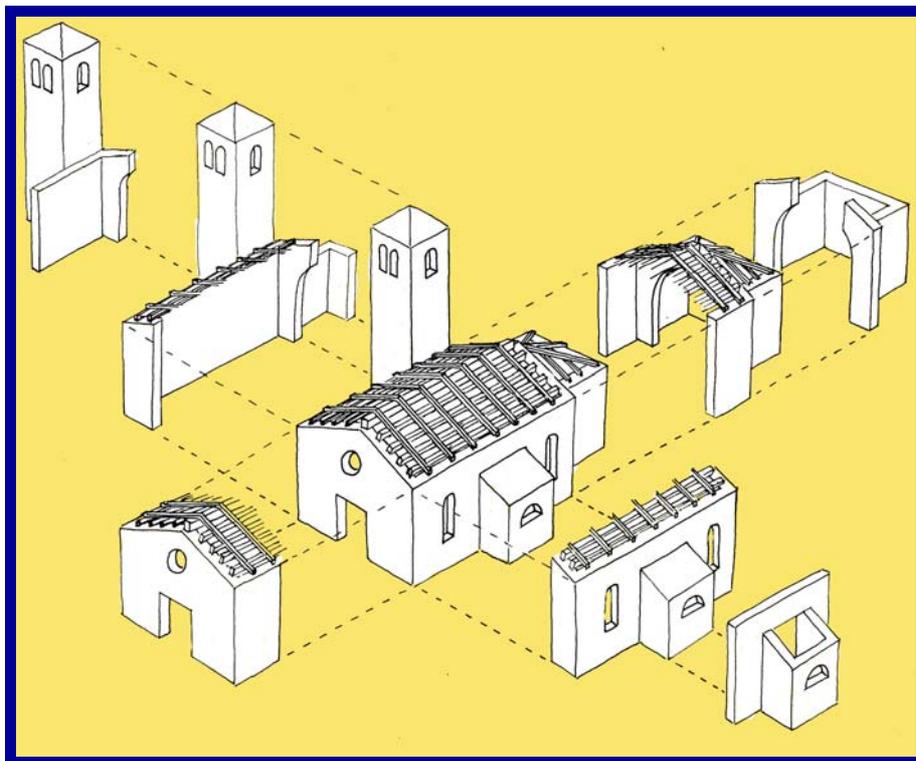




**ISTRUZIONI TECNICHE
PER L'INTERPRETAZIONE ED IL RILIEVO PER MACROELEMENTI
DEL DANNO E DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DELLE CHIESE**



GIUGNO 2003



ARX S.C.R.L. – VENZONE (UD)

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

ISTRUZIONI TECNICHE PER L'INTERPRETAZIONE ED IL RILIEVO PER MACROELEMENTI DEL DANNO E DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DELLE CHIESE

Regione Toscana
AREA Servizio Sismico Regionale
Dirigente Responsabile

arch. Maurizio Ferrini

Realizzazione:

COOP. ARX - VENZONE (UD)

ing. Alberto Moretti
arch. Floriana Marino
arch. Gianluca Canofeni
arch. Giorgia Carlig
ing. Marzia Ianich

Collaborazione:

arch. Mario Deganutti

Elaborazioni grafiche:

arch. Vittorio Fadi

Il presente lavoro è stato redatto utilizzando la documentazione fotografica conservata presso il Centro di Documentazione su Terremoto e Beni Culturali del Comune di Venzone (UD)

INDICE

1. IL COMPORTAMENTO SISMICO DELLE CHIESE	5
1.1 Analisi tipologico-strutturale	7
1.1.a Caratteri formali e costruttivi delle chiese	7
Configurazione geometrico-spaziale (tipologia) e concezione strutturale	7
Caratteristiche fisico-meccaniche	9
1.1.b Fattori condizionanti il comportamento sismico	11
Storia del manufatto (fasi costruttive e trasformazioni).....	11
Patologie strutturali	12
Degrado strutturale e condizioni manutentive.....	15
1.2 Caratteristiche del danneggiamento sismico.....	17
1.2.a Modi di collasso delle strutture in muratura	17
1.2.b Analisi del danneggiamento pregresso	19
1.2.c Meccanismi di collasso – Riconoscimento dei meccanismi attivati e quelli attesi	20
2. ANALISI DELLA VULNERABILITA' SISMICA	23
2.1 Concetto di macroelemento.....	24
2.2 Forme di vulnerabilità specifiche per le chiese	26
2.3 Meccanismi di danno per le chiese.....	59
ALLEGATO – Legenda per la redazione degli elaborati grafici relativi agli interventi di miglioramento sismico delle chiese.....	147

1. IL COMPORTAMENTO SISMICO DELLE CHIESE

L'esigenza primaria che si pone nell'affrontare il problema della protezione sismica delle chiese è quello della conservazione, affinché le caratteristiche storiche del monumento siano consapevolmente rispettate.

Fin troppo spesso accade che l'obiettivo della "sicurezza" viene anteposto a quello della "conservazione" con risultati controproducenti; si realizzano interventi stravolgenti l'identità del bene con tecniche che, senza alcun riferimento a quelle storiche originali, si rivelano incompatibili e inefficaci finendo per disattendere anche l'obiettivo della sicurezza che si intende perseguire.

Già nel lontano 1945 Gustavo Giovannoni, proponendo il concetto di "restauro scientifico", aveva ben presente tale problematica: «... Il concetto di limitare i lavori di rinforzo al minimo necessario porta ad utilizzare gli *"schemi di risorsa"* formati nella statica dell'edificio senza alterarli; trattasi di stati di equilibrio con cui la fabbrica si è spontaneamente difesa, ma che durano da secoli per il contrasto e la solidarietà delle strutture murarie; il turbarli e l'avviare un diverso sistema di azioni porta talvolta alla necessità di rifare tutto»¹.

Il problema è dunque quello di non perseguire un unico obiettivo, la "sicurezza" piuttosto che la "conservazione" o viceversa, ma è invece necessario coniugare i due aspetti.

In tal senso il problema della protezione

sismica si pone come un particolare problema di restauro, il "restauro antisismico" appunto, e ne deve seguire le metodologie tipiche. Il primo passo è quello di analizzare e conoscere l'oggetto dell'azione di tutela e da tale conoscenza deve scaturire l'indicazione di come conservare con sicurezza. E' necessario tendere ad un intervento "minimo", sia dal punto di vista dell'impatto sul monumento sia sotto il profilo economico, che riduca la vulnerabilità nel rispetto delle caratteristiche del monumento.

I due capitoli che seguono, proprio prendendo spunto dalla necessità della conoscenza, descrivono sia gli aspetti oggetto di osservazione attraverso i quali è possibile trarre indicazioni sulla vulnerabilità sismica delle chiese, sia il tipo di approccio diagnostico e critico necessario per comprendere e rappresentare il danno sismico, per ipotizzare le possibili evoluzioni dei danni presenti e ipotizzarne altri futuri che potrebbero attivarsi a fronte di successivi eventi.

1.1 Analisi tipologico-strutturale

La stima della vulnerabilità sismica delle chiese non può prescindere dalla comprensione del comportamento atteso in caso di sisma; tale comprensione è direttamente legata alla capacità di lettura delle caratteristiche tipologico-strutturali.

Il significato attribuito a questo termine è piuttosto ampio e comprende tutti gli aspetti, di seguito descritti, che concorrono a condizionare la risposta sismica della fabbrica.

E' da notare come alcuni di questi aspetti sono legati a "tipicità" riscontrabili nelle chiese, quali ad esempio la tipologia, la concezione spaziale o i materiali e le tecniche costruttive; altri aspetti, invece, sottolineano "specificità" proprie della singola chiesa e fanno riferimento alle vicende costruttive, ai terremoti subiti nel passato, al degrado strutturale.

1.1.a Caratteri formali e costruttivi delle chiese

Configurazione geometrico-spaziale (tipologia) e concezione strutturale

In una classe di edifici quali le chiese l'aspetto tipologico-formale riveste una notevole importanza; il valore simbolico stesso dell'edificio fa sì che alcune caratteristiche morfologiche siano invariante, a meno del fattore dimensionale.

Appare evidente, ai fini della comprensione del comportamento sismico, l'utilità di analizzare la tipologia delle chiese se si pensa quanto sia stretta la connessione tra essa e la struttura statica in edifici a struttura muraria; la tipologia architettonica, sviluppatasi nel corso di secoli, è un tutt'uno con la configurazione statico-strutturale.

Proprio la ripetuta osservazione di chiese colpite da eventi sismici e con stati di danneggiamento rilevanti ha mostrato, pur nelle specificità di ciascun caso, delle similitudini di comportamento all'interno delle classi tipologiche (chiese ad aula unica, a tre o più navate, ecc.).

Si analizzano ora alcune caratteristiche strutturali tipiche delle chiese che risultano significative ai fini della vulnerabilità.

In primo luogo risulta fondamentale la distribuzione degli elementi sismoresistenti.

La definizione dello spazio è ottenuta con pannelli murari di grande estensione, sia longitudinalmente sia in altezza, che generalmente presentano carenza di collegamenti trasversali. Questi sono costituiti solo dalla parete di facciata, di fondo e, quando è presente, dall'arco trionfale; le distanze reciproche a cui sono posti questi elementi, però, rendono quasi influente l'azione di trattenimento che dovrebbero svolgere.

In generale è possibile affermare che, rispetto all'edilizia ordinaria, si ha

un'incidenza di elementi di collegamento molto ridotta; si è cioè lontani dal cosiddetto "comportamento scatolare" che risulta determinante ai fini della sopravvivenza dell'edificio durante il sisma.

Si ricorda che per "comportamento scatolare" d'insieme si intende la capacità di un edificio di resistere efficacemente alle azioni sismiche in virtù di murature di buona qualità, ortogonali fra loro e poste a distanze limitate, e collegate nelle intersezioni con ammorsature efficaci; risulta fondamentale anche la presenza di solai intermedi e copertura rigidi nel loro piano e ben collegati alle murature verticali.

