelle sopravvissute, erano del tipo a botte o a botte con lunetta in testata per far entrare la luce delle alte finestrelle poste sopra la trabeazione principale. Tali volte della navata principale collegano tra loro gli archi portanti posti in corrispondenza dei pilastri principali e sono realizzate mediante l'utilizzo della tecnologia dei mattoni in foglio.

Tale tecnologia risulta molto diffusa sul territorio, si pensi che simili tipologie si ritrovano nella gran parte delle chiese della zona, e questo è al contempo oltretutto una precisa testimonianza degli usi e della sapienza costruttiva delle maestranze anche un chiaro segnale dei limitati mezzi a disposizione per l'edificazione di tali monumenti religiosi. Infatti, la tecnica costruttiva di volte con mattoni in foglio si caratterizza per l'economicità rispetto alla disposizione dei mattoni a coltello (circa 1/3 dei mattoni e tempi di realizzazione sensibilmente inferiori). Ovviamente lo spessore ridotto della volta rende la struttura maggiormente instabile e fragile e, infatti, sin dalle epoche passate una variante costruttiva utilizzata in sostituzione di tale tecnologia fu quella delle false volte costituite da una struttura di centine di tavole di legno inchiodate tra loro che sorreggevano un secondo ordito di listelli ai quali si ancoravano stuoie di canne successivamente intonacate.

La precedente digressione ci aiuta a capire il senso della proposta progettuale di recupero e restauro delle volte della navata principale che si immagina distinta in due diverse tipologie di intervento suggerite dalla volontà di mantenere e riprodurre al termine dei lavori le forme voltate che originariamente hanno caratterizzato la navata principale della chiesa parrocchiale.

Quindi per le volte sopravvissute alla forza del terremoto si prevede un rinforzo delle stesse all'estradosso ed il ripristino delle porzioni mancanti. A livello dell'apparato decorativo, sebbene esso sia di povera e recente fattura, si prevede che quello sopravvissuto sia restaurato mentre le porzioni in cui si sono registrati distacchi di intonaco o puntuali crolli di mattoni vengano trattate con colorazioni neutre che ne evidenzino la sussistenza.

Per la ricostruzione delle volte crollate si prevede invece l'utilizzo della tipologia delle false volte, ritenendo superfluo e particolarmente antieconomico prevedere la realizzazione di volte in foglio in mattoni. Si prevede quindi la realizzazione di una volta a botte lunettata alle due testate del tutto analoga alla versione originaria e costruita mediante la posa in opera di una struttura metallica (tipo Pernervo-metal) che funga da supporto alla stesura di intonaci a base di calce del tutto analoghi a quelli usati nelle operazioni di restauro delle volte sopravvissute. In entrambi i casi si immagina una finitura dell'intradosso con materiali pittorici simili a quelli delle volte preesistenti ma realizzata in tonalità neutre che comunque differenzino e denuncino la diversità costruttiva e tipologica rispetto alle volte superstiti.

L'intervento proposto appare coerente con i dettami delle teorie del restauro dal momento che evita di creare "un falso storico", pur salvaguardando l'unitarietà estetica e spaziale del monumento.

Per operare sulle volte sono necessarie alcune importanti operazioni preliminari.



Su tutta la superficie interna della chiesa dovrà essere realizzato un ponteggio a telaio integrato con struttura in tubi-giunto, sufficientemente robusto per permettere l'accesso e le lavorazioni a soffitto, ma anche e soprattutto il puntellamento e la centinatura delle porzioni di volta a una testa in foglio non portanti. Dopo tale operazione si potrà lavorare in sicurezza all'estradosso delle volte. I puntelli, in presenza di intonaci decorati dovranno appoggiare previa interposizione di travetti lignei e strati protettivi (feltri e simili).

Dovrà inoltre essere rimosso il materiale posto a riempimento dei rinfianchi. Una volta completati i lavori i rinfianchi verranno nuovamente ripristinati con materiali inerti.

L'intervento previsto sulle volte ha caratteristiche distinte a seconda delle situazioni.

Nelle zone dove i crolli hanno dimensioni limitate, si propone di intervenire con la ricostruzione della porzione crollata con materiali e tecniche originari. Si realizzerà quindi la porzione di centina necessaria e si ricostruirà la tessitura in mattoni pieni con le modalità di posa geometrica originali dei mattoni in foglio utilizzando malta di calce naturale.

