

# **PARROCCHIA DI SAN GIOVANNI BATTISTA COMUNE DI RAVARINO PROVINCIA DI MODENA**

## **CHIESA DI SAN GIOVANNI BATTISTA Progetto esecutivo per intervento di riparazione con rafforzamento locale**

### **RELAZIONE TECNICA**

(con riferimento alle comunicazioni:

- del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna  
*P.G. 2013.0147352 del 17/06/2013 "richiesta integrazioni/chiarimenti";*
- della Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici dell'Emilia Romagna  
*Prot.9750 del 24/06/2013 "richiesta integrazioni")*

### ***Valutazione della vulnerabilità sismica e soluzioni proposte***

#### **PROGETTISTA**

Architetture  
Società di ingegneria srl  
Via dei Tintori 10  
41121 Modena

Ing.Alberto Bringhenti  
Arch.Anna Rita Aprile

#### **COMMITTENTE**

Parrocchia di San Giovanni Battista  
via Roma  
41017 Ravarino (MO)

ottobre 2013

## INDICE

1. Caratteristiche costruttive
2. Meccanismi di danno attivati dal sisma
3. Progetto di intervento
4. Schede meccanismo-intervento

## **1. Caratteristiche costruttive**

Nel XII secolo esisteva una chiesa a Ravarino dedicata a S. Damiano; probabilmente, cambiato il titolo in quello di S. Giovanni Battista, fu ricostruita nel XV secolo.

L'aspetto architettonico della chiesa ha mantenuto nei muri esterni l'impianto quattrocentesco. Essa è allineata alla strada che faceva parte dell'interno dell'antico borgo di Ravarino. Inizialmente la chiesa aveva pianta a croce latina, con una sola navata.

Attualmente l'interno è diviso in tre navate, con transetto ed abside semicircolare. Nel 1865 infatti vengono aggiunte le due navate laterali (in quella fase, nelle pareti della navata centrale si praticano grandi aperture e gli altari laterali vengono spostati sulle pareti delle navate esterne).

La facciata della chiesa, completamente intonacata, denuncia la tripartizione interna attraverso la scansione delle lesene: il corpo centrale dotato di timpano modanato in sommità, è affiancato da due corpi più bassi (dotati di ingressi secondari), che trovano corrispondenza nelle navate laterali.

La navata centrale è coperta da una volta ad arco ribassato in cannucciato, intersecata da lunette laterali che incorniciano finestre "cieche" semicircolari.

Sui lati lunghi dell'aula, scanditi da lesene modanate con capitelli e trabeazione, si aprono tre archi per lato che danno accesso ad altrettanti altari nelle navate laterali.

Ad ogni altare corrisponde una cappella a pianta quadrata con volta a vela in pietra in foglio.

Le prime cappelle a sinistra e a destra dell'ingresso hanno finestre semicircolari visibili in facciata.

Un ampio arco trionfale con cornici modanate separa l'aula dal presbiterio.

Il presbiterio è coperto da volta a botte in cannucciato; il catino absidale da semicupola sempre in cannucciato.

La struttura portante verticale di tutti i corpi è costituita da muratura in mattoni di spessore variabile.

Le falde di copertura hanno orditura in legno a capriate, travi e travetti, con manto in coppi di laterizio.

Sul lato destro, in corrispondenza del transetto, si innesta l'adiacente sacrestia.

Sempre addossato al transetto, ma sul versante sinistro, nel 1710 è stato costruito un nuovo campanile in mattoni faccia a vista, a pianta quadrata, con cella campanaria caratterizzata da bifore ad arco con colonnina centrale.

Il campanile si presenta attualmente ripartito in quattro vani, individuati da tre impalcati intermedi in travi varesi e laterizio e da un solaio in legno a chiusura della cella campanaria. I diversi livelli sono collegati da una scala a chiocciola metallica sull'angolo nord-est.

Il lato sud del campanile, adiacente alla chiesa, ha murature "autonome": lo conferma, a piano terra, la presenza di un "giunto" tra i due corpi di fabbrica (in proposito, si veda la documentazione fotografica a corredo della tavola 4).

Alcune delle finestre che caratterizzano la torre su tutti i fianchi a diverse quote, risultano oggi tamponate.

## **2. Meccanismi di danno attivati dal sisma**

*(con riferimento al DPCM 09/02/2011 “Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni DM 14/01/2008”)*

Il sisma del maggio 2012 ha innescato diversi meccanismi di danno.

In alcuni casi, anche a fronte dell'attivazione di tali meccanismi, la risposta dell'edificio è stata positiva; in altri, in assenza di adeguati presidi, si sono registrati danni evidenti.

### **RIBALTAMENTO DELLA FACCIATA (01)**

Il danno più comune nelle chiese colpite da eventi sismici di questo tipo è quello riguardante l'innescamento del meccanismo di ribaltamento della facciata; anche in questo caso, la facciata si è distaccata dal resto del corpo di fabbrica: all'esterno, sulla sommità del fianco destro, si nota una vistosa lesione verticale (**foto 1**); all'interno, in corrispondenza del perimetro di attacco tra la volta in cannucchiato della navata centrale e la parete di controfacciata, si notano evidenti fessurazioni (**foto 2**).

La risposta insufficiente all'attivarsi di questo meccanismo va legata ad alcuni fattori, a cominciare dalla non ottima qualità degli ammorsamenti tra la facciata e il resto dell'edificio (da ricordare, a questo proposito, che la chiesa attuale non è stata realizzata in un'unica fase costruttiva, ma è il risultato di profonde trasformazioni che hanno condotto, dal fabbricato originario a croce latina ad una navata, fino all'assetto attuale a tre navate).

Altri fattori di vulnerabilità: l'assenza di catene longitudinali e di sufficienti elementi di contrasto; all'esterno, sui fianchi laterali sono presenti paraste (che ricalcano la scansione interna dello spazio), ma probabilmente sono poco pronunciate per fungere da efficaci contrafforti; sul lato destro invece sono presenti una parasta centrale e quattro “speroni” più pronunciate (il primo è la prosecuzione della parete di facciata) (**foto 3**).

Da ricordare infine che la facciata è ammorsata alle pareti longitudinali tramite setti murari sottili (pareti esterne) o molto traforati (pareti di separazione tra la navata centrale e le due navate laterali, caratterizzate da molti vuoti e ampie arcate).

Per maggiori dettagli si veda la scheda 01 allegata in fondo alla relazione.

### **RISPOSTA LONGITUDINALE DEL COLONNATO NELLE CHIESE A PIÙ NAVATE (07)**

La “risposta longitudinale del colonnato nelle chiese a più navate” in questo caso è stata imperfetta: se ne trova testimonianza nelle lesioni verticali che si sono manifestate sulle pareti di separazione tra le navate in corrispondenza della cornice modanata e che spesso proseguono fino alle chiavi degli archi (in particolare in corrispondenza della prima e della terza

arcata di sinistra e, specularmente, in corrispondenza della prima e della terza arcata di destra) (**foto 4-5**); e, ancora, nelle lesioni a taglio che interessano le volte delle navate laterali (**foto 6**).

Tra i fattori di vulnerabilità, l'assenza di catene longitudinali e di contrafforti in facciata.

Il versante che appare più danneggiato è quello di sinistra, privo di contrafforti laterali significativi all'esterno. Sulla migliore risposta del versante destro, ha influito positivamente la presenza dei contrafforti ("speroni") che irrobustiscono la parete all'esterno e hanno bilanciato le sollecitazioni indotte dal sisma (**foto 3**).

Per maggiori dettagli si veda la scheda 07 allegata in fondo alla relazione.

### **VOLTE DELLA NAVATA CENTRALE (08)**

La navata centrale è coperta da una volta ad arco ribassato in cannucciato, che presenta segni di distacco dalle pareti murarie cui è connessa: sulla parete di controfacciata è visibile una fessurazione che percorre tutto il perimetro di attacco della volta (**foto 2**).

Tra i fattori di vulnerabilità che hanno influenzato la risposta imperfetta dell'edificio ai meccanismi di danno attivati dal sisma: l'assenza di catene, la grande luce della campata e le discontinuità formali nel profilo della volta (interrotta da lunette laterali che incorniciano sei finestre "cieche" semicircolari) (**foto 7**).

Per maggiori dettagli si veda la scheda 08 allegata in fondo alla relazione.

### **VOLTE DELLE NAVATE LATERALI (09)**

Ai lati della navata centrale sono presenti sei cappelle a pianta quadrata coperte da volte a vela in pietra in foglio. Gli spazi di congiunzione tra le cappelle sono coperti da volte a botte con lunette.

Su tutte le volte laterali, sottili e quindi di per sé particolarmente vulnerabili, si riscontra un consistente quadro fessurativo; i danni più ingenti riguardano ancora una volta le cappelle del versante sinistro, quello privo di contrafforti efficaci all'esterno.

Oltre al limitato spessore delle volte, un altro fattore di vulnerabilità è l'assenza di catene in posizione efficace.

Il danno alle volte delle cappelle va inoltre connesso con le sollecitazioni indotte dal distacco della facciata (la **foto 6** mostra lesioni concentrate sulla prima volta di sinistra in proprio in prossimità della facciata).

Per maggiori dettagli si veda la scheda 09 allegata in fondo alla relazione.

### **ARCHI TRIONFALI (13)**

L'arco trionfale che separa la navata centrale dal presbiterio ha subito alcuni danni molto evidenti in chiave (**foto 8-9**).

Tra i fattori di vulnerabilità: l'assenza di una catena in posizione efficace e il grande peso della copertura (l'arco infatti ha il compito di sostenere la copertura della zona absidale).

Da ricordare, ancora una volta, tra i fattori di vulnerabilità, l'assenza di adeguati contrafforti esterni sul lato sinistro (la chiesa di San Giovanni Battista è "isolata" anche dal punto di vista planimetrico).

Per maggiori dettagli si veda la scheda 13 allegata in fondo alla relazione.

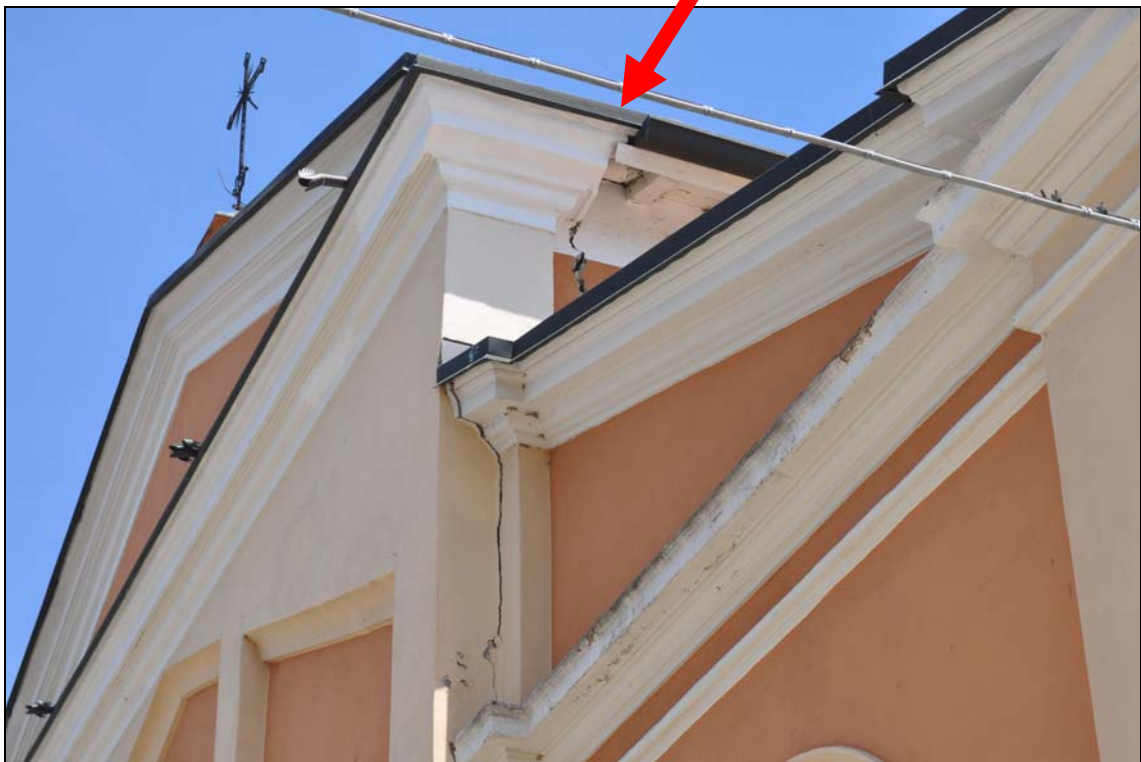
### **CELLA CAMPANARIA (28)**

La cella della torre campanaria appare per costituzione molto vulnerabile: su ognuno dei quattro lati presenta una bifora ad arco con colonnina centrale e parapetto traforato in laterizio.

In assenza di catene o cerchiature, il sisma ha prodotto lesioni evidenti negli archi e nelle forature circolari, dove alcuni conci sono usciti dalla loro posizione originaria.

Da segnalare inoltre lo scorrimento di un cantonale, con la conseguente rottura dei maschi murari (**foto 10-11-12**).

Per maggiori dettagli si veda la scheda 28 allegata in fondo alla relazione.



*foto 1 – fianco destro, evidenti segni di distacco della facciata dal resto del corpo di fabbrica:  
si nota in particolare la lesione verticale sulla sommità della parete laterale*

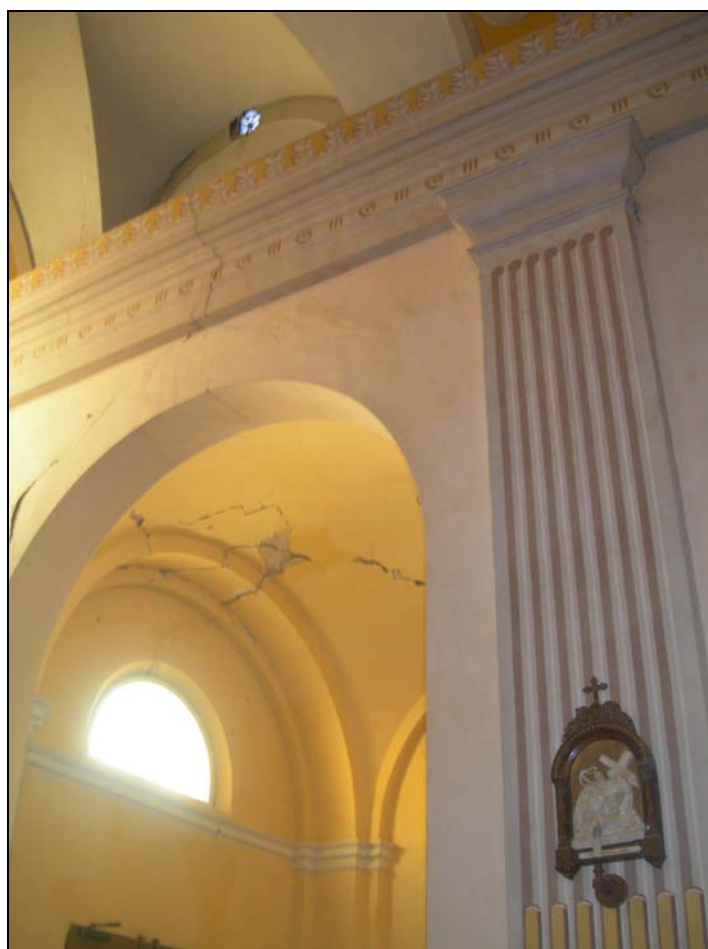


*foto 2 – all'interno, sulla sommità della parete di controfacciata, si nota la fessurazione che percorre tutto il perimetro di attacco della volta in cannucciato alla parete*

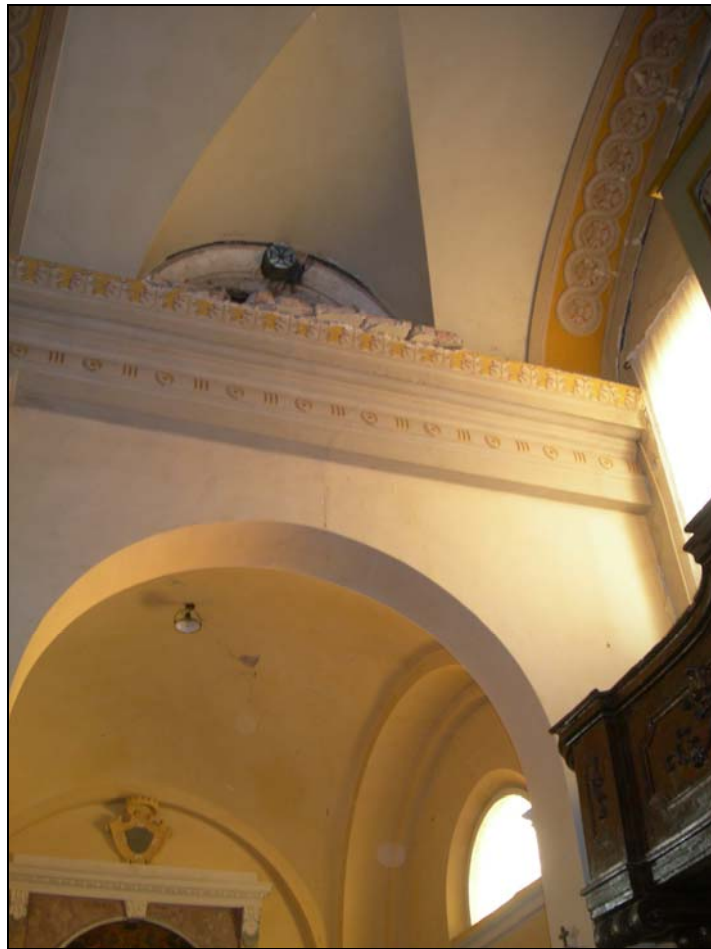




*foto 3 – fianco sinistro (rivolto a Sud): in evidenza i quattro “speroni” che fungono da contrafforti e la parasta centrale*



*foto 4 – lesione in chiave in corrispondenza del primo arco sulla sinistra; la lesione attraversa anche la cornice modanata; in secondo piano si vedono le diffuse fessurazioni che si sono manifestate sulla volta a vela in pietra in foglio che copre la cappella*



*foto 5 – lesione in chiave che caratterizza il primo arco di destra*



*foto 6 – lato sinistro, prima cappella: evidenti le fessurazioni che interessano la volta a vela*



*foto 7 – vista della navata centrale, verso la parete di controfacciata;  
si nota la copertura ad arco ribassato con lunette cieche*



*foto 8 – l'arco trionfale che separa la navata centrale dal presbiterio: in evidenza la lesione che attraversa la chiave dell'arco*



*foto 9 – l'arco trionfale che separa la navata centrale dal presbiterio: in evidenza la lesione che attraversa la chiave dell'arco, vista dal basso*



*foto 10 – prospetto est; la cella campanaria caratterizzata da bifore traforate che le conferiscono notevole vulnerabilità*



*foto 11 – prospetto est; dettaglio di un cantonale della cella campanaria, lesionato in diagonale*



*foto 12 – dettaglio di una delle bifore della cella campanaria:  
evidenti i segni di dissesto in corrispondenza degli archi*

### **3. Progetto di intervento**

Il presente progetto per interventi di riparazione e rafforzamento locale della chiesa e del campanile della Parrocchia di San Giovanni Battista a Ravarino, a seguito dei danni prodotti dagli eventi sismici del maggio 2012, intende proporsi come intervento con carattere “definitivo”. Tuttavia, si precisa che tutti gli interventi metallici sono “reversibili” in quanto realizzati con elementi rimovibili.