La tendenza al comportamento "per parti" assume dunque una particolare rilevanza nelle chiese in cui gli elementi (facciata,



1

timpano, pareti laterali, ecc.) oltre che compositivamente sono riconoscibili come autonomi anche strutturalmente.



2

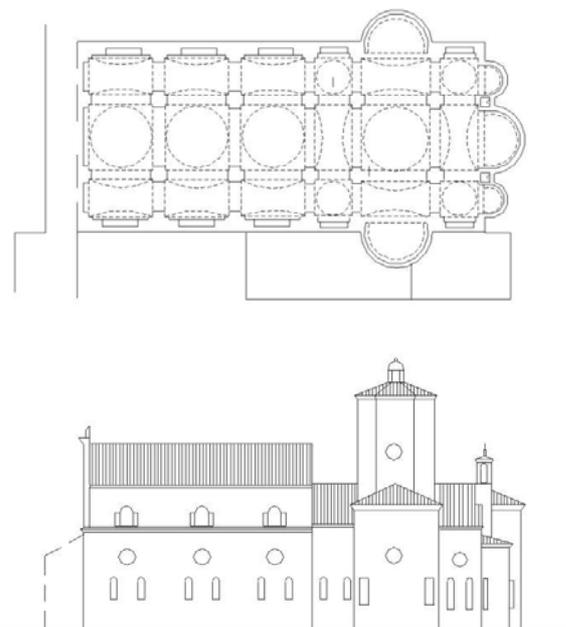
Ne consegue una spiccata debolezza delle chiese nei confronti delle azioni fuori piano che tendono ad innescare rotazioni dei pannelli murari.

Con particolare riferimento alla geometria delle masse, tra gli elementi positivi che migliorano il comportamento sismico di un edificio in muratura vi è senz'altro la planimetria regolare. Nelle chiese, invece, sono quasi la norma i casi di edifici con irregolarità planimetriche che associano ad un impianto originario quasi sempre simmetrico una serie di parti aggiunte con semplice giustapposizione (cappelle, sagrestia, canonica, ecc.). Queste situazioni generano amplificazioni delle sollecitazioni, martellamenti ed effetti torsionali che innalzano il livello di vulnerabilità generale.

Anche in relazione alla distribuzione delle

masse in altezza si riconosce un'elevata vulnerabilità dovuta a parti del fabbricato considerevolmente più alte rispetto alle altre (cupole, campanili, parti svettanti, ecc.); queste, in presenza di azioni sismiche, oscillano liberamente e producono in corrispondenza del confine fra pieno e vuoto lesioni importanti; nel contempo i corpi bassi contigui subiscono azioni di martellamento. Inoltre possono sorgere problemi fondali, a causa di pressioni non uniformi sul terreno, che danno luogo a cedimenti differenziali, più evidenti su suoli compressibili.

Un ulteriore fattore di vulnerabilità tipico delle chiese è costituito dalla presenza di elementi di copertura, anche con volte, di grandi dimensioni e conseguentemente di notevole pesantezza. Tale circostanza aggrava la situazione, descritta in precedenza, delle grandi pareti murarie che oltre ad essere scarsamente trattenute sono



anche gravate dalla spinta loro trasmessa dalla copertura. In presenza di volte è da tener presente anche l'effetto negativo della spinta orizzontale agente nella zona alta della parete.

Caratteristiche fisico-meccaniche

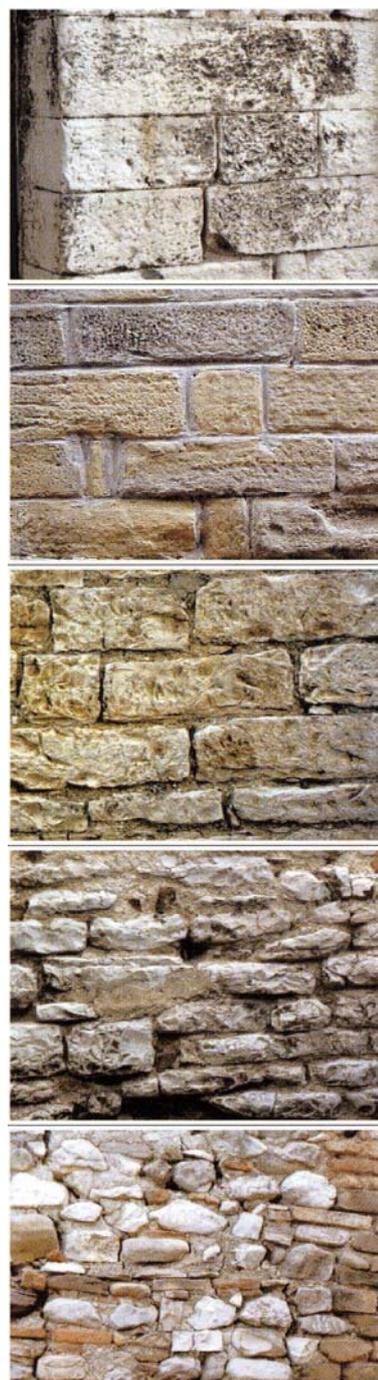
Le caratteristiche fisico-meccaniche sono determinate dalla scelta dei materiali e dall'utilizzo di tecniche costruttive peculiari. E' da notare che negli edifici monumentali si riscontrano, in genere, materiali e tecniche di realizzazione di migliore qualità rispetto all'edilizia ordinaria. Nel tempo, in relazione allo stato di conservazione, si possono rilevare variazioni sensibili dovute al decadimento della qualità dei materiali.

Significativa ai fini della valutazione del comportamento sismico è la composizione dell'apparecchio murario. Le maggiori capacità di sopravvivenza dell'edificio sono legate alla capacità della parete di resistere alle azioni di taglio ma, soprattutto, di mantenere la monoliticità (comportamento tipo "blocco rigido") anche in presenza di azioni che tendono a ribaltarla fuori del piano. Questa caratteristica dipende essenzialmente dal tipo di materiale e dalle tecniche esecutive.

Per ciò che concerne il materiale, affrontando il problema al negativo, possiamo osservare che fra i fattori che più di altri influiscono negativamente sulle caratteri-

stiche delle murature vi è senz'altro la piccola dimensione degli elementi lapidei. In tal caso, infatti, aumenta la quantità di malta (legante) rispetto al volume degli elementi (parte resistente) e ciò costituisce un elemento di debolezza. Altrettanto importante è la lavorazione dei blocchi: passando dai blocchi squadrati ai ciottoli di fiume il comportamento della parete scade in maniera evidente. Ciò è dovuto, principalmente, alla scarsa adesività dei ciottoli alla malta, per effetto della levigatura delle superfici. Infine, un problema che riguarda il materiale costituente le murature è l'eterogeneità dimensionale; elementi lapidei con grosse differenze non garantiscono un'efficace ingranamento fra le parti.

A livello di tecniche costruttive fra le più diffuse vi è senz'altro l'apparecchio cosiddetto "a sacco", costituito da due murature laterali con un nucleo interno riempito di materiali vari legati da malta. Il cattivo comportamento di questo tipo di muratura è dovuto alla frequente mancanza di "diatoni", cioè elementi disposti trasversalmente a legare le due facce, e alla scarsa qualità del nucleo interno quasi privo di legante. Questo tipo di muratura, in presenza di azioni sismiche, tende a disgregarsi comportandosi come costituita da due paramenti autonomi. Negli edifici di maggior pregio si riscontrano spesso murature in pietra squadrata con spessori ri-



3

levanti e letti di posa orizzontali e ben preparati; il comportamento sismico di queste pareti è buono con mantenimento della monoliticità anche in presenza di legante inefficace.

Una riflessione a parte merita il problema

delle malte. La coesione delle membrature e la stessa efficacia dell'apparecchio murario variano in funzione delle malte adoperate e del loro stato di conservazione. Molto spesso le malte più degradate si presentano polverose e senza più alcun potere coesivo; il problema è tanto più grave tanto più è scarsa la qualità della parete (elementi piccoli e non squadri). La cattiva qualità dei leganti e degli inerti influisce negativamente anche sulla durabilità della malta che risulta debole nei confronti degli agenti esterni (acque meteoriche).

Volendo riassumere le caratteristiche a cui deve tendere un muro realizzato "a regola d'arte" si possono elencare i seguenti punti:

- preponderanza di pietre di grandi dimensioni;
- accurata ammorsatura tra le pietre nel piano del muro ma soprattutto attraverso lo spessore;
- riempimento dei vuoti con pietre minute.

In un muro che presenti queste caratteristiche la malta gioca un ruolo inessenziale; la resistenza è realizzata dal sapiente incastro delle pietre. La resistenza della malta è chiamata in causa allorché l'apparecchio murario si discosta dalla regola dell'arte.

1.1.b Fattori condizionanti il comportamento sismico

Le caratteristiche del comportamento sismico, analizzate nel precedente paragrafo, che risultano comuni a classi di edifici con analoga concezione strutturale, possono essere influenzate da molteplici fattori. Tali fattori, che di seguito si analizzano, hanno l'effetto di condizionare il comportamento sismico della fabbrica e di indirizzarne il danneggiamento verso forme specifiche.

Storia del manufatto (fasi costruttive e trasformazioni)

Molto raramente gli edifici antichi presentano strutture caratterizzate da un'unica fase costruttiva; in genere le vicissitudini storiche hanno prodotto più fasi costruttive, protratte anche per secoli, e trasformazioni della struttura originaria.

Tale complesso di trasformazioni compiute nel tempo ha lasciato negli edifici un reticolo di eterogeneità costruttive, dovute al variare dei materiali e delle tecniche costruttive.

Dal punto di vista della continuità strutturale risulta rilevante l'imperfetto collegamento fra murature appartenenti ad epoche diverse leggibile, ad esempio, nelle angolate inglobate senza ammorsamento. Tali situazioni sono tipiche di murature che hanno subito accrescimenti nel tempo con semplice accostamento della nuova

muratura alla vecchia o con zone di ripresa muraria insufficiente.