Sulle volte danneggiate ma non crollate si procederà alla riparazione delle lesioni mediante l'inserimento di cunei di legno duro e/o ferro e alla chiusura delle fessure con malta di calce fortemente adesiva fino a rifiuto, (eventualmente iniezioni di malte specifiche) previa accurata scarnitura e pulitura delle lesioni.

Una volta completate le operazioni di ricucitura e di intasamento delle connessioni, sull'estradosso delle volte si propone la realizzazione di una fasciatura superiore eseguita con applicazione di uno strato di rinforzo in intonaco armato: si prevede di realizzare uno strato intonaco armato strutturale specifico per manufatti in muratura, armato con reti costituite da fibre di vetro A.R. alcali resistenti, tali da conferire alle strutture rinforzate un incremento delle caratteristiche meccaniche e un'elevata duttilità (tipo Mapenet EM40 della mapei spa). Il fissaggio monolitico della rete potrà essere integrato attraverso l'impiego di connettori preformati a L in fibra di vetro alcali resistente e resina termoindurente (tipo mapenet EM Connector della Mapei spa). Il sistema dovrà essere posto in opera in abbinamento con una malta premiscelata monocomponente fibrorinforzata ad elevate prestazioni meccaniche a base di calce idraulica esente da cemento a base di calce idraulica naturale (NHL) ed ecopozzolana (tipo Mape Antique strutturale NHL della Mapei spa - tipo planitop SR della Mapei spa).

L'applicazione del rinforzo potrà essere esteso a tutta la superficie delle volte (in corrispondenza dei ripristini delle zone crollate e delle volte circolari dell'abside) o limitata su fasce in corrispondenza delle direttrici maggiormente sollecitate (nelle volte centrali della navata principale e nelle cupole volte navata secondaria).

Come già trattato, la nuova volta avrà la stessa geometria della volta originaria ma verrà realizzata con materiali "moderni".

Si propone l'esecuzione della volta sospesa a una sottostruttura in travetti lignei e con scheletro realizzato in rete nervata e stirata in acciaio inox (tipo Pernervometal) su cui si applica l'intonaco a base di calce naturale.

Si allega un'immagine di volte in fase di realizzazione con la suddetta tecnologia.



Come già descritto al paragrafo precedente gli archi della navata principale e delle navate secondarie verranno integrati da frenelli in muratura fino alla quota del piano di falda.

Nell'abside il rinforzo verrà eseguito fino all'estradosso delle volte. Tutta la nuova muratura sarà rivestita con intonaco armato realizzato con malta tipo Planitop HDM Restauro e rete Mapenet EM30 e ancoraggi con MapeWrap S fiocco.

Nell'abside alla quota dell'estradosso dell'arco verrà realizzata una struttura reticolare in acciaio zincato di collegamento e controventamento, con la funzione di distribuire i carichi sismici orizzontali e bloccare le deformazioni relative tra le arcate che rendono critiche le capacità resistenti delle volte.

La struttura in acciaio suddetta è costituita da piatti in acciaio zincato 100x10mm sia per i correnti in orizzontale sopra l'"arco-diaframma" realizzato con la muratura in gasbeton come sopra descritto che per i diagonali. Lungo le pareti longitudinali e trasversali verrà posto in opera in profilo in acciaio zincato UNP140.

La struttura reticolare risulta quindi posta orizzontalmente nel sottotetto al livello dell'estradosso delle volte. Tale struttura di controventamento sarà collegata alle murature perimetrali tramite barre passanti e piastre/bolzoni esterni.



## **MURATURE LONGITUDINALI**

Si propone il posizionamento di un sistema di catene in acciaio costituite da piatti di dimensioni 100x10mm, poste al di sopra della cornice all'interno della navata principale e ancorate in corrispondenza degli archi principali alla muratura tramite piastre e ancoraggi meccanici profondi (almeno i 2/3 dello spessore della muratura).

I tiranti verranno ancorati alle estremità tramite bolzoni e/o piastre in acciaio nascoste sottointonaco.