#### **INTERVENTI PER:**

##### **RIBALTAMENTO DELLA FACCIATA (01)**

Per scongiurare la progressione del fenomeno di ribaltamento della facciata, si ritiene fondamentale rafforzare l’adesione tra la facciata e il corpo retrostante della chiesa, così da farli agire come “sistema” nell’azione di contrasto del cinematismo attivato dal sisma.

Per perseguire l’obiettivo, si agisce sul potenziamento del collegamento della facciata con le pareti laterali e con l’orditura del coperto, attraverso la messa in opera di più presidi antisismici realizzati con profilati metallici:

- due catene longitudinali (C5 – C6) posate a filo esterno delle murature laterali appena al di sopra del cornicione monumentale (non visibili dal basso) e fissate con capichiave alla muratura di facciata e alla muratura dell’arco trionfale, che separa navata e presbiterio (**intervento 01A**);
- una cerchiatura metallica realizzata con un profilato in acciaio di tipo UPN 140 fissato con tasselli alla muratura perimetrale dell’aula alla quota del cornicione di gronda, appena sotto il piano di imposta delle capriate, con lo scopo di contrastare la presenza dell’ampia e pesante vela sottostante (**intervento 01B**);
- l’inserimento in copertura di controventi posti sui due piani di falda, per contrastare possibili spostamenti orizzontali indotti dall’azione sismica; i tiranti sono ancorati alle capriate e alle murature attraverso piastre ed elementi metallici sagomati (**intervento 01C**);
- le testate delle terzere vengono alloggiare entro “tasche” metalliche fissate alla muratura di controfacciata e alla muratura dell’arco trionfale tramite barre d’acciaio filettate ancorate alla muratura con bulzoni d’acciaio; il presidio appena descritto ha ancora lo scopo di contrastare il ribaltamento della parte alta del fronte e, nel contempo, di evitare azioni di “scorrimento” delle travi e di “martellamento” della muratura in caso di sisma. I “bulzoni” metallici emergenti in facciata verranno posizionati con ogni cura a non interferire con la cornice modanata del timpano. Operando sull’orditura del coperto, si provvede inoltre all’ancoraggio, (tramite chiodatura), delle terzere alle prime due capriate alle due estremità dell’aula (**intervento 01D**).

- le lesioni murarie presenti nella parte sommitale del prospetto nord vengono riparate tramite il metodo “cuci-scuci” al fine di eliminare le discontinuità e ridare uniformità alla muratura (**intervento 01E**).

Per completare le opere di cerchiatura e favorire un comportamento omogeneo e “scatolare” della struttura, utile non solo a contrastare il meccanismo di ribaltamento della facciata, si prevedono ulteriori presidi:

- una doppia cerchiatura in corrispondenza della zona presbiterio-abside, (posta appena sotto la quota di imposta della capriate), realizzata con profilati metallici UPN 140 tassellati alla muratura; si tratta nel dettaglio di una cerchiatura perimetrale interna e di una cerchiatura esterna che percorre la curva absidale ed è ancorata alla parete dell’arco trionfale mediante due catene C11 e C12 (tali catene costituiscono un sistema di contenimento aggiuntivo); le due cerchiature sono connesse tra loro tramite barre filettate passanti bullonate alla UPN (**intervento 01F**);

- una cerchiatura interna su due livelli alle due estremità del transetto, costituita da piatti in acciaio tassellati alla muratura ed ancorati a cantonali metallici a tutt’altezza precedentemente tassellati alla muratura all’estradosso del solaio; questo provvedimento è finalizzato a contrastare spinte orizzontali in caso di sisma (**intervento 01G**).

Per maggiori dettagli si veda la scheda 01 allegata in fondo.

#### **INTERVENTI PER:**

##### **RISPOSTA LONGITUDINALE DEL COLONNATO NELLE CHIESE A PIU’ NAVATE (07)**

Per migliorare la risposta longitudinale del colonnato in questa chiesa a tre navate, si mettono in opera due catene longitudinali esterne alla muratura (C5-C6) che “sfilano” appena sopra la cornice modanata (così da non essere visibili dal basso) e vengono ancorate alla parete di facciata e alla parete dell’arco trionfale tramite capochiave metallici (**intervento 07A**).

Le lesioni visibili sulle pareti dell’aula, concentrate in particolare in corrispondenza della prima e della terza arcata, vengono riparate tramite il metodo del “cuci-scuci” (**intervento 07B**).

Ulteriore presidio finalizzato a migliorare la risposta longitudinale del colonnato è il consolidamento delle volte in pietra in foglio che sovrastano le navate laterali, applicando all’estradosso tessuto in fibra di vetro (**intervento 07C**).

Per maggiori dettagli si veda la scheda 07 allegata in fondo.

#### **INTERVENTI PER:**

##### **VOLTE DELLA NAVATA CENTRALE (08)**

Per contrastare i meccanismi delle volte della navata centrale la proposta di intervento è quella di mantenere in sito la volta in cannucciato esistente rinforzandola all'estradosso con centine portanti in legno di vario spessore unite con viti a legno e chiodi alle centine esistenti e con la successiva applicazione di uno strato di armatura (iuta o fibra di vetro), fissata con apposito collante, accavallata alle varie centine e tambocciata in modo da creare un unico corpo (**intervento 08A**).

Per maggiori dettagli si veda la scheda 08 allegata in fondo.

#### **INTERVENTI PER:**

##### **VOLTE DELLE NAVATE LATERALI (09)**

Per migliorare la risposta delle volte in pietra in foglio (a vela e a botte con lunette) che caratterizzano le navate laterali, (danneggiate in parte in seguito all'attivarsi di meccanismi longitudinali, in parte in seguito a sollecitazioni indotte dal meccanismo di ribaltamento della facciata), si prevede la posa di nuove catene negli archi trasversali delle navate laterali (C1-C2-C3-C4 sulla navata di destra; C7-C8-C9-C10 sulla navata di sinistra) costituite da barre diwydag ancorate alle murature (con piastre metalliche lasciate a vista sul perimetro esterno dell'edificio e con paletti capochiave lasciati a vista sulle pareti longitudinali della navata) (**intervento 09A**).

Si prevede inoltre il consolidamento estradosso delle volte con l'applicazione di tessuto in fibra di vetro (**intervento 09B**).

Per maggiori dettagli si veda la scheda 09 allegata in fondo.

#### **INTERVENTI PER:**

##### **ARCHI TRIONFALI (13)**

L'arco trionfale (che separa la navata centrale dal presbiterio) appare fessurato in chiave.

Il progetto di intervento prevede il ripristino delle lesioni attraverso l'inserimento di cunei e la chiusura delle fessure con malte di calce (**intervento 13A**).

Per maggiori dettagli si veda la scheda 13 allegata in fondo.

#### **INTERVENTI PER:**

##### **CELLA CAMPANARIA (28)**

Per contrastare i meccanismi di danno che si sono attivati nel campanile, (soprattutto alla quota della cella campanaria), in corrispondenza degli impalcati si mette in opera un sistema di cerchiature e cantonali metallici; ogni cerchiatura è inoltre ancorata alla muratura d'angolo con barre passanti e paletti capochiave. In questo modo si crea un reticolo atto a contenere le spinte orizzontali in caso di evento sismico (**intervento 28A**).



In corrispondenza delle forature della cella (bifore ad arco e finestra circolare), si prevede l'inserimento di cunei nelle lesioni e la chiusura delle fessure con malta di calce (**intervento 28B**); inoltre, per ripristinare la funzione statica degli archi, si prevede la tassellatura, all'intradosso di tali elementi, di piatti di acciaio calandrati (**intervento 28C**).

In corrispondenza delle ulteriori lesioni presenti a livello della cella campanaria (e sull'intero fusto del campanile) si prevedono interventi localizzati di "cuci-scuci", al fine di eliminare le discontinuità e ridare uniformità alla muratura (**intervento 28D**).

Per maggiori dettagli si veda la scheda 28 allegata in fondo.

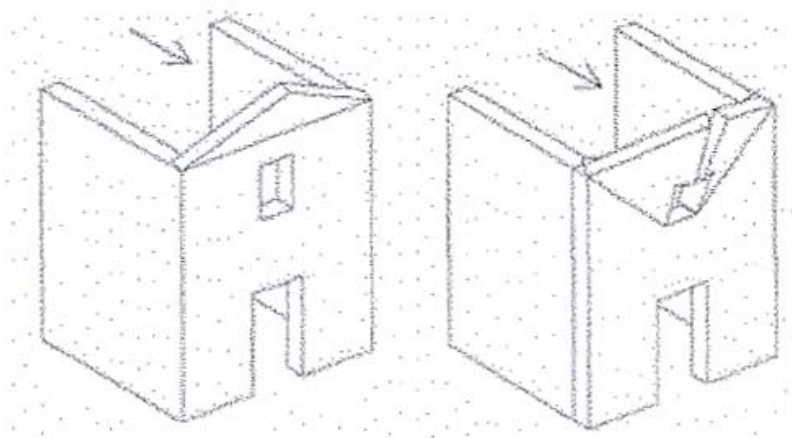
#### **4. Schede meccanismo-intervento (rif. allegato C - DPCM 09/02/2011)**

- 01 - ribaltamento della facciata
- 07 - risposta longitudinale del colonnato nelle chiese a più navate
- 08 - volte della navata centrale
- 09 - volte nelle navate laterali (indotto)
- 13 - archi trionfali
- 28 - cella campanaria

## 1 - Ribaltamento della Facciata

### **Danno:**

- distacco della facciata dalle pareti della navata centrale e della navata laterale nord; nella parte sommitale dei prospetti nord e sud, si osservano rotture dei maschi murari dovute alla sollecitazione da taglio indotte dal ribaltamento della facciata (**foto 13**); sulla controfacciata, sono evidenti segni di distacco su tutto il perimetro di contatto con la volta in cannucciato (**foto 14**).



### **Indicatori di vulnerabilità:**

- presenza di grandi aperture nelle pareti laterali in vicinanza del cantonale.

Le pareti laterali della navata centrale, che di fatto rappresentano le pareti di collegamento tra la facciata ed il resto del corpo di fabbrica fino in sommità, sono caratterizzate da grandi aperture: gli archi e i portali di accesso alle cappelle laterali (le prime arcate di destra e di sinistra si trovano a meno di un metro dalla controfacciata) (**foto 15**). La stessa facciata, inoltre, presenta un altro elemento di vulnerabilità: due finestre simmetriche ad arco molto vicine ai cantonali e con pronunciata strombatura interna (**foto 16**).



*foto 13 - evidente la lesione all'attacco tra la facciata e il corpo di fabbrica della chiesa*



*foto 14 - distacco sul perimetro di contatto tra la volta della navata in cannucciato e la parete di facciata*



*foto 15 - grandi aperture nelle pareti laterali della navata*



*foto 16 - finestre con strombatura sulla controfacciata*

### Presidi antisismici presenti prima del sisma

- catene trasversali negli archi della navata laterale

### Presidi antisismici assenti

- presenza di catene longitudinali
- presenza di efficaci elementi di contrasto (contrafforti, corpi addossati, altri edifici)
- ammorsamento di buona qualità tra la facciata ed i muri della navata

### Interventi di riparazione proposti:

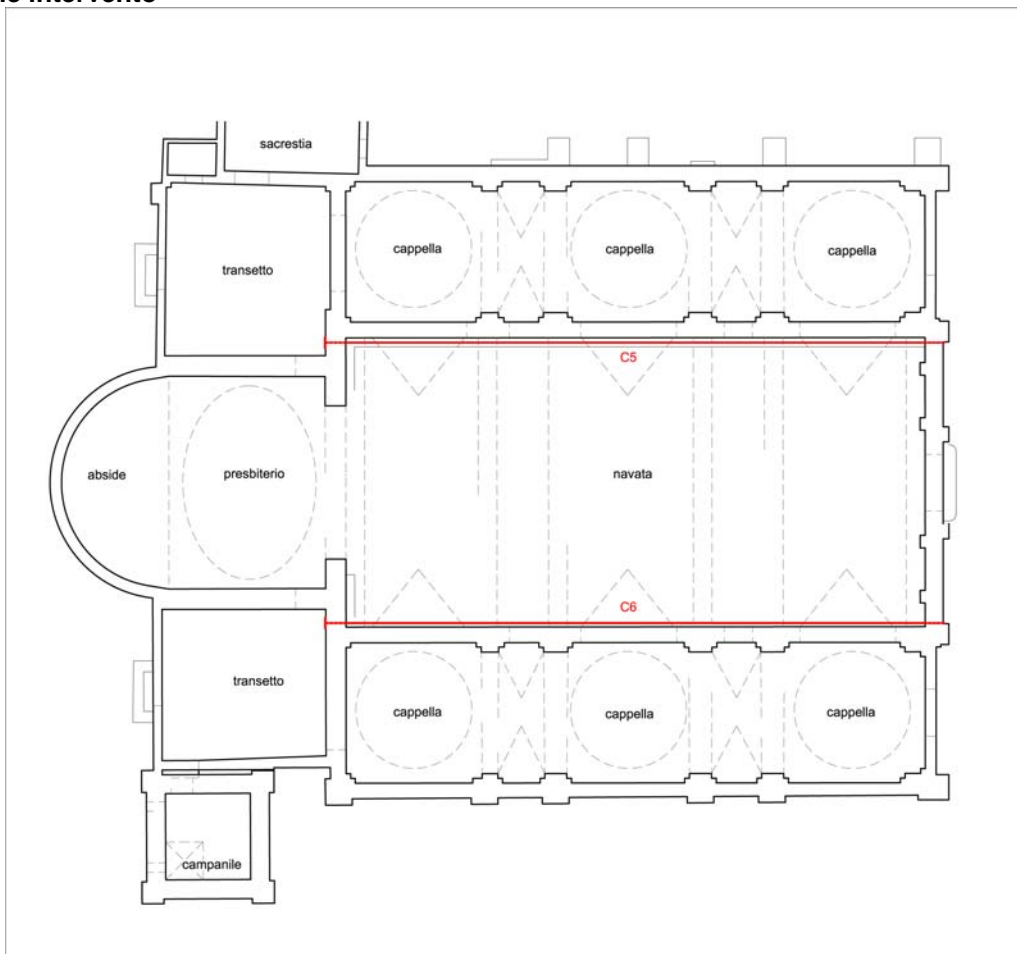
Gli interventi previsti per contrastare il meccanismo di ribaltamento della facciata sono i seguenti:

- messa in opera di due catene longitudinali (C5-C6) per il "contenimento" della facciata (intervento 01A);
- cerchiatura metallica interna realizzata con un profilo di acciaio UPN e contestuale fissaggio della facciata (intervento 01B);
- realizzazione di controventi metallici di falda in corrispondenza delle capriate di copertura (intervento 01C);
- ancoraggio della facciata all'orditura di copertura tramite "tasche" metalliche poste in corrispondenza delle testate delle terzere; contestuale chiodatura dei primi due ordini di terzere alle capriate (intervento 01D);
- riparazione tramite "cuci-scuci" delle lesioni sulla parte sommitale del fianco nord (**foto 13**) (intervento 01E);
- posa di una cerchiatura metallica interna nella zona presbiterio-abside, sotto la quota di imposta delle capriate, realizzata con un profilato UPN e connessa (tramite barre passanti nella muratura) con una corrispondente cerchiatura esterna, fissata alla parete dell'arco trionfale con due catene C11 e C12 (intervento 01F);
- realizzazione di una cerchiatura metallica interna a due livelli in corrispondenza dei due vani ai lati del presbiterio, tramite piatti di acciaio e cantonali tassellati alle pareti (intervento 01G).

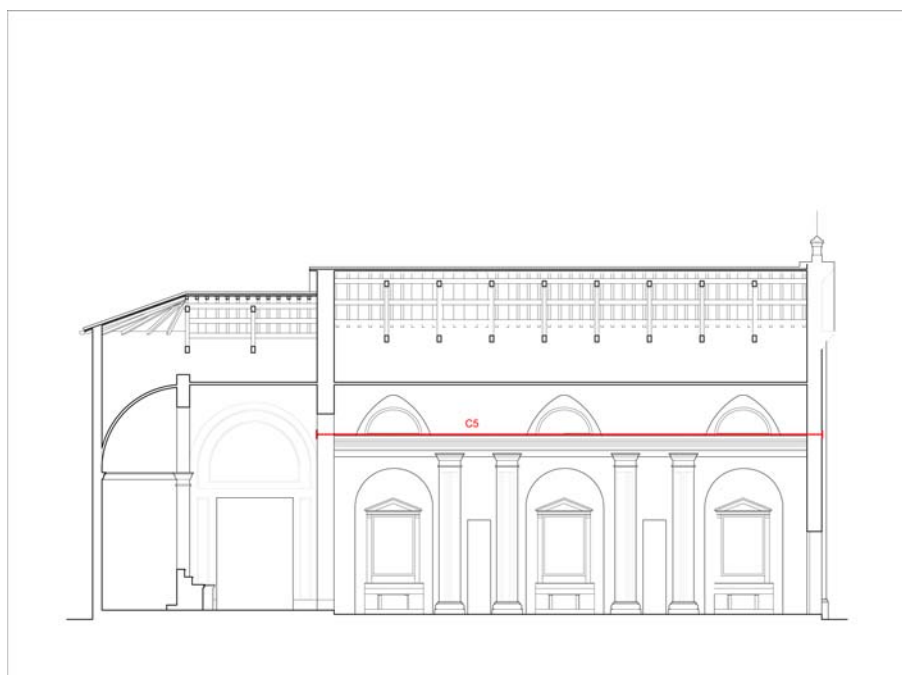
### intervento 01A

Messa in opera di due catene longitudinali (C5-C6) per il contenimento della facciata, realizzate con 2 barre di tipo diwydag di diametro mm 28 poste al di sopra del cornicione monumentale (in posizione tale da non essere visibili dal basso), esterne alla muratura e fissate alla parete di facciata (con paletti capo chiave in acciaio lasciati a vista) e alla parete di separazione tra navata e presbiterio (con piastre di ancoraggio in acciaio lasciate a vista) (**tav.2**).

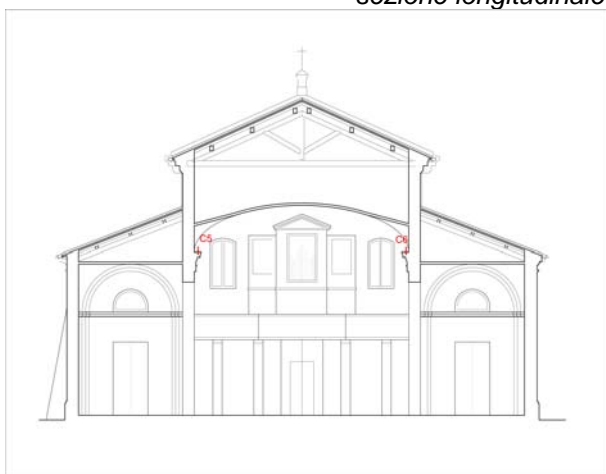
### Localizzazione intervento



*pianta con indicazione delle catene longitudinali C5-C6*



*sezione longitudinale con indicazione della catena C5*



*sezione trasversale con indicazione delle catene C5-C6*

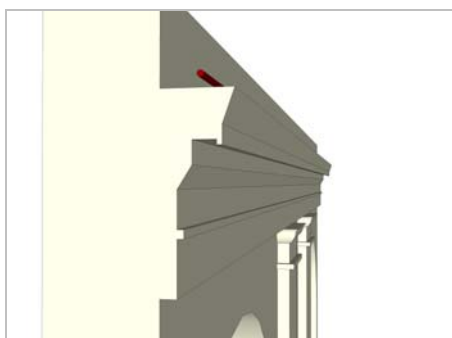


*prospetto ovest con indicazione dei capochiave delle catene C5-C6 in facciata*

### **Modalità esecutive**

L'intervento viene attuato secondo le seguenti modalità:

- perforazioni della parete di facciata e della parete di separazione tra navata e presbiterio eseguite con trapano o fioretto a rotazione/rotopercussione veloce;
- pulitura dei fori;
- posa in opera di barre in acciaio tipo diwydag di diametro 28 mm;
- posa in opera di paletti capochiave in acciaio a sezione quadrata di dimensioni mm 300x30x30 (in facciata) e di piastre di ancoraggio in acciaio di dimensioni 350x350x30 mm (sulla parete dell'arco trionfale);
- connessione delle barre diwydag alle piastre e ai paletti di ancoraggio tramite bulzoni, bullonature o saldatura;
- tesatura delle barre in acciaio.