Un'altra condizione potenzialmente negativa è quella dovuta all'apertura o chiusura di fori nella compagine muraria. Anche in questo caso il tamponamento di un foro è in genere realizzato semplicemente accostando la nuova muratura alla preesistente. In caso di sisma il pannello murario deformandosi nel piano causa lo scorrimento della muratura di tamponamento che, priva di ammorsamenti, si distacca con possibile espulsione.



4

In definitiva, le superfici di interfaccia fra murature con diverse caratteristiche e senza adeguato ammorsamento rappresentano delle linee preferenziali per la formazione delle lesioni.

Patologie strutturali

In questa categoria di fattori, condizionanti il comportamento sismico, rientra lo studio delle carenze strutturali proprie dell'edificio; le patologie principali, in quanto favorevoli al ribaltamento delle pareti, sono senza dubbio quelle riguardanti le connessioni e gli elementi spingenti. Significativi risultano anche le carenze nei presidi e gli interventi strutturali recenti che, se mal eseguiti, possono rivelarsi dannosi.

Nell'analisi di un edificio in muratura assume fondamentale importanza lo studio delle connessioni strutturali; ad esse infatti è direttamente legata, come accennato in precedenza, la possibilità di sopravvivenza al sisma.

Rispetto ad uno schema ideale di edificio, per il quale è possibile parlare di "comportamento scatolare", le caratteristiche, e quindi l'efficacia, delle connessioni (muro-muro, muro-copertura) determinano il reale comportamento e la resistenza dell'edificio nei confronti delle azioni sismiche.

Le connessioni muro-muro costituiscono nodi strutturali particolarmente delicati sot-

to il profilo del comportamento sismico. Si verificano condizioni diverse di aggregazione tra murature; tali condizioni discendono principalmente dalla storia del manufatto. La pericolosità della carenza di connessione è rappresentata dal fatto che in caso di sollecitazioni sismiche si può verificare uno scorrimento fra le due diverse parti con separazione delle stesse in prossimità dell'interfaccia di appoggio. In sostanza è come se l'edificio fosse suddiviso in parti che si comportano autonomamente. Sono inoltre possibili effetti di "martellamento" tra le due diverse murature con formazione di lesioni e crolli localizzati.



5

La connessione muro-copertura, che coinvolge la struttura del tetto (orditura principale e secondaria) e le murature d'ambito, quando non efficacemente realizzata produce, sotto l'azione sismica, spinte localiz-

zate che tendono ad allontanare le murature tra loro con sfilamento dagli appoggi e conseguenti crolli. Le caratteristiche tipologiche delle chiese, che mancano di murature di controvento e presentano pareti snelle e prive di solai intermedi, aggravano la pericolosità della connessione muro-copertura; una volta perso il legame di solidarizzazione alla sommità le murature opposte oscillano autonomamente fuori del piano.



6

Particolare attenzione deve essere posta alla presenza di elementi strutturali spingenti che trasmettono alle murature forze localizzate nelle zone alte, tali da favorire la rotazione verso l'esterno. Gli elementi capaci di determinare questi effetti sono le strutture della copertura (travi di colmo e puntoni) non efficacemente vincolati oppure gli archi e le volte prive di idonei sistemi di contenimento della spinta.

La stragrande maggioranza delle chiese che sorgono in zona sismica presentano elementi strutturali di presidio, quali tiranti metallici e contrafforti, che nel tempo sono



7

8



stati aggiunti alla struttura originaria. Tali elementi se ben posizionati e dimensionati dimostrano una notevole efficacia nei confronti delle azioni sismiche; in particolare i tiranti svolgono una doppia funzione: solidarizzazione di

parti all'interno dello stesso macroelemento e stabilizzazione reciproca fra macroelementi diversi. I contrafforti, invece, hanno la funzione di opporsi alle rotazioni fuori piano delle murature a cui sono addos-

sate. L'azione positiva dei presidi può essere vanificata se questi presentano caratteristiche carenti; i tiranti metallici, ad esempio, sono inefficaci per mancato tensionamento o inadeguati in presenza di sezione ridotta, capichiave sottostimati o errato posizionamento. I contrafforti possono rivelarsi inadeguati per errato dimensionamento o per forma o per insufficiente base di appoggio a terra.

Fra le patologie strutturali, un discorso a parte meritano gli interventi strutturali recenti; si tratta, in genere, di opere di consolidamento realizzate con tecniche eccessivamente invasive, sia in termini di materiali che di dimensioni. In molti casi si osservano murature interessate da crolli alla cui sommità era posizionato un cordolo in cemento armato di notevole entità.



9

Per le modalità di realizzazione tra cordolo e muratura si viene a formare una vera e propria discontinuità da costruzione che,

a fessurazione avvenuta, consente alla muratura stessa di traslare indipendentemente dal cordolo. Inoltre, il peso e la rigidità del cordolo inducono nella muratura sollecitazioni che possono produrre gravi lesioni a taglio.

Degrado strutturale e condizioni manutentive

Un'ulteriore categoria di fattori in grado di condizionare il comportamento sismico di un edificio è rappresentata dalle forme di degrado degli elementi strutturali e dalle condizioni manutentive degli elementi di protezione.

La prima categoria si riferisce agli effetti del tempo che riducono l'efficienza meccanica della struttura. In definitiva, anche in assenza di eventi perturbatori (danneggiamento dovuto a sisma, cedimenti fondali, ecc.), si assiste, per il solo trascorrere del tempo, all'insorgenza di problematiche che affliggono parti strutturali di fondamentale importanza. A titolo di esemplificazione si citano di seguito due esempi di degrado strutturale che si identificano come fattori capaci di condizionare il comportamento sismico dell'edificio. A proposito delle caratteristiche fisico-meccaniche delle murature si è accennato alla problematica che investe il degrado della malta. L'erosione dei giunti – dovuta ad un degrado causato da diversi fattori quali: qualità del legante, agenti atmosferici,



10

ci, presenza di acqua, mancata stilatura – può indurre una condizione di decoesione muraria con perdita di adesione tra malta di allettamento e supporti. Questo tipo di degrado strutturale può contribuire, inoltre, allo scorrimento dei supporti nella muratura condizionando i meccanismi di dissesto.

Analoghe problematiche legate al degrado possono investire gli elementi lignei facenti parte della copertura dell'edificio. In conseguenza a fattori di naturale invecchiamento, attacco biologico, presenza d'acqua, mancata manutenzione degli strati di tenuta, le strutture lignee delle capriate in corrispondenza dell'appoggio possono giungere, già in condizioni statiche, al limite della resistenza. L'incremento delle sollecitazioni dovute al sisma causa il collasso per perdita dell'appoggio; venendo a mancare la connessione muro-copertura non è più assoluta neanche la funzione di solidarizzazione

tra le murature. Un'ulteriore forma di degrado che investe le strutture di copertura è la deformazione della trave di colmo tale da indurre spinte localizzate nelle murature d'ambito e condizionare, in tal modo, il comportamento in fase sismica.



11

Per quanto riguarda le condizioni manutentive degli elementi di protezione, rivestono importanza, ai fini del condizionamento del comportamento sismico, quelle situazioni che possono causare o favorire la perdita di efficienza strutturale. In definitiva, quindi, si tratta di quelle carenze che hanno una funzione scatenante rispetto al degrado strutturale a cui si è appena accennato. I principali fattori negativi risultano la presenza di infiltrazioni di acqua meteorica dai manti di copertura, che vanno a deteriorare le strutture lignee, e la permeabilità all'acqua battente dei paramenti murari con conseguenti effetti di dilavamento delle malte.

L'obiettivo che si vuole perseguire è quello di comprendere le caratteristiche del danneggiamento sismico delle chiese al

fine di poter ipotizzare, in situazione precisa, quali potranno essere i meccanismi di collasso attivati da futuri eventi.

Attraverso le informazioni desunte dalle osservazioni descritte nel capitolo precedente e le considerazioni, che nel seguito saranno sviluppate, sul possibile innesco di fenomeni di danneggiamento, è possibile giungere al cosiddetto "progetto di danno", ossia la schematizzazione dei danni attesi, in relazione al quale si progetta l'intervento di consolidamento.

Il primo passo è dunque quello di analizzare le forme di danneggiamento tipiche che si osservano in edifici storici a tipologia specialistica quali le chiese.

1.2 Caratteristiche del danneggiamento sismico

L'obiettivo che si vuole perseguire è quello di comprendere le caratteristiche del danneggiamento sismico delle chiese al fine di poter ipotizzare, in situazione pre-sisma, quali potranno essere i meccanismi di collasso attivati da futuri eventi.

Attraverso le informazioni desunte dalle osservazioni descritte nel capitolo precedente e le considerazioni che, nel seguito saranno sviluppate, sul possibile innesco di fenomeni di danneggiamento, è possibile giungere al cosiddetto "progetto di danno", ossia la schematizzazione dei danni attesi, in relazione al quale si progetta l'intervento di consolidamento.

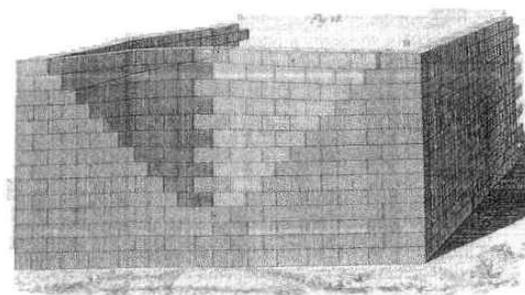
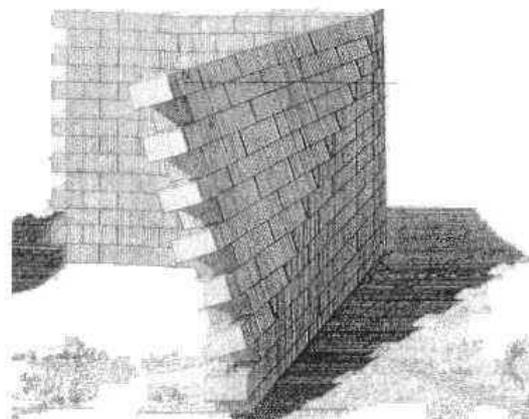
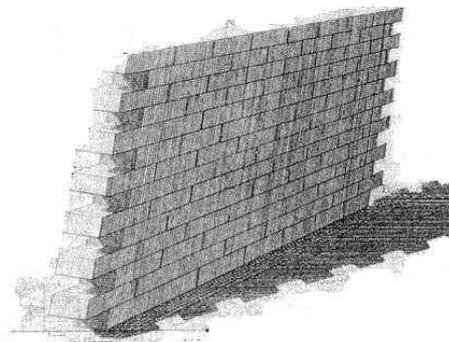
Il primo passo è dunque quello di analizzare le forme di danneggiamento tipiche che si osservano on edifici storici a tipologia specialistica quali le chiese.