Sia internamente che esternamente, si prevede di ricucire le lesioni originatesi sulle murature a seguito del sisma con:

- interventi di ricostruzione e risarcitura delle lesioni con operazioni di cucì e scucì in mattoni pieni e malta di calce: operazione da eseguirsi unicamente in corrispondenza di ampie fessurazioni come avvenuto in alcuni casi in prossimità della gronda o in corrispondenza di architravi;
- esecuzione di cucitura della muratura in mattoni pieni, realizzata a secco mediante barre elicoidali in acciaio inox AISI 316 trafilate a freddo tipo FIDHELIBAR DryFix 8/10/12 mm installate con tecnologia dry-fix in apposito perforo pilota nell'elemento strutturale, previo eventuale trattamento di ripristino delle superfici ammalorate, fornite e poste in opera mediante apposito mandrino a percussione FIDPOWER Driver Attachment; le barre elicoidali in acciaio inox AISI 316 avranno le seguenti caratteristiche prestazionali meccaniche: tensione di trazione a rottura 1125 MPa; modulo elastico 157 GPa; deformazione ultima a rottura 5,53%; area nominale 14,90mm<sup>2</sup>; tale operazione è prevista sulle lesioni sopra gli archi laterali alla navata e sulle lesioni principali dell'abside.
- riparazione di lesioni in murature mediante l'inserimento di cunei di legno duro e/o ferro e chiusura delle fessure con malta espansiva fino a rifiuto;
- riparazione di lesioni isolate eseguite con colli di miscela legante costituita da calce, sabbia fine o polvere di marmo o con altri prodotti leganti compatibili (ad es.: microlime della Volteco), previa pulitura dalle parti smosse e lavaggio interno con acqua della lesione, sigillatura esterna a malta di calce su entrambi i lati del muro, fissaggio dei tubi di iniezione ogni 40-50 cm, colo del fluido a pressione naturale fino a rifiuto.

L'intervento di tirantatura a livello della prima cornice sarà realizzato all'interno della chiesa sia nella navata principale che nell'abside.



INTERVENTI DI RESTAURO E CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE VOLTI AL RIPRISTINO DELLA  
AGIBILITÀ DELLA CHIESA SAN GIOVANNI BATTISTA IN SAN GIOVANNI DEL DOSSO (MN)  
DOPO I DANNI SUBITI CON IL TERREMOTO DEL MAGGIO 2012

**PROGETTO ESECUTIVO**

**DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI**

**E PROPOSTA INTERVENTO DI RESTAURO CON SCHEDE SINTETICHE**



PROGETTISTI: ING. ALBERTO MANI - ARCH. MARTA FASOL

**INTERVENTI SULLA MURATURA E SULLE VOLTE DELL'ABSIDE**

La muratura circolare dell'abside, così come è giunta a noi, risulta separata dalle murature verticali del presbiterio così come sono di diversa fattura e separate le volte delle due porzioni.







Si prevede di rinforzare il collegamento tra le due porzioni murarie con la realizzazione del piano rigido di copertura con la cordolatura armata, con l'incatenamento posto al di sopra della cornice interna e con il controvento in acciaio all'estradosso del piano di falda (tutti interventi di cui si data descrizione nei paragrafi precedenti). Le lesioni verticali verranno ricucite con intagliolamento e iniezioni di malta. Non si prevede invece di ricucire la fessura sulla volta ma di lasciare una sorta di "giunto naturale". Si prevede infatti di rifilare e stuccare con malta di calce i lembi della fessurazione rendendoli regolari e il meno visibili possibile, ma lasciando una fessure (presumibilmente 5mm) stuccata con materiale compressibile.



## **MODALITA' OPERATIVE**

Le operazioni di cantiere potranno essere organizzate secondo la seguente scaletta operativa.

- Accantieramento
- Montaggio ponteggi esterni con copertura provvisoria navata centrale
- Disgaggio e messa sicurezza navata centrale
- Montaggio per fasi del ponteggio interno – disinfestazione – puntellazione volte
- Integrazione e consolidamento strutture lignee - Controllo strutture lignee navata principale
- Intervento di recupero delle deformazioni di facciata
- Ricostruzione facciata
- Tiranti sopra cornice
- Ricostruzione archi e volte
- Consolidamento volte – navata centrale
- Intervento copertura navata centrale e abside
- Risarcitura pareti navata centrale
- Smontaggio ponteggi esterni navata centrale e abside
- Consolidamento volte – navate laterali e cappelle
- Intervento copertura navate laterali e cappelle
- Risarcitura pareti navate laterali e cappelle
- Smontaggio ponteggio esterno navate laterali e cappelle
- Restauri volte
- Restauri pareti
- Restauri altari e manufatti lignei
- Restauri e montaggio vetrate
- Impianti meccanici
- Impianti elettrici
- Varie (antipiccione, arredi, levigatura pavimento, ecc.)
- Pulizie finali e chiusura cantiere

Si stima un tempo complessivo per la realizzazione dell'opera di circa 20 mesi.