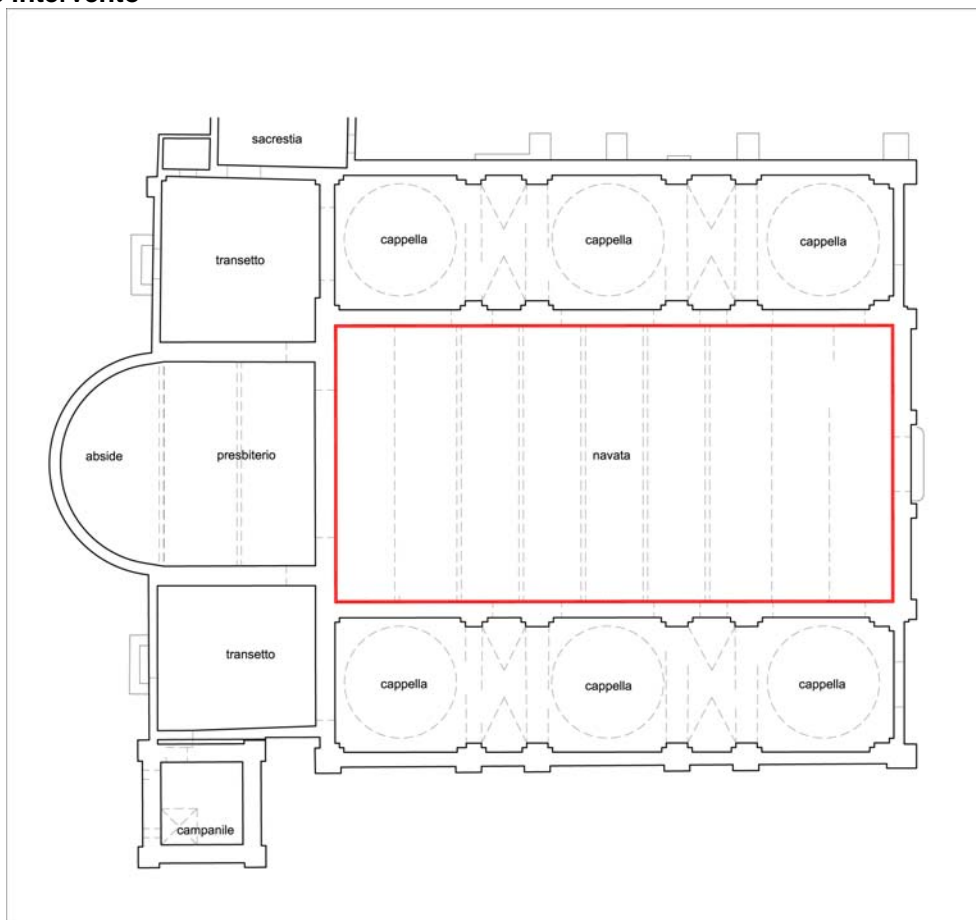


*dettagli della catena esterna posta sopra la cornice modanata*

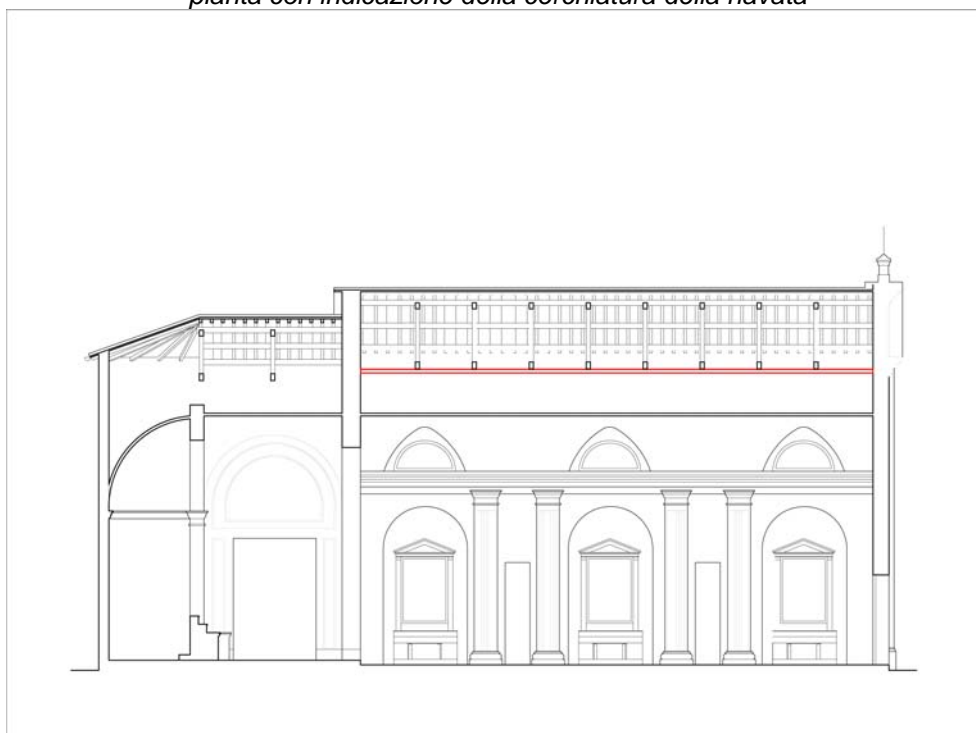
### **intervento 01B**

Fissaggio della parete di facciata e cerchiatura interna della navata centrale tramite la messa in opera di un profilato in acciaio UPN 140 tassellato lungo tutto il perimetro della navata centrale appena sotto il piano di imposta delle capriate di copertura (tav.2).

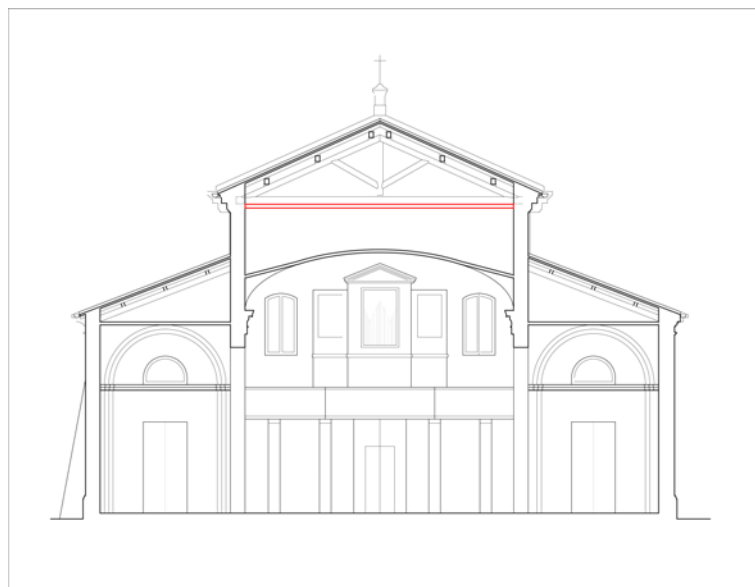
#### **Localizzazione intervento**



*pianta con indicazione della cerchiatura della navata*



*sezione longitudinale con indicazione della cerchiatura della navata*



*sezione trasversale con indicazione della cerchiatura dell'aula*

### **Modalità esecutive**

Per la realizzazione dell'intervento si prevedono le seguenti modalità esecutive:

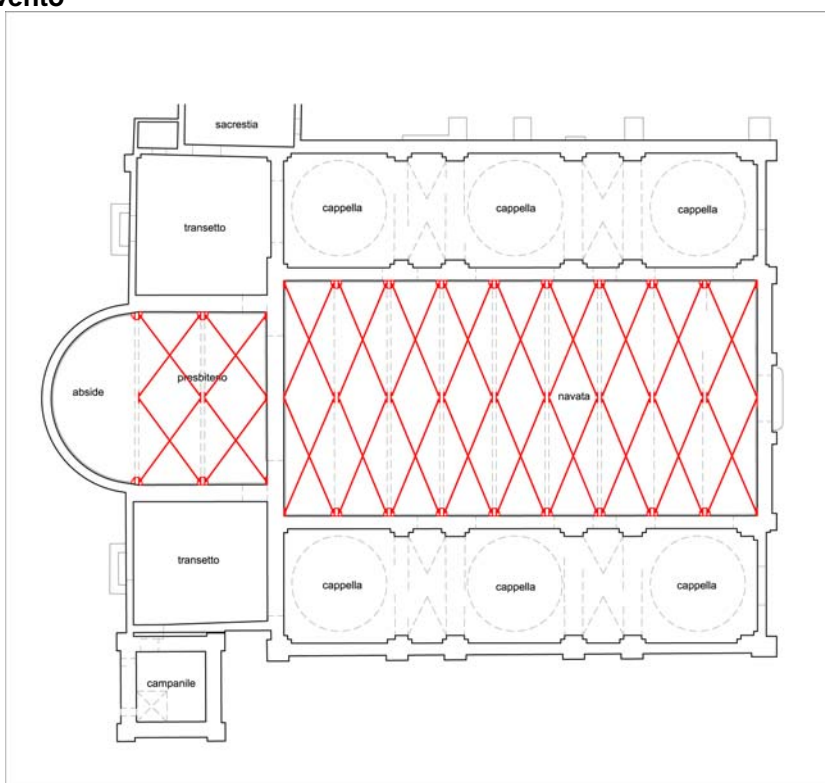
- realizzazione di fori nelle pareti perimetrali della navata centrale appena sotto la quota di imposta delle capriate, ad intervalli di circa 80 cm ed inserimento di connettori fissati con resine epossidiche o malte;
- posa di profilato in acciaio UPN 140 fissato ai connettori tramite bullonatura.

### **intervento 01C**

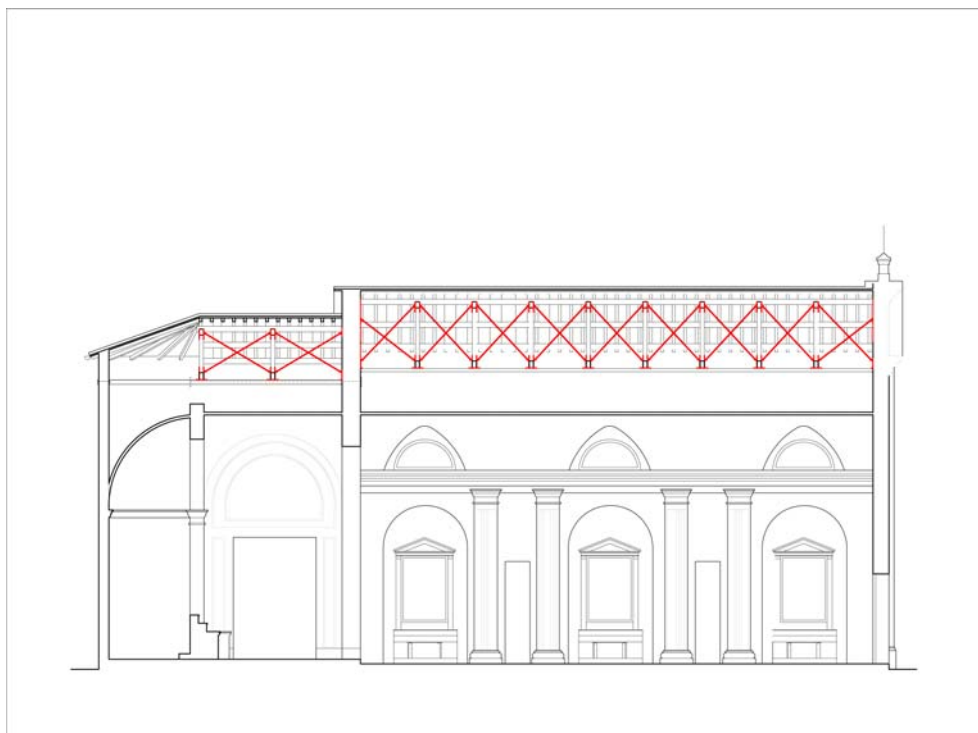
Realizzazione di controventi posti sui due piani di falda in corrispondenza della navata, realizzati con catene in acciaio di tipo diwydag di diametro mm 20 fissate alla muratura ed alle capriate esistenti mediante appositi elementi in acciaio costituiti da piastre sagomate di spessore mm 10 saldate tra loro.

Si precisa che, oltre che sulla copertura dell'aula, l'intervento è previsto anche sulla copertura a falde del presbiterio, al fine di conferirle maggiore stabilità all'insieme (tav.2, part.2).

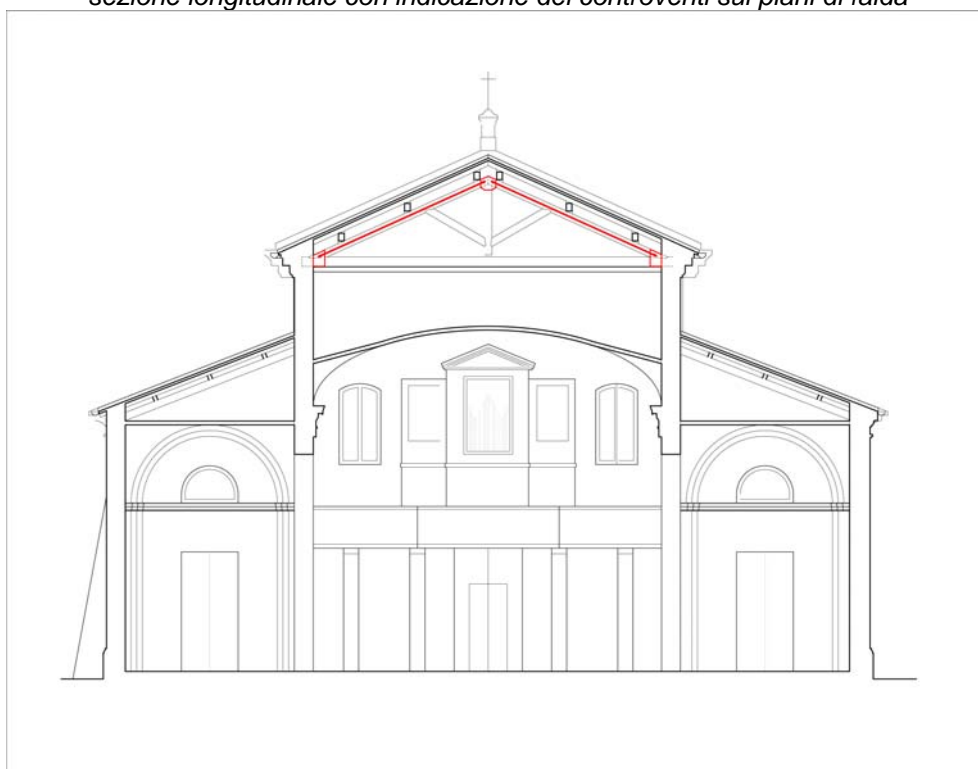
### **Localizzazione intervento**



*pianta con indicazione dei controventi posti sui due piani di falda sia in corrispondenza dell'aula che in corrispondenza del presbiterio*



*sezione longitudinale con indicazione dei controventi sui piani di falda*



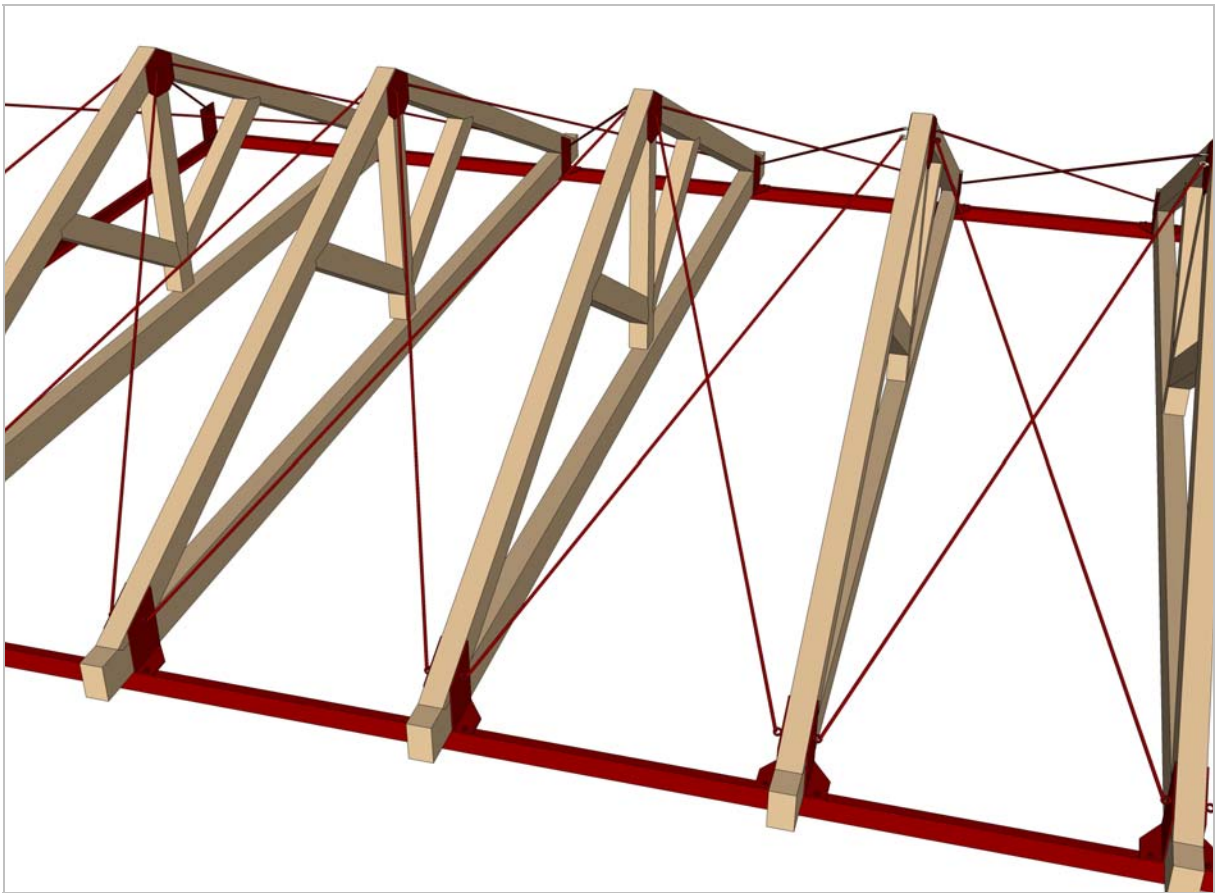
*sezione trasversale con indicazione dei controventi sui piani di falda*

### **Modalità esecutive**

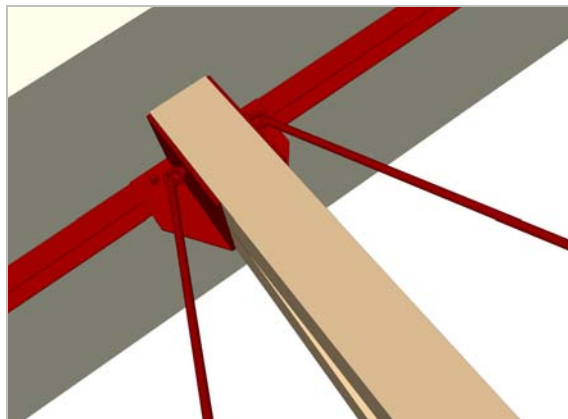
Per la realizzazione dell'intervento si prevedono le seguenti modalità esecutive:

- fornitura degli ancoraggi per i controventi: piastre sagomate di spessore mm 10 (B, C, D) ed elementi costituiti da piastre saldate tra loro di spessore mm 10 (A) (si veda la tavola 2, particolari 2);
- realizzazione di fori sulla parete della facciata e sulla parete tra navata e presbiterio per fissare le piastre di ancoraggio dei tiranti ed inserimento di connettori in acciaio fissati con malte o resine;
- fissaggio delle piastre metalliche alle murature;
- fissaggio delle piastre di ancoraggio alle capriate tramite tasselli (da rilevare che l'elemento A, che "abbraccia" la catena della capriata, è anche bullonato alla cerchiatura perimetrale sottostante);
- posa in opera di controventi paralleli ai piani di falda, ancorando le catene in acciaio alle piastre precedentemente fissate alle capriate ed alle pareti;
- tesatura delle barre in acciaio.