1.2.a Modi di collasso delle strutture in muratura

In letteratura si distinguono comunemente due modi fondamentali di collasso di una parete in muratura sottoposta ad azione sismica.

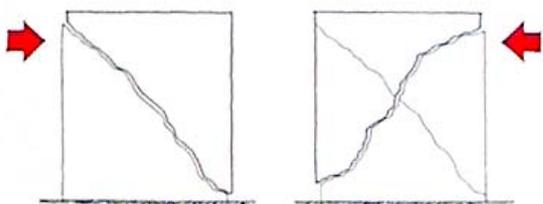
Il *primo modo* prevede il ribaltamento del muro fuori del proprio piano ed è dovuto alla componente dell'azione sismica ortogonale alla parete. Il collasso non dipende

dalla resistenza della muratura ma, unicamente, da questioni di equilibrio fortemente influenzate dalle condizioni di ammortatura e dalla presenza di elementi spingenti (coperture, volte). In mancanza di trattenimenti efficaci (catene, cordoli) il muro oppone una scarsa resistenza al ribaltamento che può avvenire anche in presenza di forze relativamente modeste.



Il *secondo modo* di collasso consiste nella rottura della muratura nel proprio piano

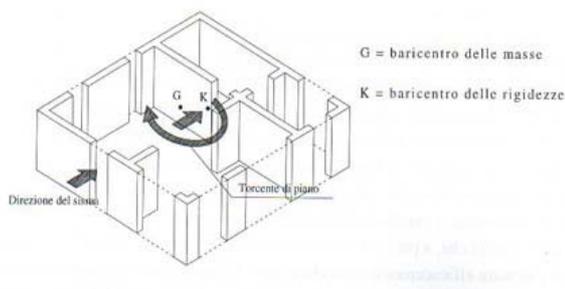
(rottura “a taglio”) dovuta alle azioni parallele al piano della parete. Questo meccanismo, dipendente direttamente dalla resistenza meccanica del muro, seppur frequente è raramente responsabile del collasso completo dell’edificio. La “duttilità” delle murature, infatti, consente alle porzioni murarie danneggiate a taglio di assolvere comunque alla loro funzione portante anche in presenza di estese lesioni prodotte da forze sismiche significative.



Da quanto detto emerge che le modalità di danneggiamento più pericolose, che portano frequentemente al collasso globale dell’edificio, sono dovute a meccanismi di ribaltamento delle pareti fuori piano (primo modo) in assenza di vincoli che contrastino le azioni orizzontali generate dal sisma. Tale tipo di collasso è accompagnato dalla perdita di appoggio delle travi dei solai o della copertura che porta ad un collasso globale dell’edificio. L’osservazione ripetuta dei danni subiti da chiese in occasione di terremoti del passato confermano con immediata evidenza quanto detto; si notano frequentemente distacchi di pareti, vistose rotazioni verso l’esterno e muri strapiombanti o crollati per perdita di stabilità.

A fronte di quanto fin qui detto va rilevato come la cultura dominante in ambito professionale faccia riferimento a modelli di calcolo, utilizzati anche per l’analisi del comportamento sismico di edifici in muratura storici, le cui ipotesi nulla hanno a che vedere con le reali condizioni degli edifici.

Ci si riferisce in particolare all’uso del metodo POR², imposto in passato anche dalla normativa per la verifica degli interventi di consolidamento. Va detto innanzitutto che il metodo tiene conto solo del meccanismo di rottura di *secondo modo* che, come detto, non è in genere quello responsabile della maggior parte dei collassi. Inoltre, gli assunti di base del metodo – perfetto “comportamento scatolare” della struttura muraria e comportamento elastoplastico del materiale – non sono riscontrabili nelle strutture murarie storiche; i risultati che si ottengono hanno un significato relativo, conducendo ad una quantificazione di carattere formale-amministrativo più che tecnico.



E’ interessante leggere il giudizio negativo che Antonino Giuffrè ha espresso a proposito del metodo POR: «...Nella moderna

muratura armata questo metodo di analisi può essere ragionevolmente adoperato, ma le murature antiche, di grosso spessore, hanno sempre dimostrato la loro maggiore debolezza per le azioni che le sollecitano ortogonalmente al loro piano. Il POR non esegue questa verifica. Il risultato è che le verifiche eseguite con quel modello di calcolo erano quasi sempre prive di senso...»³.

In definitiva si può affermare che operare utilizzando il metodo POR, o con metodi equivalenti, allontana il progettista dalla comprensione degli effettivi meccanismi resistenti dell'edificio che sta analizzando. E' dunque necessario procedere secondo schemi che tengano conto delle peculiarità della costruzione, nella quale i vari elementi tendono a comportarsi autonomamente. Come si è osservato la vulnerabilità sismica degli edifici storici è significativamente condizionata dalla tipologia e dalla qualità delle connessioni che hanno poco rilievo in fase statica ma divengono fondamentali in fase dinamica.

La metodologia di analisi, che a seguito di queste considerazioni appare la più efficace, è quella che a partire dallo studio dell'edificio individua i *meccanismi di collasso* attivati e attesi.

Prima di approfondire tale metodo è però indispensabile introdurre la problematica dell'analisi del danneggiamento pregresso che riveste un'importanza fondamentale

proprio ai fini del riconoscimento dei meccanismi in atto.

1.2.b Analisi del danneggiamento pregresso (lesioni e deformazioni)

Fase fondamentale del percorso che conduce alla definizione del danno atteso è l'analisi del quadro fessurativo e deformativo presente nell'edificio in condizioni precisissime; da esso è possibile trarre utili informazioni sul comportamento dinamico dell'edificio.

Andranno considerati sia gli effetti di dissesti statici, esauriti o in atto, sia i danni connessi a dissesti di origine dinamica causati da terremoti verificatisi in passato. Questa necessità nasce dalla considerazione che ogni danno esistente costituisce un allontanamento dall'efficienza strutturale e induce caratteri di vulnerabilità; pertanto anche i danni di origine statica dovranno essere analizzati e diagnosticati.

Il danneggiamento presenta in genere due tipi di manifestazioni visibili che occorre considerare per poter comprendere con completezza i fenomeni in atto: le *lesioni* e le *deformazioni* (intese come mutamenti dell'assetto geometrico).

Le lesioni si manifestano come perdite di continuità della struttura muraria con formazione di separazioni macroscopiche tra parti; possono anche rilevarsi decoesioni della muratura, corrugamenti e distacchi

di intonaco o, nei casi di maggior gravità, crolli di parti. Le lesioni vanno analizzate oltre che per il loro tracciato anche in termini di ampiezza e caratterizzazione; l'entità e il verso di spostamento relativo dei due cigli in diversi punti della lesione sono elementi indispensabili per comprendere appieno il fenomeno di dissesto in atto.

Analoga attenzione deve essere posta nell'analisi delle deformazioni che devono descrivere le modificazioni della geometria strutturale dell'edificio. Le difficoltà risiedono nella minore evidenza, rispetto alle lesioni, che alcune volte presentano le deformazioni tanto da non essere facilmente visibili (si pensi alle deformazioni plastiche nel piano della muratura). Inoltre, molto spesso, non si dispone di rilievi precisi precedenti al danno tramite i quali stimare il differenziale di spostamento.

A livello pratico è utile che tutte le informazioni desunte dall'analisi del quadro fessurativo e deformativo confluiscono in elaborati di rilievo, sia d'insieme che di dettaglio, in maniera che sia possibile valutare esaustivamente tutti i dati rilevati nella fabbrica.

1.2.c Meccanismi di collasso - Riconoscimento dei meccanismi attivati e di quelli attesi

La corretta interpretazione dei dati rilevati dall'analisi del danneggiamento pregresso, secondo quanto descritto al paragrafo precedente, conduce alla possibilità di riconoscere gli eventuali *meccanismi di collasso* già attivati nella fabbrica.

In questo paragrafo verrà introdotto il concetto di meccanismo e se ne illustrerà in linea generale l'utilizzo nella descrizione e schematizzazione del processo di danneggiamento.

Con il termine *meccanismo* si intende il modello di rappresentazione cinematica con cui si interpreta e si descrive il comportamento al sisma di una parte strutturale unitaria e il danno conseguente.

Al meccanismo è affidato sia il ruolo di interpretazione dinamico-meccanica del

ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO				
M1.1 Rotazione fuori piano della facciata con formazione di cerniera cilindrica alla base	M1.2 Rotazione fuori piano della facciata con formazione di cerniera cilindrica orizzontale nella fascia bassa	M1.3 Rotazione fuori piano della facciata con formazione di cerniera cilindrica obliqua nella fascia alta	M1.4 Rotazione fuori piano del tampono con formazione di cerniera cilindrica orizzontale	
M.1 FACCIATA				
	M1.5 Articolazione della parte sommitale della facciata con formazione di cerniera cilindrica obliqua	M1.5.a Rottura a taglio della facciata	M1.5.b Rottura a taglio della facciata	
	M1.5.d Rottura a taglio della facciata a salienti nelle fasce laterali	M1.7 Espulsione dell'arco-gola	M1.8 Separazione della facciata in base	M1.9 Interazione tra cornicione e facciata

danno accaduto che di previsione del danno ulteriore, in quanto il comportamento futuro è ipotizzabile come progressione del meccanismo già attivato con il relativo danno atteso. I meccanismi di danno innescati dalle azioni sismiche ed associati a determinate carenze strutturali tendono a riproporsi in occasione di altri eventi sismici con le stesse modalità e con maggior ampiezza.