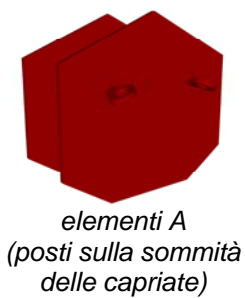




*vista tridimensionale dei controventi di falda; alla base delle capriate è inoltre visibile la cerchiatura metallica perimetrale a cui sono fissati gli elementi metallici (B) che avvolgono le catene delle capriate alle estremità*



*dettaglio tridimensionale all'appoggio dell'elemento B sulla cerchiatura perimetrale*



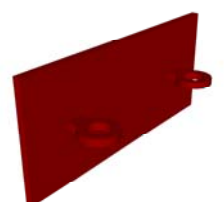
*elementi A  
(posti sulla sommità  
delle capriate)*



*elemento B (posto ai  
due lati della catena)*



*elemento C per  
ancoraggio dei  
controventi a muro  
e alla cerchiatura*



*elemento D per  
ancoraggio dei  
controventi a muro*

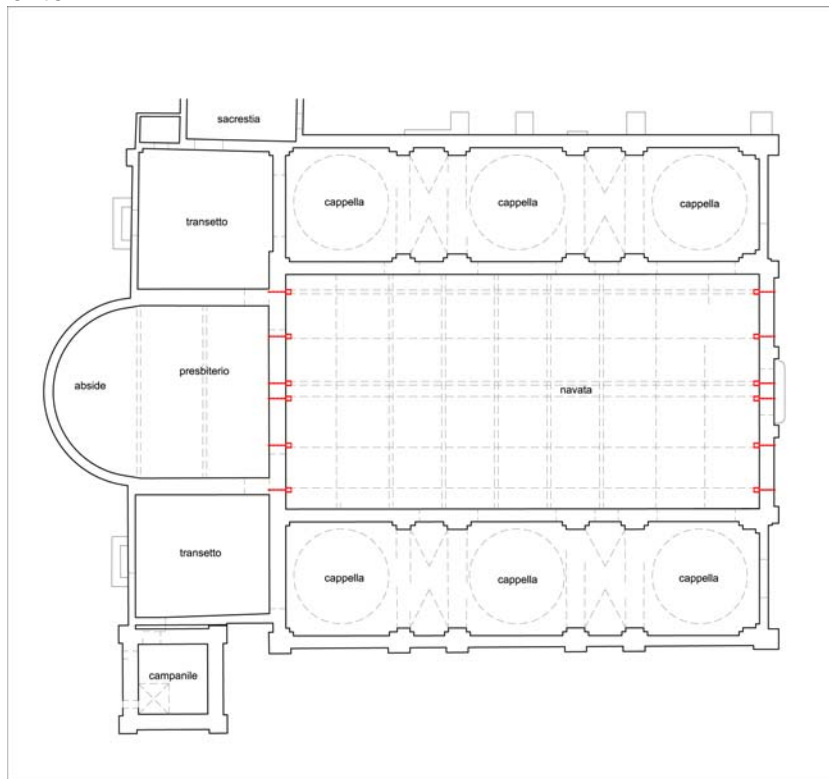
### **Intervento 01D**

Per contrastare il ribaltamento della facciata e per ridurre l'instabilità complessiva legata alle grandi dimensioni e al peso consistente della vela in cannucciato che copre l'aula, si ritiene importante migliorare l'ancoraggio delle terzere di copertura con la parete di facciata e con la parete di separazione tra navata e presbiterio.

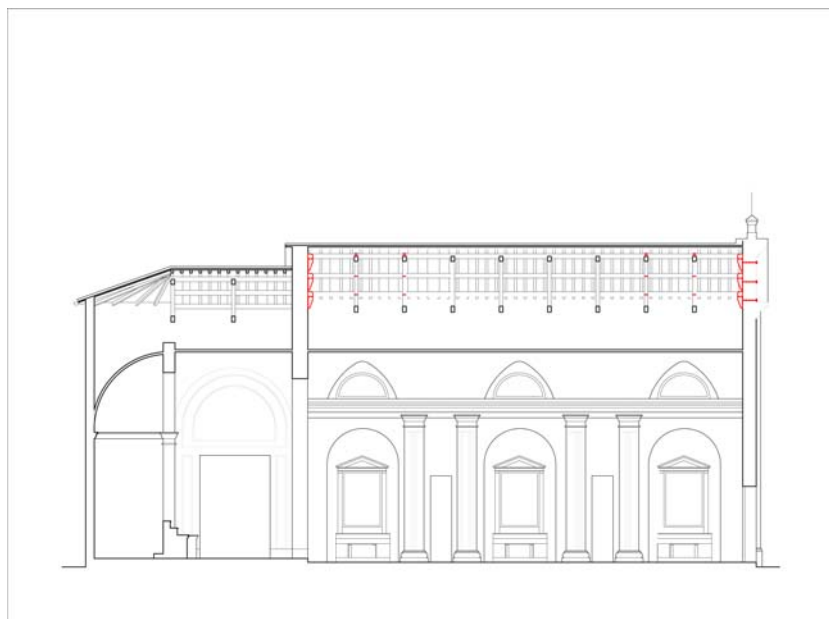
A questo scopo, sulla copertura dell'aula, tutte le testate delle terzere, (sia in corrispondenza della parete di facciata, che in corrispondenza della parete di separazione tra navata e presbiterio), vengono alloggiati entro "tasche" metalliche tassellate alla muratura ed ancorate ad essa con barre filettate passanti di diametro mm 20 e bulzoni a vista (costituiti da barre a sezione quadrata di lato 30 mm e lunghezza 300 mm).

Durante l'intervento sull'orditura del coperto, si prevede contestualmente di migliorare l'ancoraggio (tramite chiodatura) delle terzere sulle prime due capriate alle due estremità dell'aula (tav.2).

### **Localizzazione intervento**



*pianta con indicazione delle "tasche" metalliche in cui vengono alloggiate le testate delle terzere*



*sezione longitudinale con indicazione delle "tasche" metalliche in cui vengono alloggiate le testate delle terzere*

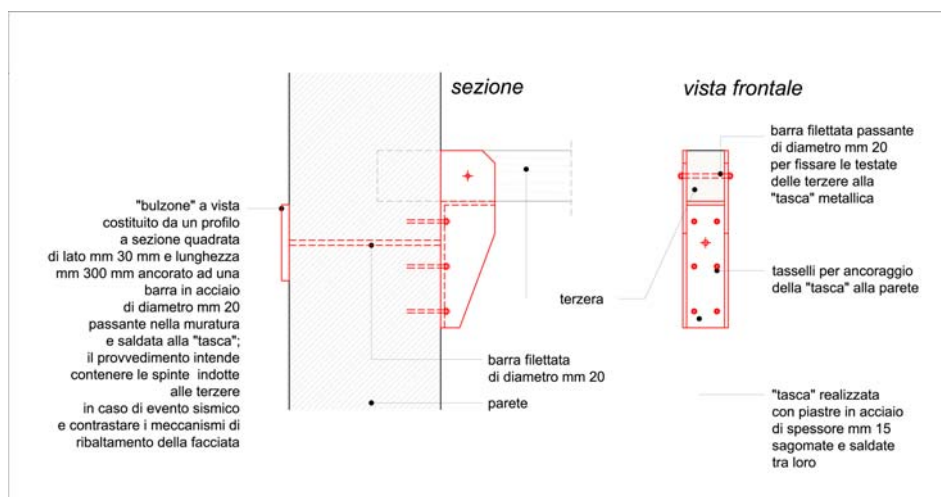


prospetto ovest (facciata) con indicazione dei punti di attacco delle "tasche" metalliche in cui sono alloggiate le testate delle terzere

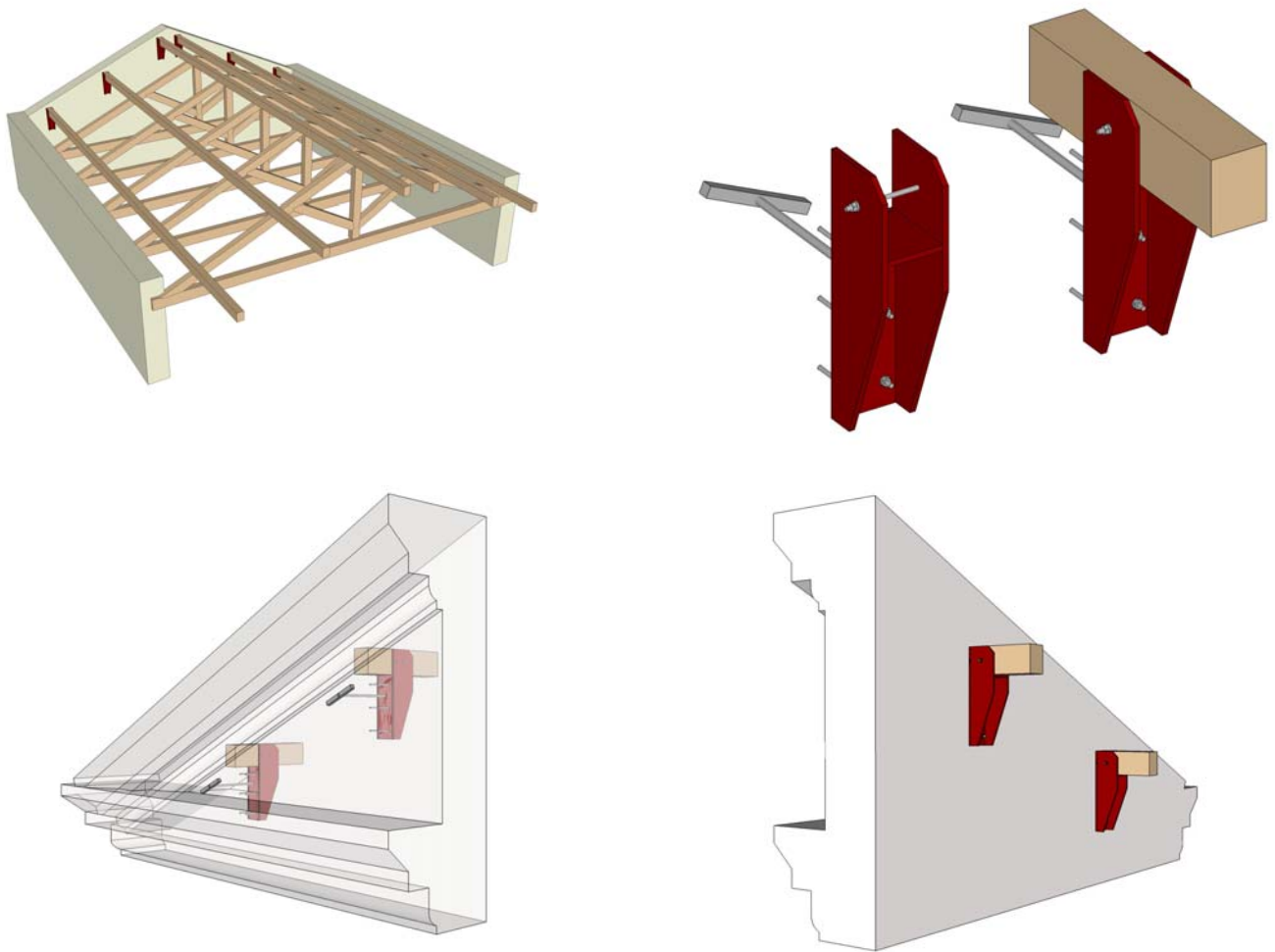
### Modalità esecutive

L'intervento sarà effettuato secondo le seguenti modalità:

- perforazione della parete della facciata a ridosso dei punti di appoggio delle terzere eseguita con trapano o fioretto a rotazione/rotopercolazione veloce;
- pulitura del foro;
- fornitura di "tasche" in acciaio (costituite da piastre sagomate di spessore mm 15 saldate tra loro) in cui alloggiare le testate delle terzere;
- realizzazione di fori sulla parete della facciata e sulla parete di separazione tra navata e presbiterio (nei punti di fissaggio delle "tasche" alla muratura) ed inserimento di connettori in acciaio fissati con malte o resine;
- posa in opera delle tasche in acciaio, imbullonandole ai connettori infissi nella muratura;
- ancoraggio di ogni terza alla "tasca" corrispondente tramite una barra filettata passante di diametro mm 12, imbullonata su ambo i lati della trave;
- posa in opera di barre filettate di diametro mm 20 passanti nella muratura e saldate alle "tasche" (sia in corrispondenza della parete di facciata, che in corrispondenza della parete di separazione tra navata e presbiterio);
- ancoraggio delle barre filettate alle pareti tramite bulzoni a sezione quadrata di sezione mm 30x30 e lunghezza mm 300 mm lasciati a vista (in facciata posizionati prestando la massima cura a non interferire con la cornice modanata del timpano).



dettagli delle "tasche" metalliche in opera all'attacco delle terzere a muro (sia in facciata che in corrispondenza del muro di separazione tra navata e presbiterio)

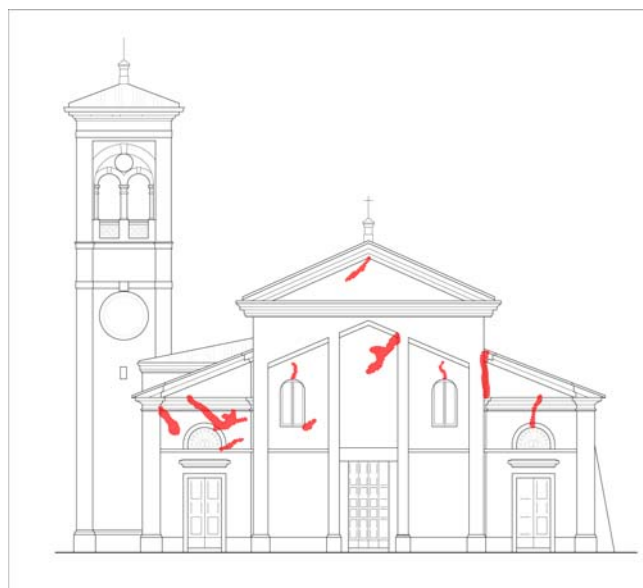


*viste tridimensionali dell'attacco delle "tasche" alla parete di facciata (nel posizionamento dei paletti capochiave a vista, si avrà la massima cura a non interferire con le modanature del timpano)*

### **Intervento 01E**

Riparazione della muratura nella parte sommitale del prospetto nord, (interessato da una importante lesione che testimonia l'attivarsi del meccanismo di ribaltamento della facciata – foto 1), tramite il metodo del "cuci-scuci", al fine di eliminare la discontinuità che si è creata e ridare uniformità alla muratura (tav.2).

### **Localizzazione intervento**



*vista del prospetto ovest (facciata) con indicazione delle zone in cui si rende necessario in "cuci-scuci"*

## Modalità esecutive

L'intervento verrà svolto secondo le seguenti modalità:

- ampliamento della lesione muraria, attraverso la demolizione dei lembi di stacco;
- pulizia e lavaggio delle parti messe a nudo;
- ricostituzione della continuità muraria, previa formazione dei necessari ammorsamenti con materiale idoneo ed omogeneo al preesistente, posto in opera a forza negli ammorsamenti e sulla superficie superiore di contatto e legato con malta idonea;
- stuccatura e pulitura delle connessioni.

## Intervento 01F

Realizzazione di una cerchiatura interna in corrispondenza della zona presbiterio-abside, costituita da tratti di profilati in acciaio UPN 140 calandrati e saldati tra loro, tassellati alla muratura perimetrale appena sotto la quota di imposta delle capriate.

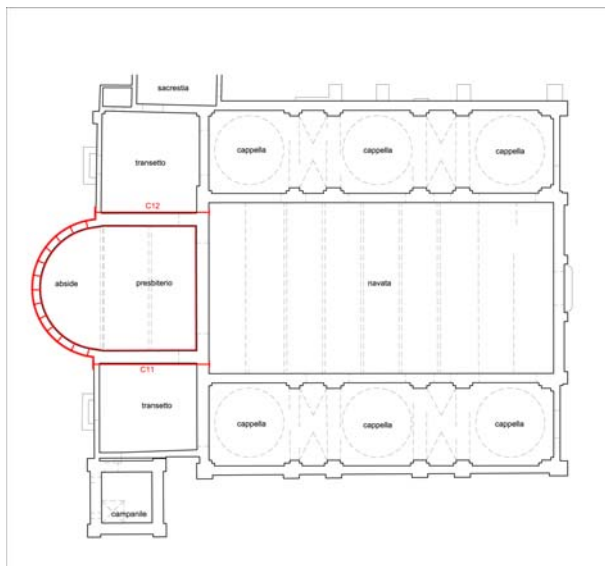
Realizzazione di una cerchiatura esterna in corrispondenza dell'abside, posta alla stessa quota della cerchiatura absidale interna appena descritta e realizzata con tratti di profilati in acciaio UPN 140 calandrati e saldati tra loro, tassellati alla muratura perimetrale esterna; la cerchiatura segue il profilo curvo dell'abside e "piega" sulle pareti del transetto, per una lunghezza di circa cm 70 per parte.

Le due cerchiature sono connesse tra loro mediante barre filettate passanti nella muratura perimetrale dell'abside e bullonate ai profilati UPN 140.