E' interessante osservare che questo concetto di ripetitività dei meccanismi di collasso era stato evidentemente compreso dalle maestranze che nel passato procedevano al consolidamento delle murature. Le tecniche antisismiche pre-moderne, supportate dall'esperienza e dall'intuito, proponevano soluzioni basate sull'idea di contrastare l'evoluzione dei meccanismi già attivati; i risultati in molti casi si sono dimostrati particolarmente affidabili.

A seconda delle modalità di collasso i meccanismi possono presentarsi come unidirezionali, cioè una volta attivati tendono a indurre spostamenti progressivi che si sommano a quelli precedenti (è il caso del ribaltamento fuori piano di una facciata), oppure bidirezionali, come ad esempio quelli indotti da sollecitazioni a taglio alternate nelle due direzioni nel piano di una parete. Questi ultimi tendono a produrre spostamenti di entità minore.

Va osservato che il concetto stesso di meccanismo tende a ricondurre e rappresentare il comportamento sismico delle

parti di manufatto in analogia a quello di blocchi rigidi, una volta avvenuta la discretizzazione iniziale. In realtà, come accennato a proposito delle caratteristiche delle murature, un simile comportamento è riscontrabile solo in alcuni tipi murari che mantengono la monoliticità in presenza di rotazioni e in cui il danno è costituito da un numero limitato di lesioni di grande dimensione. Ciò comporta che, in presenza di tali tipi di murature, la lettura dei meccanismi è molto più immediata.

Un'ulteriore considerazione riguarda la possibilità di una sovrapposizione di più meccanismi; ciò può comportare qualche difficoltà nella lettura dei meccanismi in quanto si sovrappongono le evidenze fisiche (lesioni e deformazioni) sulla stessa parte dell'edificio.

A partire dai meccanismi che è possibile riconoscere come già innescati nella fabbrica e combinando tali dati con le indicazioni che scaturiscono dalle analisi descritte al punto 1. il successivo passo è quello della individuazione dei meccanismi di collasso attesi.

Il metodo consiste nell'individuare quali sconnessioni, oltre quelle individuate in quanto appartenenti a meccanismi già attivati, possono formarsi nella muratura e, quindi, quali meccanismi di collasso possono rendersi possibili in caso di eventi futuri.

In altri termini si può dire che il supera-

mento della resistenza a trazione nella muratura a causa delle azioni sismiche conduce al formarsi di fessurazioni; queste, insieme alle sconessioni già esistenti (per fasi costruttive, trasformazioni e patologie), dividono la struttura muraria in elementi che, nel caso di murature di buona qualità, si comportano monoliticamente, cioè possono seguire l'evoluzione del meccanismo senza sconnettersi internamente.

In corrispondenza delle fessurazioni così formatesi sono possibili rotazioni e scorrimenti ed il moltiplicatore dei carichi orizzontali, che induce la perdita di equilibrio, o, in altri termini l'innescò del meccanismo, è il moltiplicatore di collasso.

Il problema operativo consiste nell'individuare tutti i meccanismi di collasso possibili, o quanto meno i più probabili, ovvero quelli cui corrispondono i più piccoli valori del moltiplicatore. L'intervento di consolidamento, per essere efficace, dovrà introdurre quegli elementi necessari ad evitare la formazione dei suddetti meccanismi.

In realtà l'esperienza, data dall'osservazione del danneggiamento subito in occasione di sismi del passato, guida nella scelta dei meccanismi possibili, riducendone la casistica, in considerazione della tipicità che assume il danneggiamento all'interno delle classi di edifici.

Nei successivi capitoli, attraverso l'introduzione del concetto di *macroele-*

mento, saranno individuate ed analizzate classi di meccanismi di collasso desunte da osservazioni prolungate sugli effetti di sismi del passato su edifici religiosi.

Riferimenti bibliografici

DOGLIONI F., *Codice di Pratica (Linee guida) per la progettazione degli interventi di riparazione, miglioramento sismico e restauro dei beni architettonici danneggiati dal terremoto umbro-marchigiano del 199-7*, Regione Marche-IUAV, BUR Marche ed.str. N. 15 del 29.09.00.

DOGLIONI F., MORETTI A. e PETRINI V. (a cura di), *Le chiese e il terremoto*, Trieste, 1994.

GIUFFRÈ A., *Monumenti e terremoti. Aspetti statici del restauro*, Roma 1988.

GUERRIERI F. (a cura di), *Manuale per la riabilitazione e la ricostruzione post-sismica degli edifici – Regione dell'Umbria*, Roma, 1999.

¹ GIOVANNONI G., *Il restauro dei monumenti*, Roma, 1945.

² Il metodo POR è stato introdotto dopo il terremoto del Friuli del 1976 e consiste in una analisi numerica al passo di un sistema di mensole elastoplastiche in parallelo, connesse alla estremità libera da un diaframma rigido il cui moto è descritto da due componenti di traslazione ed una componente di rotazione.

³ GIUFFRÈ A., *Monumenti e terremoti. Aspetti statici del restauro*, Roma, 1988.

2. ANALISI DELLA VULNERABILITA' SISMICA

Con il termine di vulnerabilità sismica si intende la propensione di un edificio a subire danni durante un terremoto.

La vulnerabilità è quindi utilizzata ai fini di prevenzione per formulare delle previsioni sul comportamento sismico atteso per la fabbrica, sia come progressione dei meccanismi di danno già attivati, sia come possibile insorgenza di nuovi meccanismi di collasso. In questo contesto si fa riferimento al concetto di macroelemento come parte strutturale che è sede dei potenziali meccanismi.

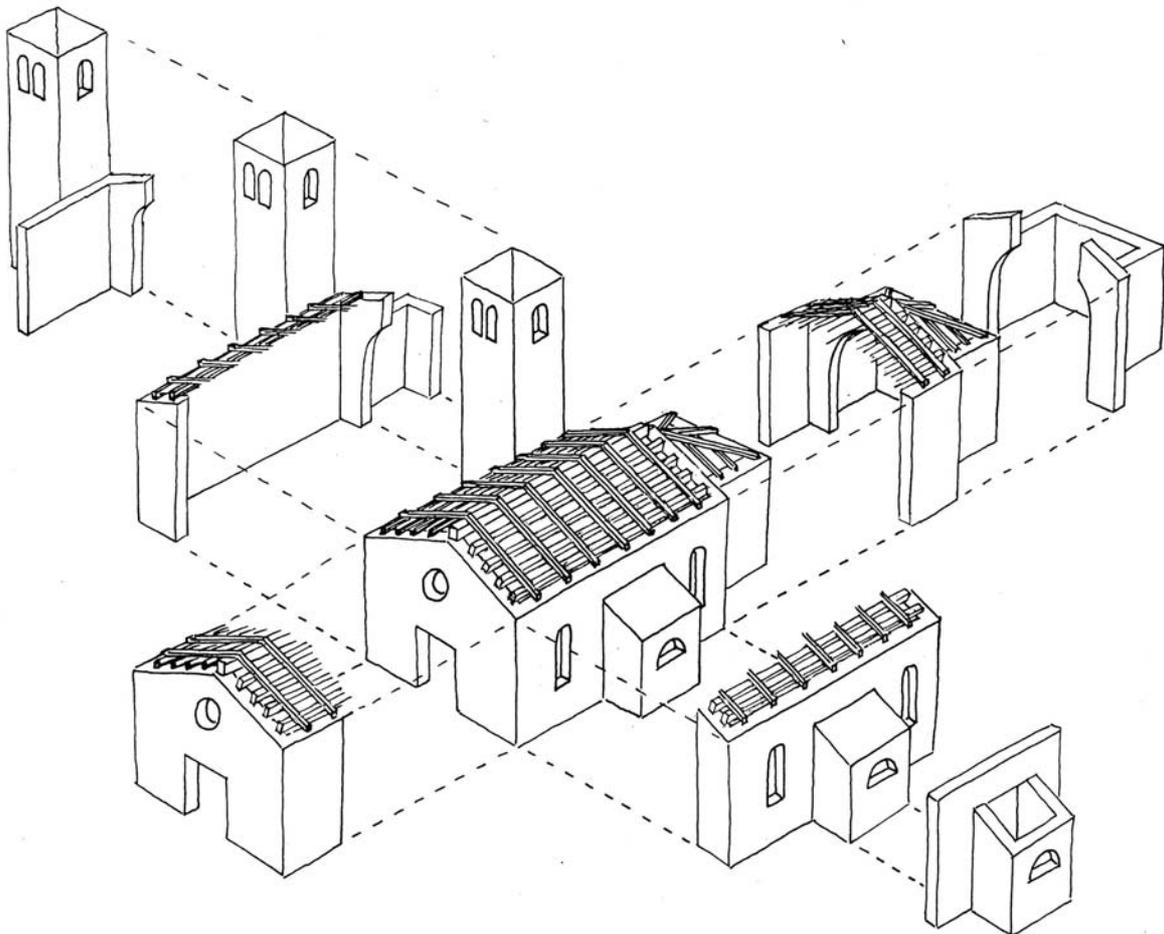
Nelle parti seguenti verranno presi in esame in forma di abachi i fattori di debolezza

locali che possono favorire l'insorgenza dei cinematismi di collasso., denominati forme specifiche di vulnerabilità.

Verranno inoltre rappresentati, sempre in forma tabellare, i meccanismi tipici delle chiese utili sia ai fini dell'interpretazione del danno, sia ai fini progettuali per attuare le misure necessarie a contrastare o inibire l'insorgenza di tali meccanismi in occasione di terremoti futuri.

2.1 Concetto di macroelemento²

Per macroelemento si intende una parte costruttivamente riconoscibile e compiuta



del manufatto, che può coincidere - ma non necessariamente coincide - con una parte identificabile anche sotto l'aspetto architettonico e funzionale (es. facciata, abside, cappelle); è di norma estesa almeno ad una intera parete o ad un orizzontamento, ma solitamente è formata da più pareti ed elementi orizzontali connessi tra loro a costituire una parte costruttivamente unitaria e, in alcuni casi, volumetricamente definita, pur se in genere collegata e non indipendente dal complesso della costruzione.