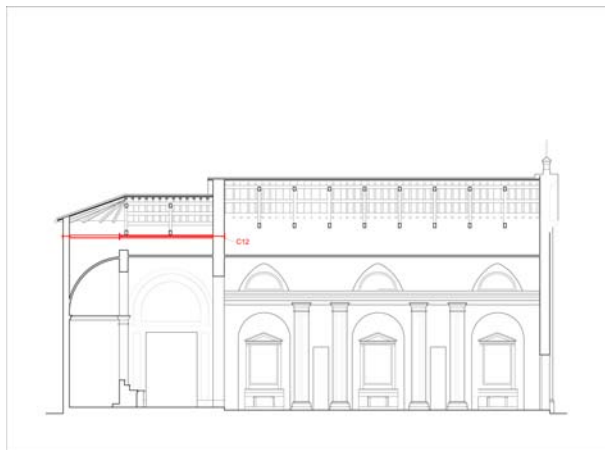
Infine, due catene longitudinali C11 e C12 sono ancorate alle estremità rettilinee della cerchiatura esterna e alla parete dell'arco trionfale.

Questo sistema di provvedimenti, concorre al perseguimento di un comportamento uniforme e scatolare dell'intera fabbrica, utile anche nel contrastare indirettamente il meccanismo di ribaltamento della facciata.

## Localizzazione intervento



*pianta con indicazione delle cerchiature absidali (esterne e interna) e delle catene C11 e C12*

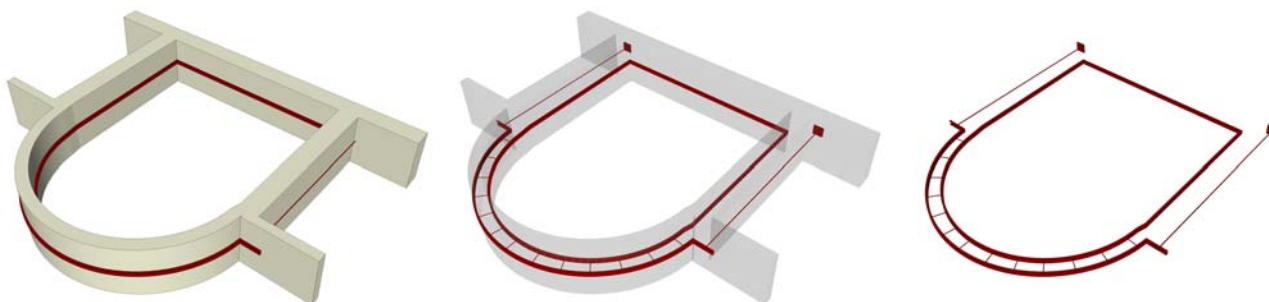


*sezione longitudinale con indicazione delle cerchiature absidali e della catena C12 che ancora la cerchiatura esterna con la parete dell'arco trionfale*

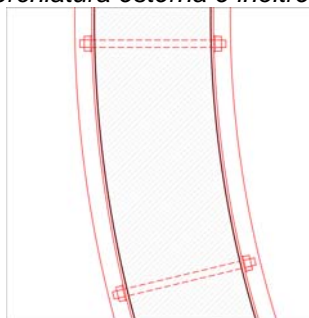
## Modalità esecutive

L'intervento prevede le seguenti modalità esecutive:

- realizzazione di fori nella muratura interna di abside e presbiterio, in corrispondenza dei punti di fissaggio della cerchiatura metallica interna (ad intervalli di circa cm 80);
  - inserimento di connettori in acciaio in corrispondenza dei punti di fissaggio del profilato in acciaio (i connettori sono fissati con resina epossidica o malta);
  - posa della cerchiatura interna (costituita da tratti di profilati UPN 140 calandrati e saldati tra loro) in corrispondenza della curva absidale, tramite bullonatura ai connettori;
  - realizzazione di fori passanti (ad intervalli di circa cm 80) in corrispondenza dei punti di inserimento delle barre passanti che serviranno a tenere insieme le due cerchiature interna ed esterna;
  - realizzazione di fori nella muratura esterna dell'abside, in corrispondenza dei punti di fissaggio della cerchiatura metallica esterna (ad intervalli di circa cm 80);
  - inserimento di connettori in acciaio in corrispondenza dei punti di fissaggio del profilato in acciaio (i connettori sono fissati con resina epossidica o malta);
  - posa della cerchiatura esterna (costituita da tratti di profilati UPN 140 calandrati e saldati tra loro) in corrispondenza della curva absidale, tramite bullonatura ai connettori;
  - inserimento di barre passanti di tipo diwydag (diametro mm 20) per il fissaggio delle due cerchiature tramite bullonatura ai profilati UPN 140 interno ed esterno;
  - realizzazione di fori (diametro mm 50) passanti nella muratura del transetto e dell'arco trionfale, per consentire la posa in opera delle catene longitudinali C11 e C12 funzionali a "trattenere" la cerchiatura esterna;
  - posa in opera delle catene C11 e C12 (diwydag di diametro mm 28) che sfilano all'esterno della muratura, e sono ancorate: con paletti capochiave a sezione quadrata di dimensioni mm 30x30x300 alla cerchiatura esterna UPN 140 nella parte rettilinea; con piastre di dimensioni mm 350x350x30 lasciate a vista alla parete dell'arco trionfale.
- Per maggiore chiarezza si rimanda all'esame della tavola 4.



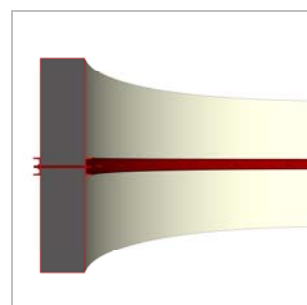
*viste tridimensionali del sistema di doppia cerchiatura absidale (dall'esterno e dall'interno con UPN 140);  
le due cerchiature sono connesse tra loro con barre passanti nella muratura;  
la cerchiatura esterna è inoltre ancorata alla parete dell'arco trionfale tramite le catene C11, C12.*



*dettagli delle cerchiature absidali  
(pianta e sezione)*



*vista tridimensionale dell'attacco della cerchiatura  
esterna alla parete di chiusura del transetto (si nota il  
paletto capochiave che ancora la catena C11)*



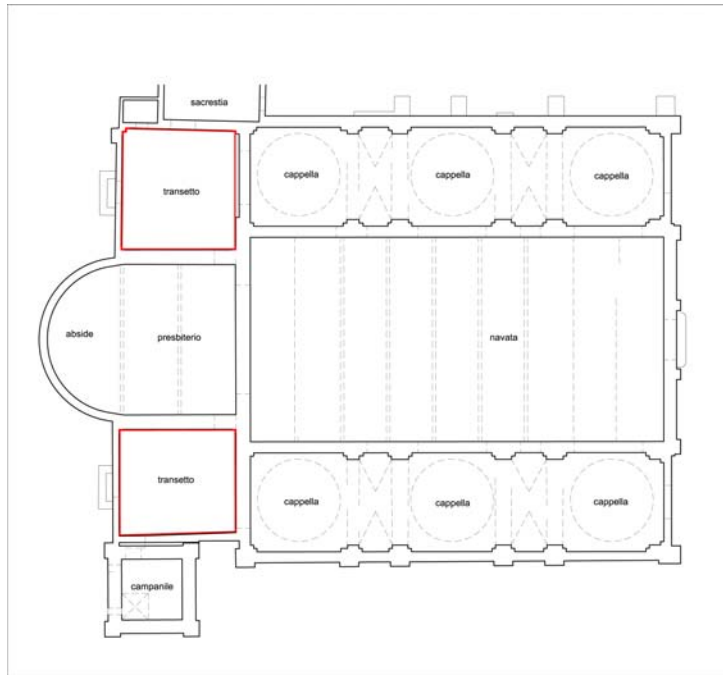
*vista tridimensionale della sezione della parete  
dell'abside con le due cerchiature UPN 140, interna  
ed esterna, poste alla stessa quota e connesse con  
barre filettate passanti nella muratura*

### **Intervento 01G**

Realizzazione di cerchiature interne in acciaio nei vani alle due estremità del transetto, all'estradosso del solaio piano, costituite da piatti di sezione mm 150x15, saldati in opera a cantonali a tutta altezza costituiti da profilati a "L" di dimensioni mm 150x150x15, tassellati alla muratura, per consentire una migliore distribuzione delle sollecitazioni indotte dai piatti di cerchiatura interna (tav.2).

La doppia cerchiatura ha lo scopo di dare irrigidimento e contrastare le spinte orizzontali in caso di sisma. Insieme agli altri interventi descritti in questa sezione, costituisce un sistema di provvedimenti tesi a favorire il comportamento scatolare della fabbrica, contrastando indirettamente anche il meccanismo di ribaltamento di facciata.

### **Localizzazione intervento**



*pianta con indicazione delle cerchiature in corrispondenza del transetto*

### **Modalità esecutive**

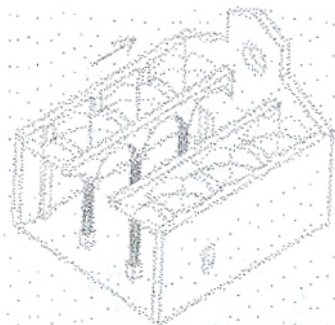
L'intervento prevede le seguenti modalità esecutive:

- realizzazione di fori nei vertici interni dei due vani alle estremità del transetto, in corrispondenza dei punti di fissaggio dei cantonali, ad intervalli di cm 50 circa;
- posa dei connettori fissati con resina epossidica o malta;
- fissaggio dei cantonali metallici per consentire la distribuzione uniforme delle sollecitazioni indotte dai piatti della cerchiatura interna: i cantonali, (costituiti da profilati in acciaio a tutta altezza con sezione a "L" di dimensioni mm 150x150x15), vengono imbullonati ai connettori precedentemente infissi nella muratura;
- realizzazione di fori per la posa in opera dei connettori nei punti di fissaggio dei piatti di cerchiatura (all'estradosso dei solai) ad intervalli di cm 80 circa;
- fissaggio dei piatti di cerchiatura: ai cantonali tramite saldatura e alle pareti perimetrali tramite bullonatura ai connettori infissi nelle pareti.

## 7 - Risposta longitudinale del colonnato nelle chiese a più navate

### Danno

- lesioni negli archi longitudinali;
- lesioni a taglio nelle volte delle navate laterali.



### Indicatori di vulnerabilità

- presenza di volte pesanti nella navata centrale (parzialmente): la volta ad arco ribassato della navata centrale, pur essendo in cannucciato e quindi relativamente leggera, è comunque molto ampia;

### Presidi antisismici assenti

- presenza di catene longitudinali;
- presenza di contrafforti in facciata.

### Interventi di riparazione proposti

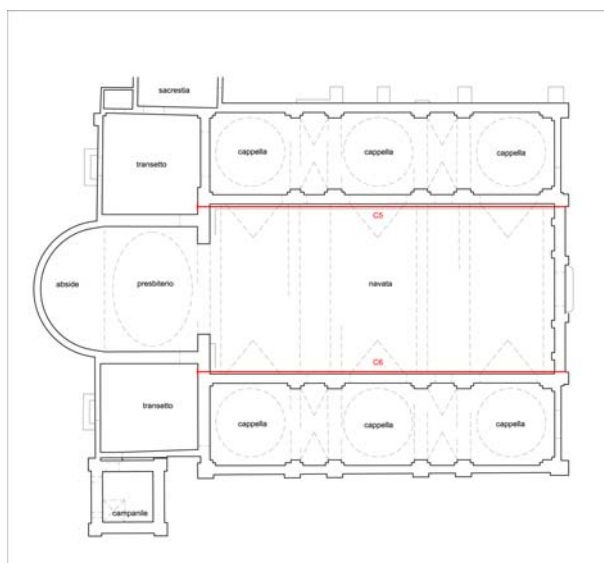
Gli interventi proposti per migliorare la risposta longitudinale, sono i seguenti:

- posa in opera di catene longitudinali (C5-C6) posate all'esterno della muratura, appena sopra la cornice modanata (non visibili dal basso) e ancorate alla parete di facciata e alla parete di separazione tra la navata e il presbiterio (interv. 07A);
- riparazione tramite "cuci-scuci" delle lesioni murarie presenti in particolare in corrispondenza degli archi (**foto 4-5**) (intervento 07B);
- consolidamento delle volte in pietra in foglio delle navate laterali, applicando all'estradosso reti in fibra di vetro (intervento 07C).

### intervento 07A

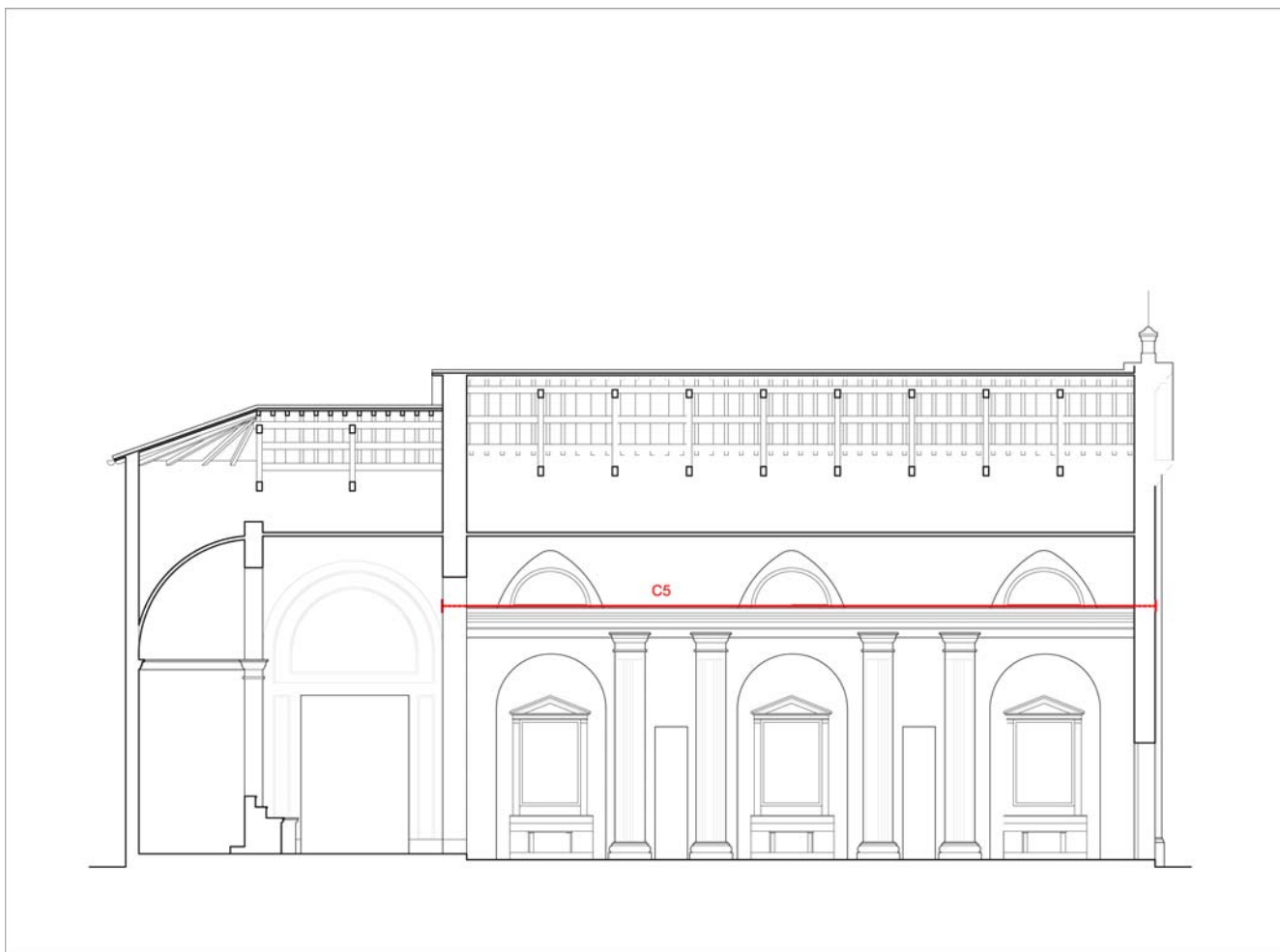
Con lo scopo di dare maggiore stabilità alle pareti laterali dell'aula, caratterizzate dalla presenza di molti "vuoti", (arcate e portali di ingresso alle cappelle), si propone la messa in opera di due catene longitudinali (C5-C6) realizzate con 2 barre di tipo diwydag di diametro mm 28 poste al di sopra del cornicione monumentale (in posizione tale da non essere viste dal basso), esterne alla muratura e fissate alla parete di facciata (con paletti capo chiave in acciaio lasciati a vista) e alla parete di separazione tra navata e presbiterio (con piastre di ancoraggio in acciaio di dimensioni 350x350x30 mm lasciate a vista) (tav.2).

### Localizzazione intervento

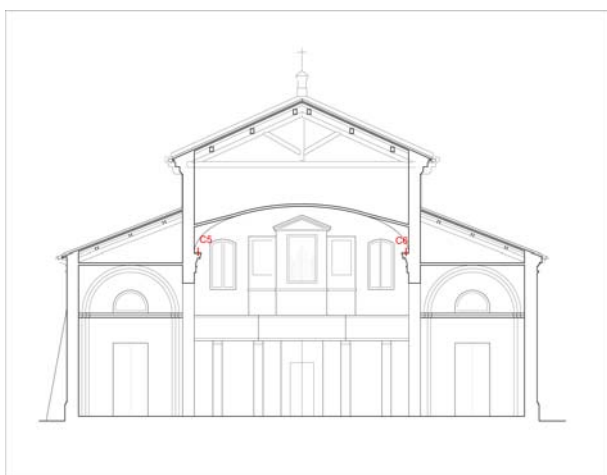


*pianta con indicazione delle catene longitudinali C5 e C6*





*sezione longitudinale con indicazione della catena longitudinale esterna C5, posta appena sopra la cornice modanata dell'aula (in posizione tale da non essere visibile dal basso)*



*sezione trasversale con indicazione della posizione delle catene longitudinali C5 e C6, poste appena sopra la cornice modanata*



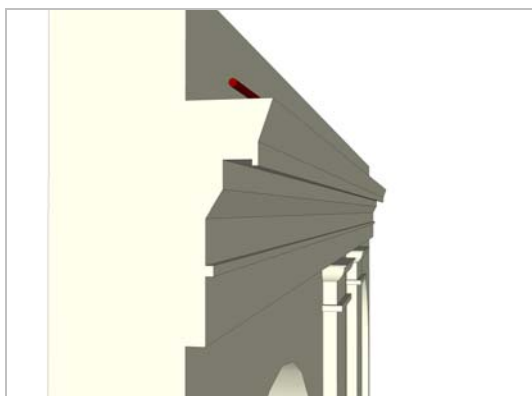
*prospetto ovest (facciata) con indicazione della posizione dei paletti capochiave lasciati a vista a lato delle lesene*

### **Modalità esecutive**

L'intervento viene attuato secondo le seguenti modalità:

- perforazioni della parete di facciata e della parete di separazione tra navata e presbiterio eseguite con trapano o fioretto a rotazione/rotopercussione veloce;
- pulitura dei fori;
- posa in opera di barre in acciaio tipo diwydag di diametro 28 mm;

- posa in opera di paletti capochiave in acciaio a sezione quadrata di dimensioni mm 300x30x30 (in facciata) e di piastre di ancoraggio in acciaio di dimensioni 350x350x30 mm (sulla parete dell'arco trionfale);
- connessione delle barre diwydag alle piastre e ai paletti di ancoraggio tramite bulzoni, bullonature o saldatura;
- tesatura delle barre in acciaio.