Per macroelemento si intende la parte edilizia nell'ambito della quale è osservabile e compiutamente descrivibile un comportamento unitario e riconoscibile nei meccanismi di insieme a seguito delle azioni sismiche; è perciò una parte di costruzione definita come unitaria in base al comportamento osservato, e tale da consentire la descrizione dei fenomeni di danno con il minor grado di complessità, pur mantenendo unitaria la lettura del fenomeno che vi si verifica.

In una costruzione continua, qualsiasi suddivisione in parti è comunque di carattere convenzionale; in questo caso è particolarmente finalizzata alla descrizione e localizzazione dei fenomeni di danno, alla osservazione e interpretazione dei meccanismi di dissesto, riconoscibili in particolare attraverso gli spostamenti relativi rispetto ai macroelementi contigui o gli sposta-

menti tra parti del macroelemento stesso. Le interazioni tra i diversi macroelementi - interazioni che motivano la dimensione attribuita a ciascun macroelemento proprio in virtù del diverso comportamento - avvengono tendenzialmente al bordo di questi; bordo che non può essere definito da una netta linea di confine, ma semmai da un'area entro la quale con maggiore frequenza avvengono i danni e le discretizzazioni che sono conseguenza del diverso comportamento dei macroelementi. Quest'area è definita come *fascia o zona di sovrapposizione*; con questo termine si intende quella parte costruttiva al bordo del macroelemento considerato, appartenente in via principale ad un altro macroelemento, la cui descrizione è necessaria per comprendere l'insieme dei fenomeni propri del macroelemento esaminato.

² Il testo è tratto da: DE COLLE A., DOGLIONI F., MAZZORANA L., *La definizione e l'utilizzo del concetto di macroelemento*, in: *Le chiese e il terremoto*, DOGLIONI F., MORETTI A., PETRINI V. a cura di, Trieste, 1994, pp.71-73.

2.2 Forme di vulnerabilità specifiche per le chiese²

Lo studio delle forme di vulnerabilità specifica presenti nella fabbrica implica l'osservazione e la ricerca di quei fattori che rappresentano condizioni di "debolezza" locale che possono influenzare il processo di danno, favorendolo o inibendolo oppure indirizzandolo verso particolari modalità di danno. Al tempo stesso possono rappresentare, nel comportamento globale, fattori che hanno funzione di innesco di determinati meccanismi di collasso. Si tratta di osservare in maniera mirata e puntuale gli aspetti costruttivo-strutturali e la consistenza propria dei macroelementi. Si fa riferimento a caratteri che possiamo dire essere propri, "individuali", di ciascun macroelemento e riguardano i modi in cui il manufatto è stato costruito, le modificazioni e trasformazioni subite nel tempo, il danneggiamento e le opere di riparazione avvenute. Fra questi, il tipo e la qualità muraria la presenza di eterogeneità costruttive che determinano, il più delle volte, discontinuità murarie non efficacemente ammortate e non sempre leggibili.

Ad esempio, la connessione muro-copertura risulta un nodo strutturale delicato ma di per sé non rappresenta una vulnerabilità. Sono le condizioni specifiche agli appoggi degli elementi lignei di copertura a determinare eventualmente

debolezze locali della struttura. Questa, se non adeguatamente vincolata alle murature d'ambito, perdendo la sua funzione di solidarizzazione tra murature opposte, può innescare, in fase sismica, spinte locali con danneggiamento della muratura stessa anche con crolli parziali o diffusi. Oppure, una muratura realizzata a due paramenti non collegati o non efficacemente connessi tra loro, in fase sismica, tende ad un comportamento del tutto indipendente dei due paramenti.

Si propone una suddivisione per gruppi tematici delle forme di vulnerabilità specifiche per una osservazione sistematica ed un percorso critico di lettura del manufatto. All'interno della suddivisione tematica, inoltre, sono state individuate delle categorie che rappresentano le principali condizioni di vulnerabilità con una esemplificazione grafica di riferimento e un corredo di documentazione fotografica. Per ogni categoria riconosciuta si è fatta una descrizione dei caratteri e dei possibili effetti di danno indotto dal sisma.

La casistica è tutt'altro che esaustiva, ma rappresenta il campione più ricorrente e significativo di situazioni che riguardano le chiese formando così un abaco di riferimento.

Nel primo gruppo tematico si sono osservate le **modalità costruttive iniziali**, in relazione alle condizioni nelle quali il ma-

nufatto è stato realizzato. Ci si riferisce ai caratteri e ai modi del costruire ossia alla qualità dei supporti e leganti e alla loro adesione e/o coesione muraria ma anche ai caratteri geometrico-dimensionali della muratura (sezioni inadeguate per posizionamento dei paramenti, per esiguo spessore, ecc.), ad una configurazione formale strutturalmente inadeguata (timpani svettanti, pilastrini/colonne particolarmente snelle, ecc.). Si fa riferimento, inoltre, ad angolate non efficacemente connesse alla muratura o che assolvono solo ad una funzione formale, a coperture spingenti/parzialmente spingenti o con appoggi non adeguatamente vincolati che rappresentano parti strutturali della fabbrica già sollecitate in fase statica che con le componenti aggiuntive del sisma possono entrare in crisi.

Il secondo gruppo tematico riguarda il ruolo dei **processi di trasformazione edilizie** che la fabbrica ha subito nel tempo, determinano la perdita di omogeneità e continuità costruttiva iniziale. Si fa riferimento ad ampliamenti planimetrici, sopraelevazioni, chiusura e apertura di nuovi fori che possono indurre a particolari situazioni come, ad esempio, angolate o spalle inglobate senza adeguate ammorsature, sottrazioni di elementi costruttivi o soluzioni strutturali rischiose che possono comportare anche la modifica dello schema strutturale della fabbrica.

Eterogeneità e discontinuità costruttive, quali riprese murarie non sufficientemente connesse, semplici accostamenti murari, inefficaci ammorsature, generano vulnerabilità specifiche nel comportamento della costruzione al sisma in quanto determinano risposte differenziate in relazione alle diverse caratteristiche dei materiali.

Il terzo gruppo ha preso in esame **il ruolo degli elementi di presidio esistenti** nella fabbrica.

I sistemi di collegamento (tiranti, contraforti) inadeguati o danneggiati già presenti nella fabbrica non assolvendo la loro funzione costituiscono particolari forme di vulnerabilità specifica.

Il quarto gruppo individuato affronta il tema delle forme di **degrado strutturale e debito manutentivo**, in termini di perdita di efficienza strutturale dei vari componenti della fabbrica. Si tratta di forme di degrado proprio dei materiali e degli elementi costitutivi (nella muratura, l'erosione profonda dei giunti o la perdita consistente di materiale dei supporti; negli elementi lignei di copertura, il decadimento fisico con perdita della consistenza) riconducibili alla riduzione della funzionalità meccanica della struttura. Tale tipo di degrado strutturale è, inoltre, legato alle condizioni manutentive della fabbrica; in particolare si fa riferimento all'efficienza del manto di copertura e ai sistemi di raccolta delle acque

nonché alla permeabilità all'acqua battente dei paramenti esterni. Il degrado strutturale comporta una riduzione di efficienza e resistenza della struttura, costituendo una specifica forma di vulnerabilità che, in fase sismica, condiziona i meccanismi di danno.

Il quinto gruppo tematico riguarda i ***dissesti pregressi non efficacemente riparati*** sia di natura statica sia sismica. Questi rappresentano fattori di vulnerabilità che la fabbrica conserva nel tempo, se non adeguatamente ripresi e/o riparati, *cicatrici* non sempre visibili che costituiscono comunque tracciati privilegiati dove il danno tende a recidivare.

Questa sezione tematica, insieme alla successiva, non viene trattata nel presente studio, ma viene riportata semplicemente nello schema complessivo delle suddivisioni tematiche.

Il sesto e ultimo gruppo richiama il comportamento degli ***interventi strutturali recenti*** che la fabbrica ha subito. Si tratta di una lettura critica del comportamento al sisma della fabbrica in relazione agli interventi che sono stati eseguiti nel tempo. Tale conoscenza - da impostare in base a studi specifici - diventa fertile occasione di riflessione per indirizzare le future scelte di interventi di miglioramento sismico.

Viene riportato di seguito lo schema della

suddivisione per gruppi tematici che vuole essere un possibile tentativo di formare un abaco di riferimento delle forme di vulnerabilità specifiche presenti nella fabbrica. Sono riportate, inoltre, in maniera semplificata le relative categorie delle principali situazioni riconosciute, con una descrizione sintetica ancorché approssimata che rimanda alla trattazione successiva.

² In questa sezione sono state utilizzate parti, a cura degli stessi autori, contenute in: MARINO F., *Forme di vulnerabilità specifiche*, in: DOGLIONI F., *Codice di Pratica*, cit., 2000, pp. 97 - 119.