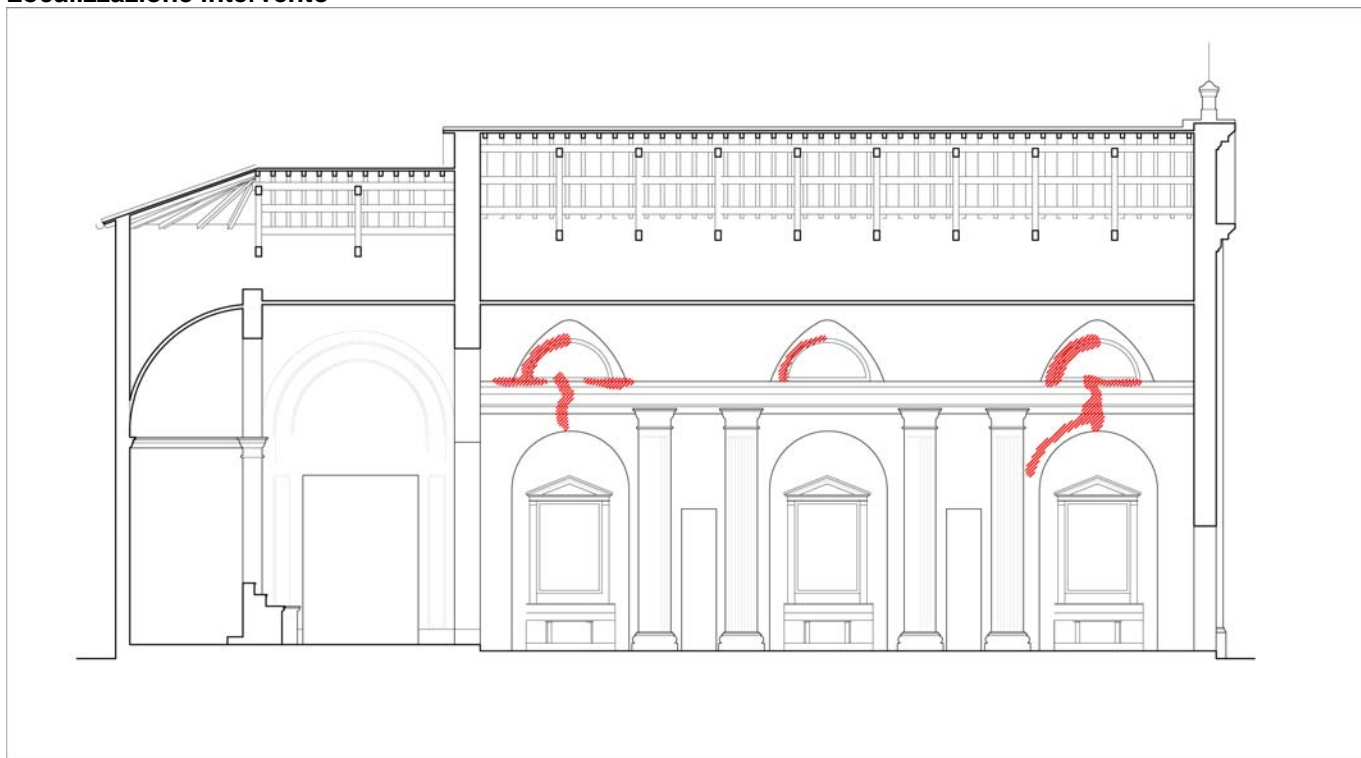


*dettagli della catena esterna posta sopra la cornice modanata*

### **intervento 07B**

Riparazione della muratura in corrispondenza delle lesioni, (che interessano in modo particolare la chiave degli archi della prima e della terza campata su entrambi i lati dell'aula), tramite il metodo del cuci-scuci al fine di eliminare le discontinuità che si sono create in seguito al sisma e restituire uniformità alla muratura (tav.3).

### **Localizzazione intervento**



*sezione longitudinale con indicazione delle zone in cui è necessario intervenire con "cuci-scuci"*

### **Modalità esecutive:**

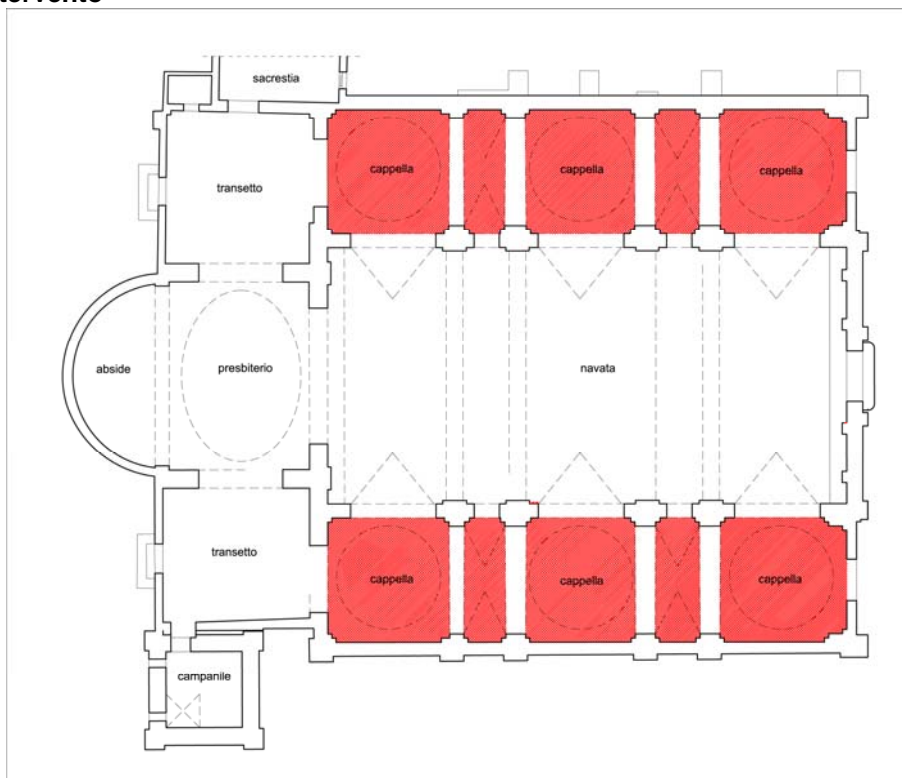
L'intervento viene attuato secondo le seguenti modalità:

- realizzazione di una centinatura a sviluppo curvo in legno o metallo con puntellamento dell'arco all'intradosso in corrispondenza della mezzera;
- ampliamento della lesione muraria, attraverso la demolizione dei lembi di stacco;
- pulizia e lavaggio delle parti messe a nudo;
- ricostituzione della continuità muraria previa formazione dei necessari ammorsamenti con materiale idoneo ed omogeneo al preesistente, posto in opera a forza negli ammorsamenti e sulla superficie superiore di contatto e legato con malta idonea;
- stuccatura e pulitura delle connessioni.

### **intervento 07C**

Consolidamento delle volte in pietra in foglio che caratterizzano le navate laterali (volte a vela sulle sei cappelle, volte a botte con lunette nei quattro interspazi tra le cappelle), applicando all'estradosso reti in fibra di vetro con resina epossidica (tav.3).

#### **Localizzazione intervento**



*pianta con indicazione delle volte delle navate laterali in pietra in foglio per cui è previsto il consolidamento all'estradosso*

#### **Modalità esecutive**

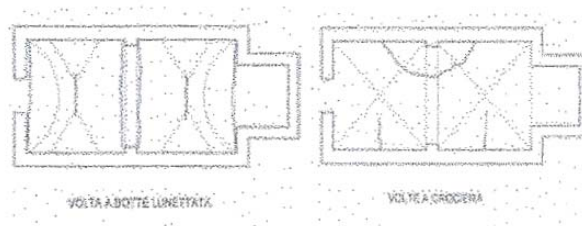
L'intervento di consolidamento delle volte in mattoni prevede le seguenti modalità esecutive:

- accurata pulizia del supporto (estradosso delle volte);
- applicazione di tessuto in fibra di vetro alcali-resistente di tipo bidirezionale per il rinforzo strutturale;
- stesura di adesivo epossidico di saturazione;
- rimozione di eventuali parti eccedenti di resina

## 8 - Volte nella navata centrale

### Danno

Sconnessione della volta ad arco ribassato in cannucciato dalle pareti trasversali che la confinano (parete di facciata e parete di separazione tra navata e presbiterio) (**foto 2**).



### Indicatori di vulnerabilità :

- volte in cannucciato su campata di grande luce (navata centrale);
- presenza di lunette o interruzioni ed irregolarità nel profilo delle volte: la volta ad arco ribassato è intersecata su ognuno dei lati lunghi da tre lunette che incorniciano altrettante finestre “cieche” semicircolari (**foto 16**).

### Presidi antisismici presenti prima del sisma

- assenti

### Presidi antisismici assenti :

- presenza di catene in posizione efficace: non sono presenti catene in corrispondenza della volta che sovrasta l'aula;
- presenza di rinfranchi o frenelli tra l'imposta delle volte e la parete laterale.

### Interventi di riparazione proposti

L'intervento proposto per migliorare la risposta della volta della navata centrale è il seguente:

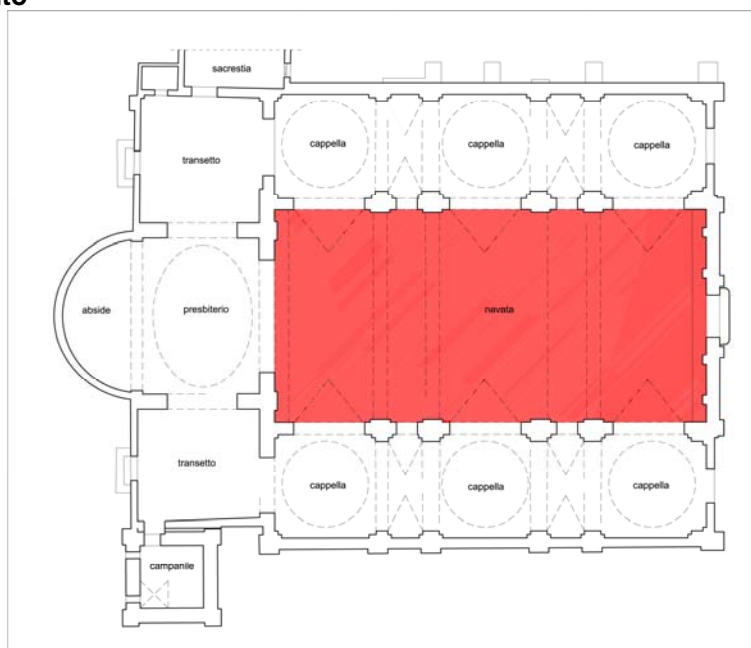
- consolidamento della volta in cannucciato all'estradosso (intervento 08A);

### Intervento 08A

Consolidamento di struttura estradosso di volta dipinta, tramite:

- rinforzo della struttura portante in legno (centine) collegata da tambocchi con arelle;
- applicazione di un strato di armatura (fibra di vetro), fissata con apposito collante, accavallata alle varie centine e tambocciature in modo da creare un unico corpo con la camorcanna (**tav.3**).

### Localizzazione intervento

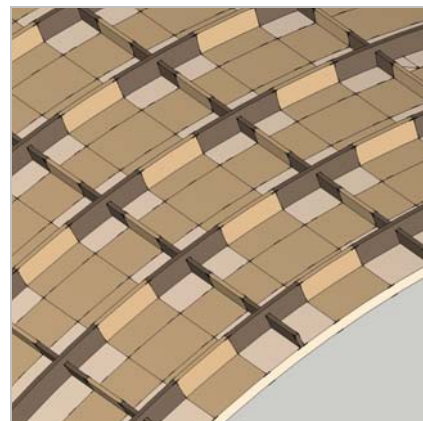
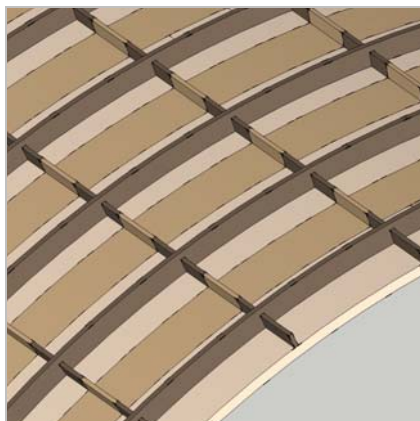
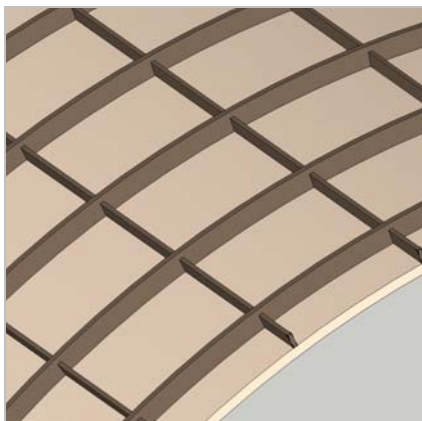


*pianta con indicazione della volta in cannucciato per cui si prevede il consolidamento all'estradosso*

### Modalità esecutive

L'intervento viene attuato secondo le seguenti modalità:

- ripulitura dell'estradosso del soffitto con aspiratori vari in modo da asportare qualsiasi materiale depositatovi;
- creazione di opere provvisorie mediante passerelle e ponteggi sia nell'interno della stanza che nell'estradosso del soffitto stesso, ivi compresi tutti gli accorgimenti necessari per non danneggiare il sottostante soffitto dipinto;
- rinforzo delle centine portanti con tavole in abete di vario spessore e unite con viti a legno e chiodi alle centine esistenti e trattamento antitarlo e antimuffa;
- applicazione di un strato di armatura (fibra di vetro), fissata con apposito collante, accavallata alle varie centine e tambocciature in modo da creare un unico corpo con la camorcanna;
- inserimento di barre di ottone con anelli in acciaio posti tra la camorcanna e l'armatura per creare dei punti di aggancio;
- posa in opera di eventuali rinfianchi con morali da cm 8x8 cm fissati alle centine e incastrate nella muratura, comprese le opere murarie e l'applicazione di cartolineum.

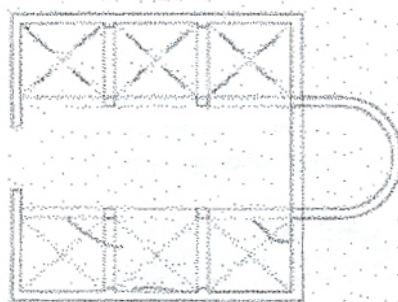


*schema delle fasi di intervento di consolidamento della volta in cannucciato all'estradosso*

## 9 – Volte delle navate laterali (indotto)

### Danno

- lesioni nelle volte delle navate laterali (danno "indotto" in quanto innescato dal cinematismo di distacco della facciata e dovuto all'assenza di catene in posizione efficace) (foto 4-6).



### Indicatori di vulnerabilità

- volte in foglio;  
- presenza di lunette o interruzioni ed irregolarità nel profilo delle volte (le volte delle cappelle sono coperte da volte a vela; le volte degli interspazi tra le cappelle sono coperte da volte a botte con lunette).

### Presidi antisismici presenti prima del sisma

- presenza di catene, ma non ancorate in maniera efficace.

### Presidi antisismici assenti

- presenza di catene in posizione efficace;  
- assenza di rinfianchi o frenelli.

### Interventi di riparazione proposti

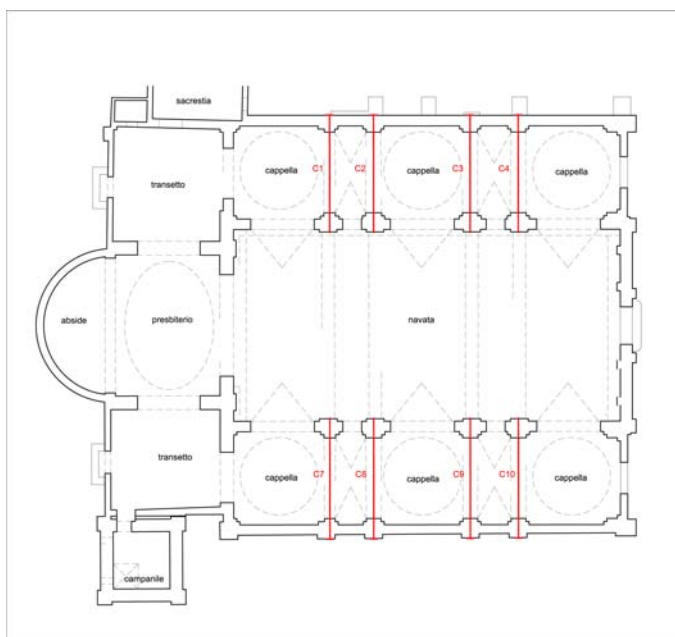
Gli interventi proposti per migliorare la risposta delle volte delle navate laterali sono i seguenti:

- sostituzione delle catene inefficaci con nuove catene ancorate a quota opportuna (intervento 09A);  
- consolidamento delle volte in pietra in foglio applicando all'estradosso reti in fibra di vetro (intervento 09B).

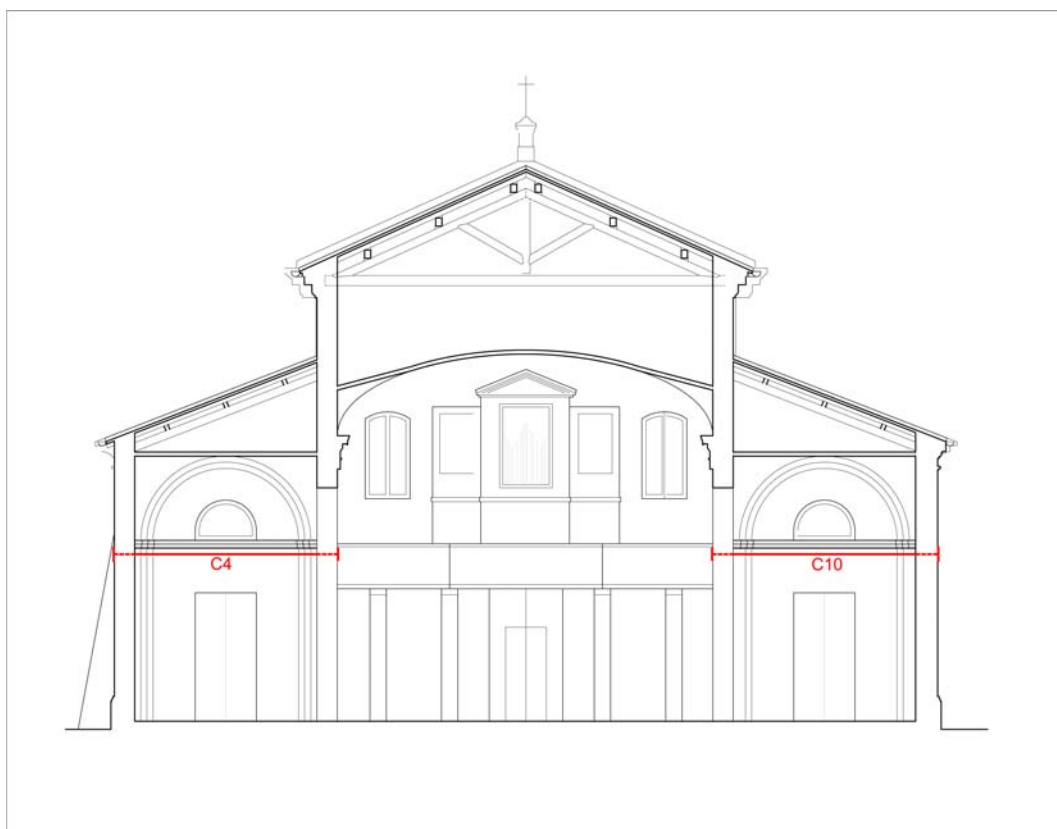
### Intervento 09A

Posa in opera di nuove catene trasversali in corrispondenza delle arcate delle navate laterali, costituite da barre in acciaio di tipo diwydag di diametro mm 28, ancorate alla muratura perimetrale esterna tramite piastre in acciaio e alla parete di separazione tra la navata centrale e le navate laterali tramite paletti capochiave in acciaio. Si tratta delle catene trasversali C1-C2-C3-C4 (sul lato destro) e delle catene C7-C8-C9-C10 (sul lato sinistro) (tav.2).

### Localizzazione intervento



*pianta con indicazione delle catene trasversali poste in corrispondenza degli archi di separazione tra cappelle*

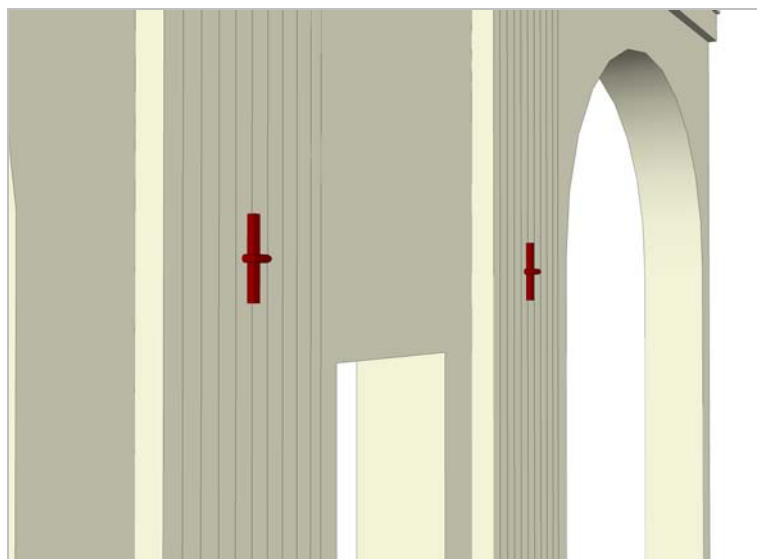


*sezione trasversale con indicazione delle catene trasversali poste in corrispondenza degli archi di separazione tra le cappelle*

### **Modalità esecutive**

L'intervento viene attuato secondo le seguenti modalità:

- formazione dei fori per le nuove catene;
- pulitura dei fori
- posa in opera di barre in acciaio tipo diwydag di diametro mm 28;
- posa in opera di piastre di ancoraggio in acciaio di dimensioni mm 350x350 mm e di spessore mm 30 (poste sulla parete perimetrale esterna);
- posa in opera di paletti capochiave in acciaio di sezione mm 30x30 e di lunghezza mm 300 (posti sulla parete di separazione tra la navata centrale e le navate laterali);
- connessione delle barre diwydag alle piastre di ancoraggio tramite bulzoni, bullonature o saldatura;
- tesatura delle barre in acciaio.



*simulazione tridimensionale della posizione dei paletti capo chiave in corrispondenza delle lesene verso l'aula*



*prima lesena di sinistra  
come si presenta allo stato attuale*

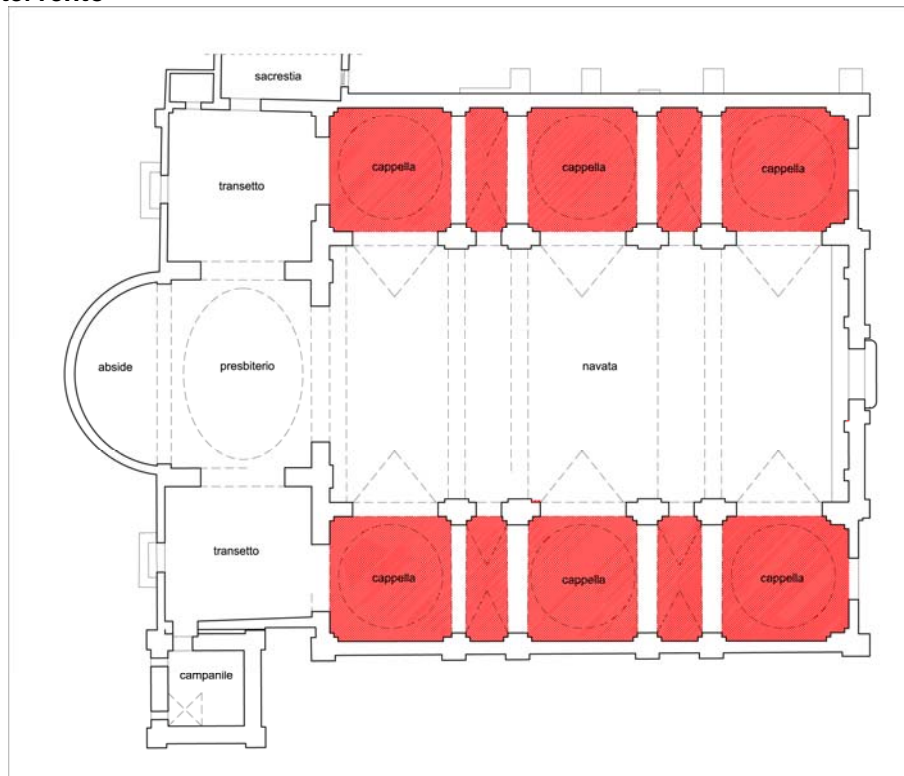


*fotomontaggio con inserimento del paletto  
capochiave per l'ancoraggio delle nuove catene  
trasversali poste nelle navate laterali*

### **intervento 09B**

Consolidamento delle volte in pietra in foglio che caratterizzano le navate laterali (volte a vela sulle sei cappelle, volte a botte con lunette nei quattro interspazi tra le cappelle), applicando all'estradosso reti in fibra di vetro (tav.3).

### **Localizzazione intervento**



*pianta con indicazione delle volte in pietra in foglio delle navate laterali,  
oggetto di intervento di consolidamento all'estradosso*

### **Modalità esecutive**

L'intervento di consolidamento delle volte in mattoni prevede le seguenti modalità esecutive:

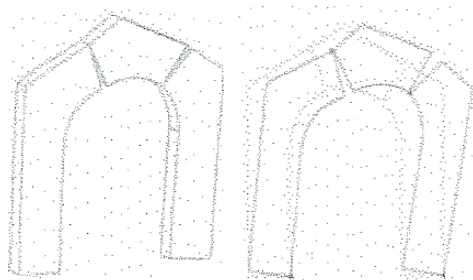
- accurata pulizia del supporto (estradosso delle volte);
- applicazione di tessuto in fibra di vetro alcali-resistente di tipo bidirezionale per il rinforzo strutturale;
- stesura di adesivo epossidico di saturazione;
- rimozione di eventuali parti eccedenti di resina



## 13 – Archi trionfali

### Danno

- lesioni nell'arco trionfale, in chiave (foto 8).



### Indicatori di vulnerabilità

- presenza di copertura pesante: copertura con struttura in legno e pianellato in laterizio.

### Presidi antisismici presenti prima del sisma

- pareti di contrasto efficaci : altri corpi di fabbrica addossati all'edificio all'altezza dell'arco e del corpo dell'abside.

### Presidi antisismici assenti

- presenza di una catena in posizione efficace.

### Interventi di riparazione proposti

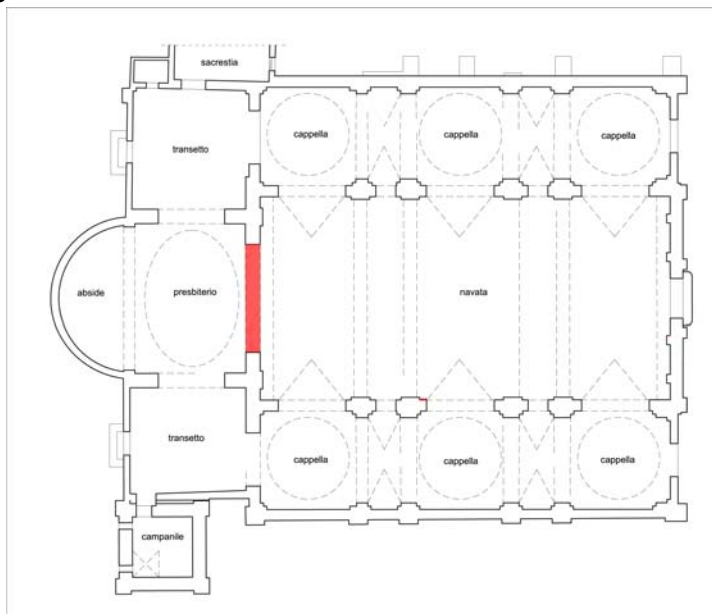
Gli interventi proposti per migliorare la risposta dell'arco trionfale sono i seguenti:

- riparazione delle lesioni mediante l'inserimento di cunei in ferro e chiusura delle fessure con malta di calce (intervento 13A);

### Intervento 13A

Riparazione delle lesioni che interessano l'arco trionfale (in particolare in chiave) mediante l'inserimento di cunei in ferro e chiusura delle fessure con malta di calce, previa messa in opera di opportune centinature provvisorie (tav.3).

### Localizzazione intervento



*pianta con indicazione dell'arco trionfale lesionato in cui si prevede un intervento di consolidamento con inserimento di cunei e malta*

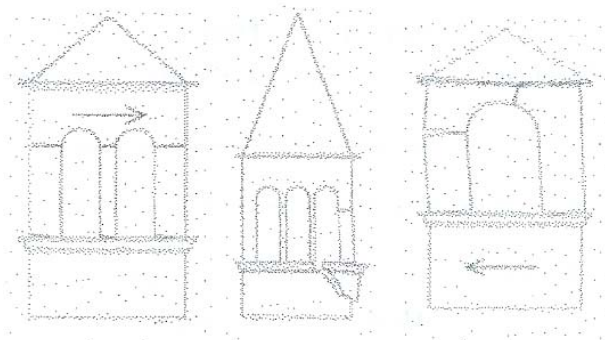
### Modalità esecutiva

- inserimento di cunei di ferro nelle lesioni, previa posa in opera di opportuni puntellamenti;
- chiusura delle fessure con malta di calce fortemente adesiva fino a rifiuto;
- scarnitura e pulitura delle lesioni.

## **28 – Cella campanaria**

### **Danno**

- lesione negli archi delle bifore (**foto 12**);
- rotazione e scorrimento dei piedritti (**foto 11**).



### **Indicatori di vulnerabilità**

- la cella campanaria ha pareti in muratura di limitato spessore traforate da bifore su tutti i lati.



*foto 13 – cella campanaria, lato ovest: in evidenza le lesioni in corrispondenza degli archi e della finestra circolare*

### **Presidi antisismici presenti prima del sisma**

- archi di luce ridotta: circa un metro.

### **Presidi antisismici assenti prima del sisma**

- assenza di catene;
- assenza di cerchiature.

### **Interventi di riparazione proposti**

Per contrastare le spinte orizzontali si prevedono i seguenti interventi:

- realizzazione di cerchiature interne a più livelli con profilati metallici ancorati alla muratura (intervento 28A);
- riparazione delle lesioni mediante l'inserimento di cunei in ferro e chiusura delle fessure con malta di calce , previo puntellamento provvisorio (intervento 28B);
- posa in opera di piatti metallici a rinforzo delle forature della cella campanaria (intervento 28C);
- riparazione della muratura in corrispondenza delle lesioni, tramite il metodo del "cuci-scuci" al fine di eliminare la discontinuità e ridare uniformità alla muratura (intervento 28D);
- posa in opera di quattro catene sui quattro lati della cella campanaria, all'imposta degli archi delle bifore (intervento 28E).

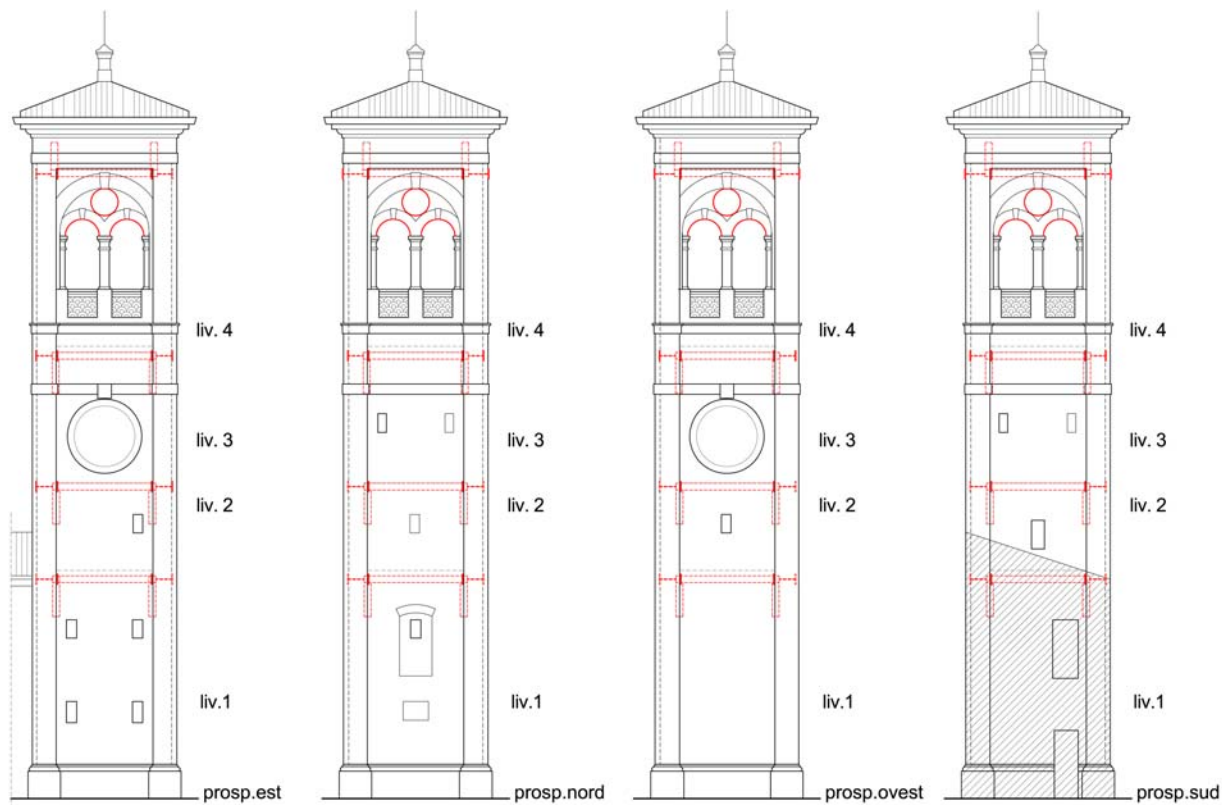
### **Intervento 28A**

Per consolidare la cella campanaria e contrastare le spinte orizzontali, si prevede un intervento di cerchiatura interna che coinvolge l'intera torre a partire da circa 5 metri dallo spiccatò.

In corrispondenza degli impalcati, che attualmente ripartiscono la torre in quattro vani distinti (tre solai in travi varesi e laterizio lungo il fusto; un solaio in legno a sovrastare la cella campanaria), si mettono in opera quattro cerchiature realizzate con profilati in acciaio a "L"; tali cerchiature sono saldate a spezzoni di "L" posti in verticale come cantonali; altri quattro cantonali spiccano dalla quota di pavimento in corrispondenza dei vani 2, 3 e 4; mentre scendono dal soffitto in legno in corrispondenza della cella campanaria. Tutti i profilati sono fissati alle murature perimetrali interne con tasselli.

Ogni livello di cerchiatura è inoltre ancorato all'esterno della muratura mediante otto barre passanti di tipo diwydag di diametro mm 20 saldate alla cerchiatura in corrispondenza dei cantonali e ancorate all'esterno con paletti capochiave a sezione quadrata di dimensioni mm 30x30x300 (per maggiore chiarezza si rimanda alla tavola 4).

### **Localizzazione intervento**

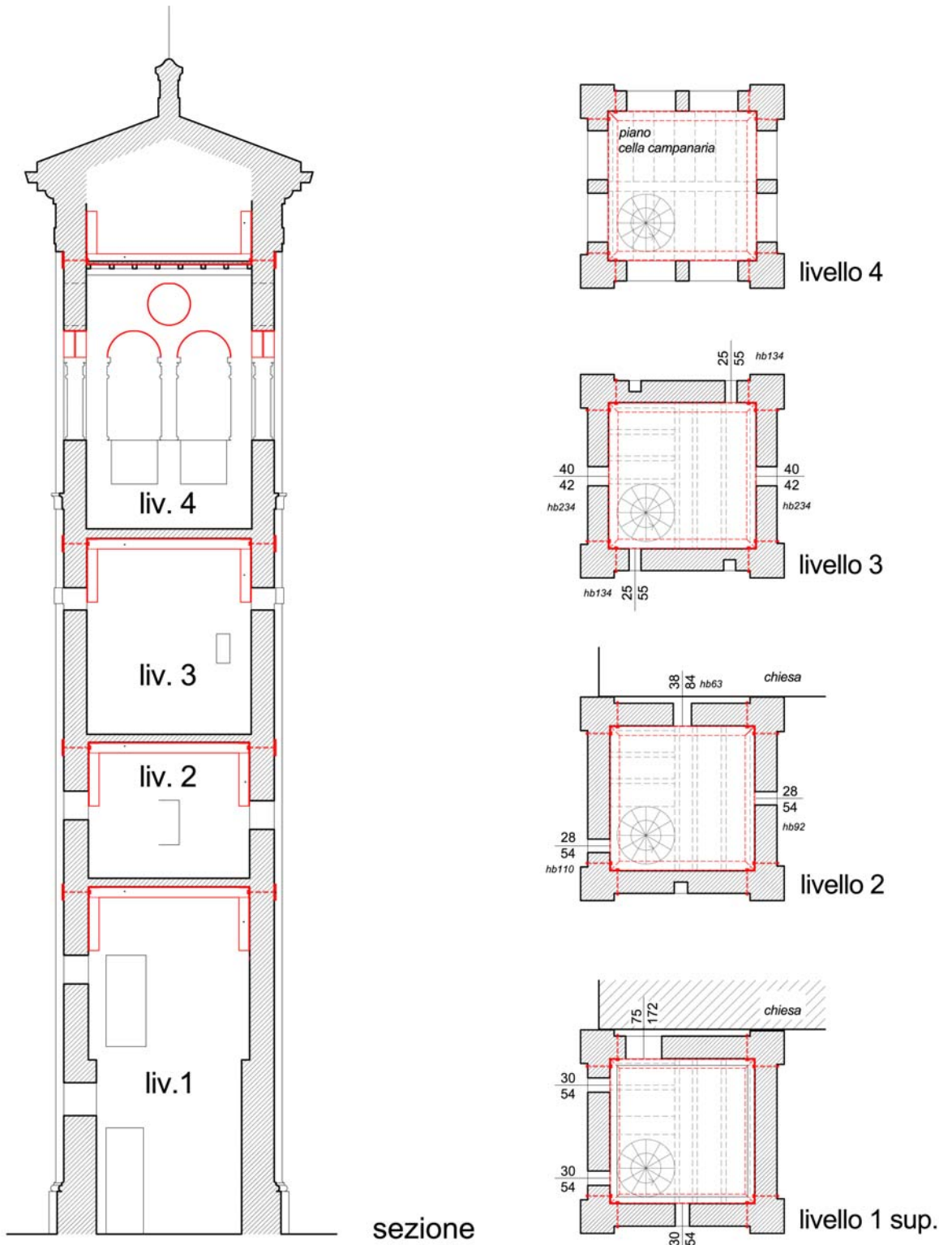


*prospetti della torre campanaria con indicazione del "telaio" metallico interno composto da cerchiature a più livelli e "spezzoni" di cantonali ad "L"*