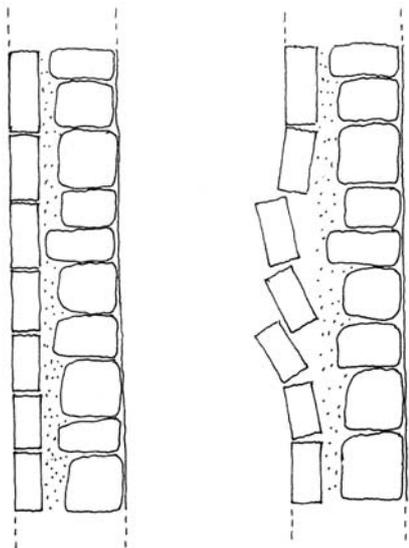
**SUDDIVISIONE PER GRUPPI TEMATICI DELLE
FORME DI VULNERABILITA' SPECIFICHE RICONDUCIBILI A:**

1	Modalità costruttive iniziali	Materiali e tecniche costruttive	- qualità dei supporti e leganti - adesione e/o coesione muraria
		Caratteri geometrico / dimensionali della muratura	- riferiti alla sezione muraria: posizionamento del paramento - riferiti all'elemento architett.-strutturale: snellezza
		Elementi che riducono la sezione muraria	- interruzione dovuta a condotti impiantistici - grondaie / pluviali in sezione muraria
		Elementi strutturali con sezione inadeguata	- snellezza - esiguo spessore - elementi svettanti
		Mancanza di connessione di elementi litici	- ancoraggi inadeguati - mancanza di adesione
2	Processi di trasformazione edilizia	Ampliamento	- non ammorsato - discontinuo
		Chiusura /apertura di fori	- eterogeneo per materiale
		Sottrazioni di elementi o parti murarie	- demolizione di setti - apertura grandi fori
		Soluzioni strutturali inadeguate o rischiose	- muri in falso - pilastri su volte
3	Ruolo degli elementi di presidio esistenti	Sistemi di collegamento inadeguati o danneggiati	- tiranti mancanti o inefficaci - contrafforti inadeguati
4	Degrado strutturale e debito manutentivo	Degrado della muratura	- perdita di legante tra i giunti - decoesione muraria - presenza di acqua - degrado degli elementi litici
		Degrado degli elementi lignei di copertura	- immarcimento delle teste - degrado struttura minuta e/o dell'impalcato - degrado generalizzato - inflessione degli elementi
		Mancata manutenzione della muratura e degli intonaci	- stato del paramento a vista - efficienza degli intonaci
		Mancata manutenzione della copertura	- stato del manto di copertura - gronde e pluviali non efficienti
5	Dissesti pregressi non efficacemente riparati	Sismici	- lesionamento - deformazioni / fuori piombo
		Statici	- lesionamento - deformazioni / fuori piombo
6	Interventi strutturali recenti	Eseguiti con tecniche "moderne"	- cordoli in c.a. con sezione inadeguata e/o con distacchi dalla muratura, ... - iniezioni non distribuite e disomogenee - ...

FATTORI SPECIFICI DI VULNERABILITA' DOVUTI A:

V.1 - Modalità costruttive iniziali

V.1 MODALITA' COSTRUTTIVE INIZIALI



V.1.1 Muratura a paramento esterno in pietra squadrata (funzione di rivestimento) e quello interno in pietra sbozzata e/o semisbozzata collegati da nucleo murario scarsamente efficace

Muratura realizzata a due paramenti: quello esterno in pietra squadrata a corsi regolari posta con funzione di rivestimento; il paramento interno, invece, realizzato in pietra sbozzata e/o semi-sbozzata di varia pezzatura a corsi prevalentemente orizzontali di varia altezza. Essendo l'adesione tra le due superfici affidata al nucleo murario, qualora questi si riveli scarsamente coerente, sotto l'azione sismica, si produce uno scorrimento e/o distacco dei conci squadrati con formazione di lesioni anche marcate lungo i giunti. Per effetto della discontinuità nel paramento interno si sviluppa un danno con formazione di lesioni anche non corrispondenti con quelle esterne.

12. Nocera Umbra (PG) - 1997

L'esempio evidenzia un'apparecchiatura muraria costituita da un paramento di rivestimento scarsamente collegato. Il nucleo murario interno è in muratura di pietrame mentre il paramento esterno è, in questo caso costituito da mattoni e tavelle. Si verifica il distacco con estesi crolli di parti



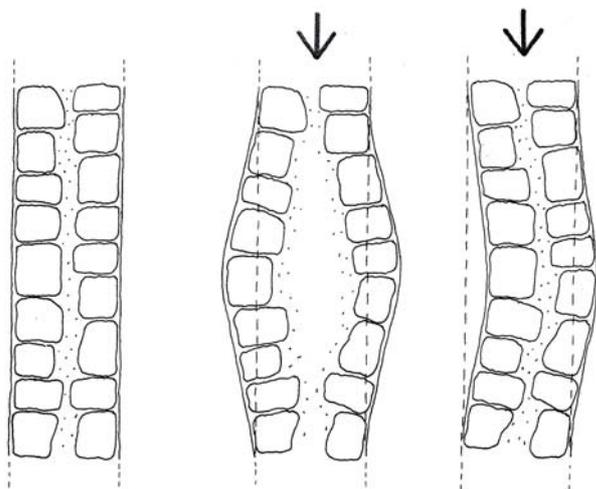
13. Venzone (UD) - Duomo di S. Andrea Apostolo - 1976

Distacco del paramento esterno scollegato dal resto delle murature della sagrestia

ABACO DEI FATTORI SPECIFICI DI VULNERABILITA'

V.1 MODALITA' COSTRUTTIVE INIZIALI

V.1.2 Muratura con entrambi i paramenti in pietra sbozzata e/o semisbozzata collegati da nucleo murario scarsamente efficace



Muratura realizzata a due paramenti tra loro non collegati o scarsamente connessi. Tali paramenti sono costituiti da pietra sbozzata o semisbozzata con un nucleo murario costituito da materiale incoerente e/o con presenza di vuoti.

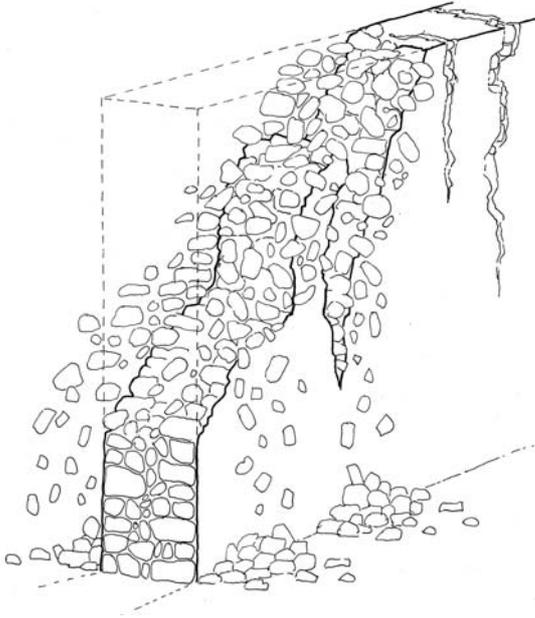
In caso di sisma la muratura tende a produrre un comportamento indipendente tra i due paramenti: per azione fuori piano può avvenire lo sgranamento del paramento esterno, anche con crolli parziali, mentre quello interno è generalmente trattenuto dal sistema degli orizzontamenti; per azione nel piano si assiste a fenomeni di instabilizzazione dei paramenti stessi, dovuti ad un effetto di carico di punta, con deformazioni tali da portare al crollo.

14-15. Pievebovigliana (MC) - Chiesa di S.Pietro a Frontillo - 1997

La muratura è costituita da pietra sbozzata e semisbozzata e malta di allettamento. La sezione muraria, resa evidente dal crollo, mostra come nell'apparecchiatura muraria composta da paramenti non collegati o scarsamente connessi questi tendano a separarsi comportandosi in maniera autonoma: in questo caso si osservano notevoli deformazioni e sbandamenti laterali.



V.1 MODALITA' COSTRUTTIVE INIZIALI



V.1.3 Muratura costituita da pietrame di varia pezzatura per tutto lo spessore con scarsa coesione muraria

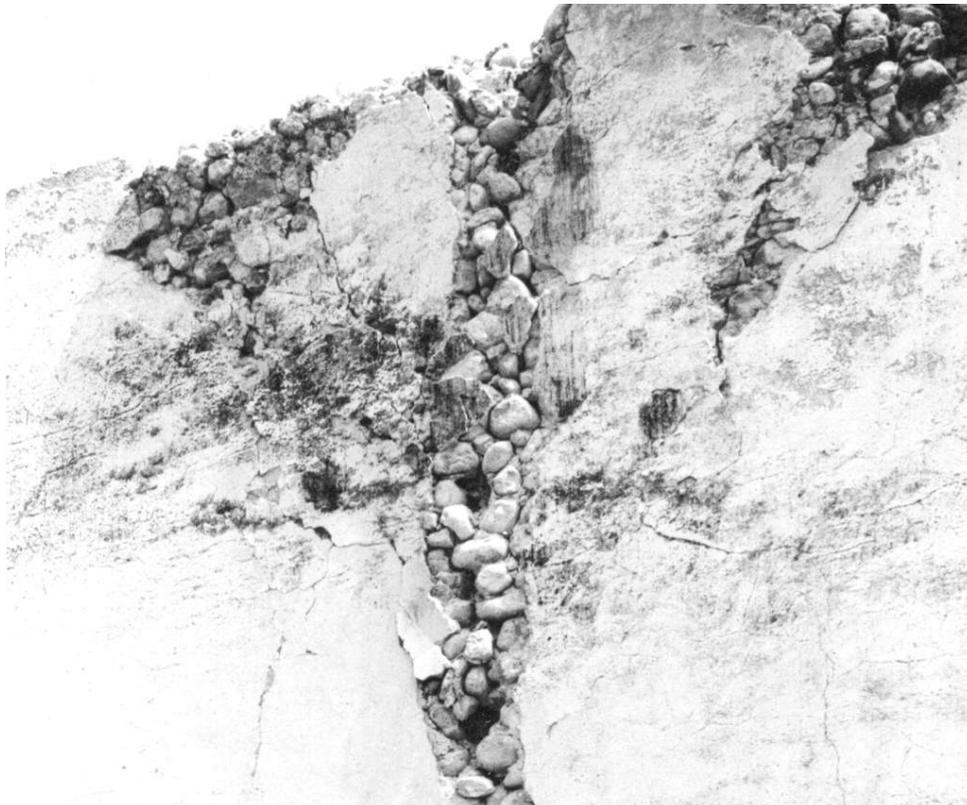
Muratura realizzata senza apparecchiatura regolare con impiego di pietrame prevalentemente informe e di varie dimensioni, dove non è riconoscibile un nucleo murario.

L'eterogeneità per forma e dimensione dei supporti rende poco efficace la coesione muraria e insufficiente l'ingranamento fra i supporti sia nel piano che in tutta la sezione.