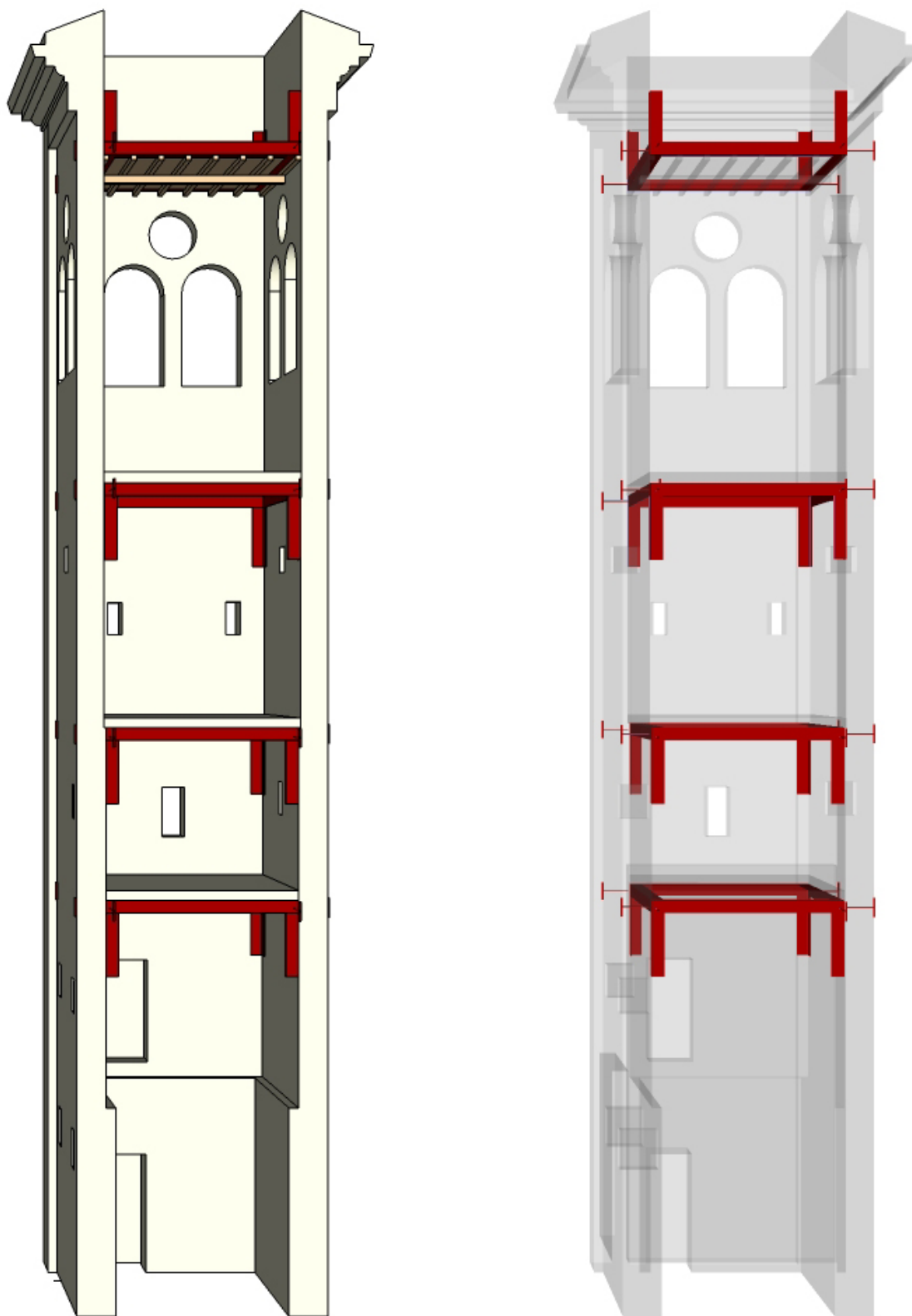
### **Modalità esecutiva**

L'intervento viene attuato secondo le seguenti modalità:

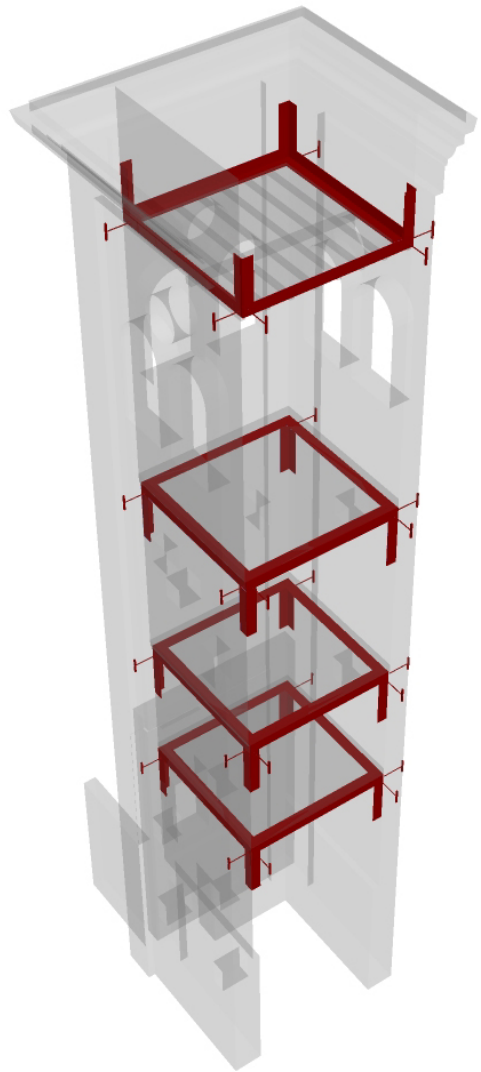
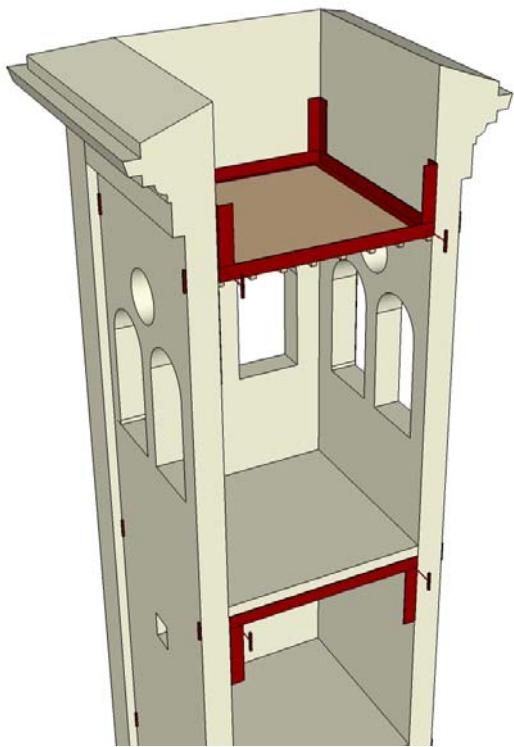
- realizzazione dei fori in corrispondenza dei punti di fissaggio dei cantonali e delle cerchiature ad "L" alla muratura perimetrale interna del campanile (passo circa cm 50);
- pulizia e lavaggio delle parti messe a nudo;
- posa in opera di quattro cerchiature interne costituite da "L" di sezione mm 200x200x15, saldate ai relativi cantonali, come da elaborato grafico (tav.4);
- posa in opera di spezzoni di cantonali a "L" di sezione mm 200x200x15 nelle posizioni e secondo le lunghezze previste da progetto;
- realizzazione dei fori nella muratura d'angolo per l'ancoraggio delle barre diwydag di diametro mm 20 passanti ai quattro livelli degli impalcati;
- pulizia e lavaggio delle parti messe a nudo;
- posa di barre filettate in acciaio di tipo diwydag con diametro mm 20 passanti attraverso la muratura ed imbullonate ai cantonali interni;
- connessione delle barre filettate alle piastre di ancoraggio tramite paletti capochiave a sezione quadrata di sezione mm 30x30 di lunghezza mm 300.



*piante e sezioni della torre campanaria con indicazione dei profilati metallici ad "L" e delle barre di ancoraggio passanti nella muratura, ancorate all'esterno con paletti capochiave lasciati a vista*



*viste tridimensionali degli interventi di carpenteria metallica previsti all'interno del campanile*

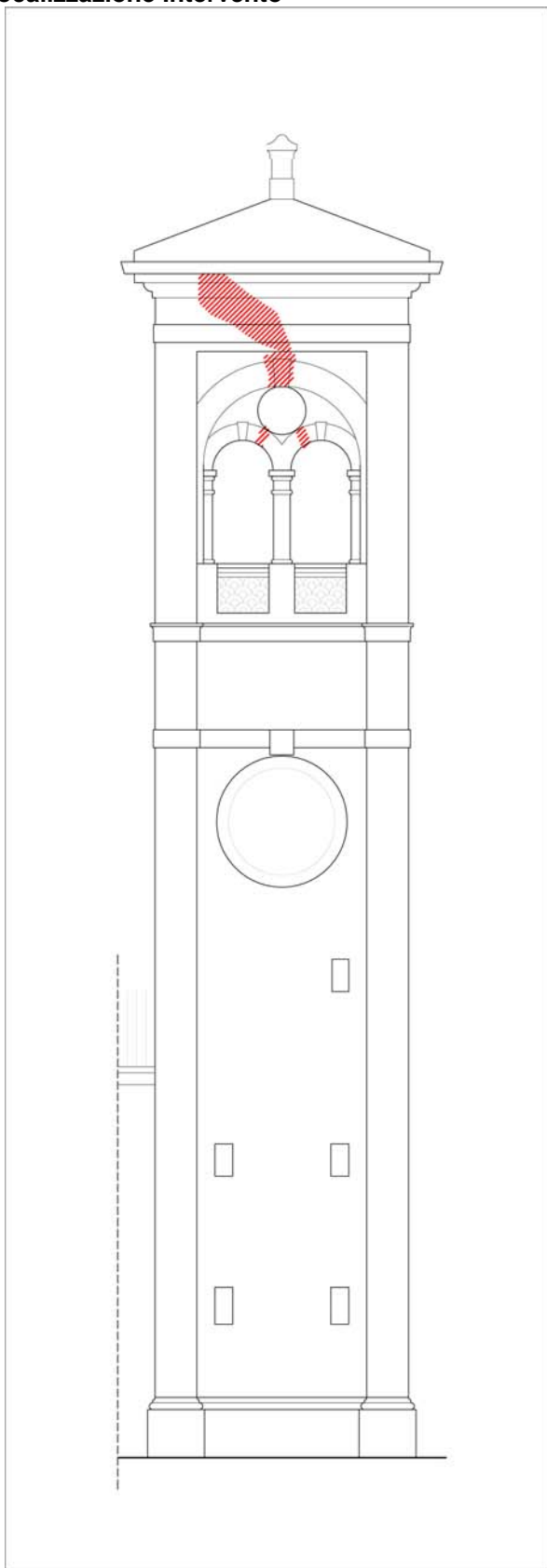


*viste tridimensionali degli interventi di carpenteria metallica previsti all'interno del campanile*

### **Intervento 28B**

Riparazione di lesioni (in particolare in corrispondenza delle bifore e dei fori) mediante l'inserimento di cunei di ferro e chiusura delle fessure con malta di calce, previa posa di opportuna centinatura provvisoria (tav.3).

#### **Localizzazione Intervento**



#### **Modalità esecutive**

L'intervento viene attuato secondo le seguenti modalità:

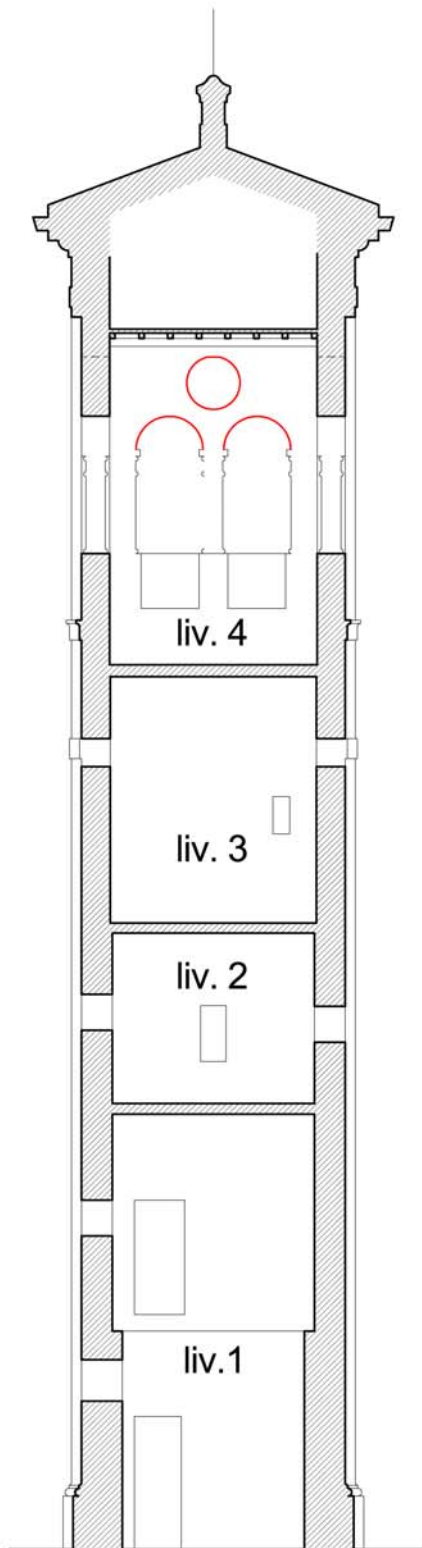
- inserimento di cunei di ferro nelle lesioni previa posa di opportune sbadacchiature;
- chiusura delle fessure con malta di calce fortemente adesiva fino a rifiuto;
- scarnitura e pulitura delle lesioni.

*prospetto est: nelle zone lesionate in corrispondenza della cella campanaria, si interviene con messa in opera di cunei in ferro e malta*

### **Intervento 28C**

Tassellatura, all'intradosso degli archi delle bifore e delle forature della cella campanaria, di coppie di piatti di acciaio calandrati di altezza mm 200 e spessore mm 10, per ripristinare la funzione statica degli archi (tav.4).

#### **Localizzazione Intervento**



#### **Modalità esecutive**

L'intervento viene attuato secondo le seguenti modalità:

- posa di due piatti in acciaio calandrati di altezza mm 200 e spessore mm 10 fissati all'intradosso degli archi delle bifore, sui due spigoli esterni, tramite tasselli, inseriti in perfori precedentemente realizzati nella muratura e successivamente riempiti con malte o resine epossidiche (l'interasse tra i tasselli è pari a circa 50 cm).

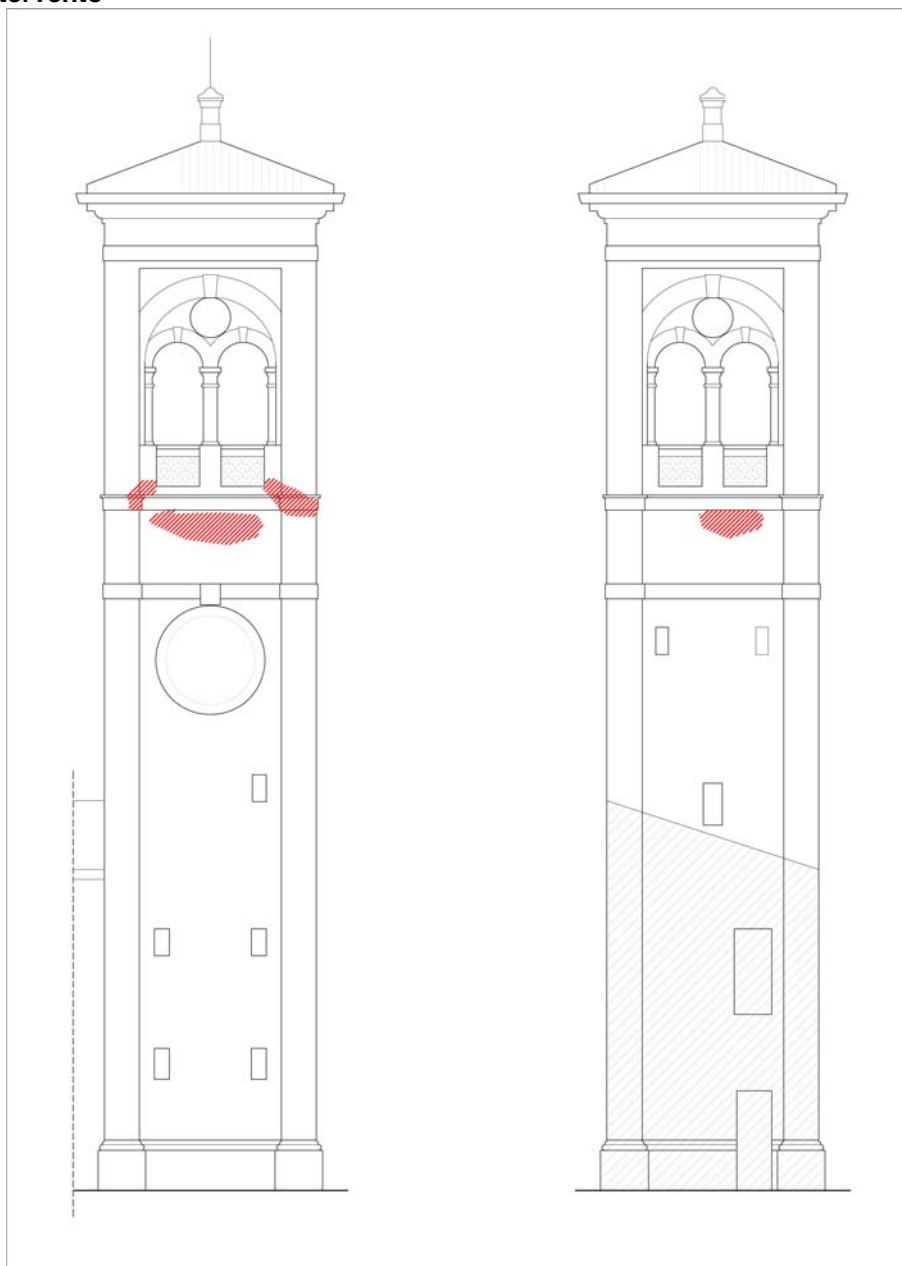
*sezione del campanile con indicazione dei piatti metallici calandrati da mettere in opera in corrispondenza delle forature della cella campanaria*



### **Intervento 28D**

Riparazione della muratura in corrispondenza delle lesioni, tramite il metodo del “cuci-scuci” al fine di eliminare la discontinuità e ridare uniformità alla muratura (tav.3).

#### **Localizzazione intervento**



*prospetti est e sud con indicazione delle aree in cui si prevede un intervento di “cuci-scuci”*

#### **Modalità esecutiva**

L'intervento viene attuato secondo le seguenti modalità:

- ampliamento della lesione muraria, attraverso la demolizione dei lembi di stacco;
- pulizia ed il lavaggio delle parti messe a nudo;
- ricostituzione della continuità muraria previa la formazione dei necessari ammorsamenti con materiale idoneo ed omogeneo al preesistente, posto in opera a forza negli ammorsamenti e sulla superficie superiore di contatto e legato con malta idonea;
- stuccatura e pulitura delle connesure.