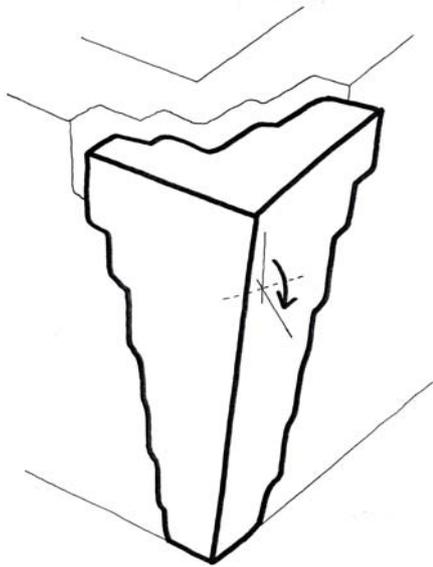
Tende, sotto l'azione del sisma, a discretizzarsi in piccoli blocchi, con formazione di fasci di lesioni diffuse che riducono la muratura in condizioni di equilibrio precario.

16. Valeriano (PN) - Chiesa di S.Stefano - 1976

Particolare del danno in facciata. Il pietrame impiegato nella costruzione della muratura è tondeggiante e di piccole dimensioni; si rileva uno stato di danno che mette in luce la disgregazione della muratura: i blocchi irregolari non hanno più ingranamento tra loro e si ha formazione di lesioni diffuse per l'intero pannello murario.



V.1 MODALITA' COSTRUTTIVE INIZIALI



V.1.4 Angolata in conci di pietra squadrata e/o semisquadrate non efficacemente connessi alla muratura

Angolata realizzata in conci di pietra squadrate e/o semisquadrate a corsi regolari di modesto spessore e scarsamente connessi alla muratura.

I conci in pietra, non occupando l'intera sezione muraria, costituiscono strutturalmente un indebolimento del nodo murario. Questi, se non efficacemente connessi, anziché svolgere un'azione di collegamento tendono in fase sismica a comportarsi autonomamente dal resto della muratura. Generalmente si verificano distacchi con crolli localizzati che possono innescare meccanismi di dissesto.

17. Pievebovigliana (MC) - Chiesa di S.Pietro a Frontillo - 1997

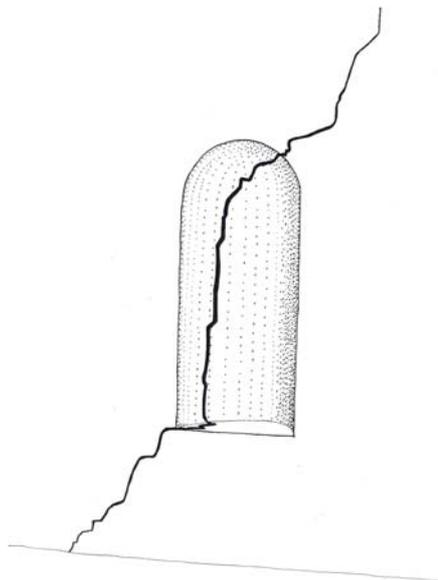
Distacco ed espulsione dell'angolata il cui paramento esterno non è adeguatamente collegato al resto della sezione muraria.

18. Resia (UD) - Chiesa di S.Maria Assunta - 1976

L'angolata in pietra dell'abside non ingranata con le pietre dei muri contigui determina una discontinuità muraria nell'angolata.



V.1 MODALITA' COSTRUTTIVE INIZIALI



V.1.5 Elementi che riducono la sezione muraria

Si tratta di elementi funzionali e di impiantistica realizzati nel corpo della muratura, ad esempio nicchie, presenza di pluviali, interruzioni dovute a condotti impiantistici. Riducendo la sezione muraria, questi influenzano la resistenza alle sollecitazioni sismiche, in quanto ne riducono la sezione resistente. Pur non incidendo sulla continuità costruttiva costituisce comunque una "debolezza" nella configurazione strutturale.

Le zone di variazione della sezione muraria, così realizzate, costituiscono tracciato preferenziale per la formazione di lesioni; le parti di muratura a sezione ridotta tendono a distaccarsi fino ad arrivare all'espulsione.

19. Pieve S.Stefano (AR) di S.Lorenzo a Baldignano - 2001

Indebolimento del setto dell'arco trionfale per la presenza di un'apertura tamponata riutilizzata successivamente per il passaggio di impianti tecnologici. La foratura non ripristinata costituisce l'innescò per il lesionamento dell'elemento strutturale.

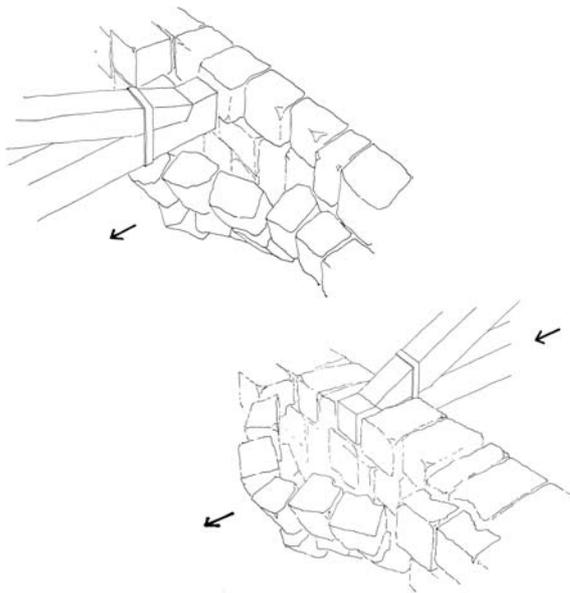
Il mancato accertamento di queste condizioni può portare a previsioni di comportamento sismico della struttura decisamente diverse da quelle reali.



20. Serravalle di Chienti (MC) - Chiesa di .S.Egidio a Civitella 1997

Lesionamento a taglio del maschio murario a controvento della parete laterale provocato dalla riduzione di sezione conseguente all'apertura di una nicchia.

V.1 MODALITA' COSTRUTTIVE INIZIALI



V.1.6 Copertura a capriate lignee appoggiate su una parte della sezione muraria a doppio paramento

Copertura a capriate con appoggi che non interessano l'intera sezione muraria e non risultano adeguatamente vincolati: le capriate caricano in maniera disomogenea tale muratura, generando tensioni differenziali tra i due paramenti.

Nelle murature esterne si verificano azioni di punzonamento del paramento con espulsioni localizzate. Le porzioni di muratura interna sulle quali appoggiano le capriate vengono sollecitate sia dalle azioni verticali indotte della catena sia da quelle orizzontali trasmesse da quest'ultima per attrito, generando una zona circoscritta di distacco del paramento interno.



21. Anghiari (AR) - Chiesa di S. Giovanni Evangelista (sagrestia) a Ponte alla Pira - 2001

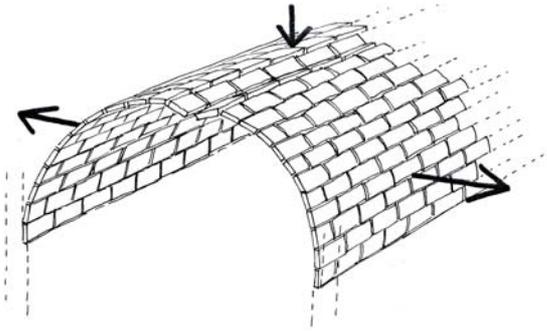
22. Pievebovigliana (MC) - Chiesa di S. Pietro a Frontillo - 1997

Particolare dell'appoggio della capriata (foto in basso): è evidente lo spostamento relativo fra la trave e la parete laterale. L'appoggio interessa prevalentemente il paramento interno della muratura per cui si genera un danno localizzato nella zona sottostante per effetto della concentrazione del carico e del trascinarsi orizzontale da parte della catena.



V.1 MODALITA' COSTRUTTIVE INIZIALI

V.1.7 Elementi strutturali con sezione inadeguata



Elementi strutturali con caratteristiche geometrico-dimensionali di snellezza e/o esigua sezione, quali: timpani sveltanti, guglie, vele campanarie, pilastri/colonne particolarmente snelli. Si tratta di strutture caricate in modo consistente anche in condizioni statiche o aventi schemi statici sfavorevoli che entrano in crisi per le sollecitazioni aggiuntive dovute a sismi anche di modeste entità.

Appartengono a questa casistica anche gli archi e le volte di spessore esiguo che, a causa delle ridotte possibilità di ingranamento tra i supporti, arrivano al crollo anche per deformazioni di lieve entità indotte dallo spostamento degli appoggi.

23. Castel Focognano (AR) - Chiesa di S. Giovanni Evangelista - 2001

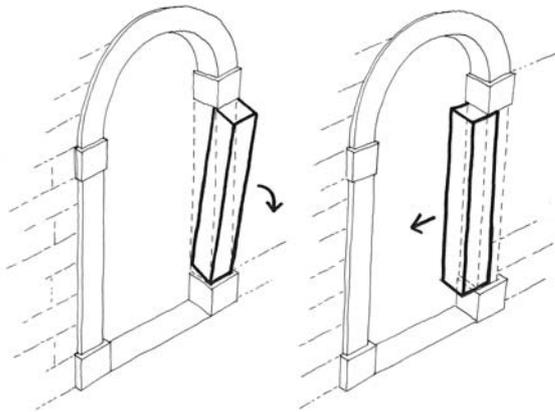
In questo caso l'arcareccio di copertura ha martellato la sottile volta in tavelle laterizie provocando il crollo esteso della volta stessa.



24. Ripabottoni (CB) - Chiesa di S. Maria della Concezione - 2002

Il timpano sveltante si configura come un elemento particolarmente vulnerabile alle sollecitazioni sismiche, specialmente quando si determinano condizioni quale quella rappresentata in figura: i due paramenti sono indipendenti, separati da una discontinuità costruttiva che ne aumenta la snellezza.

V.1 MODALITA' COSTRUTTIVE INIZIALI



V.1.8 Mancanza di connessione di particolari elementi litici

La collocazione di elementi in pietra sia con funzione di cornice, spalla o bordatura, sia con funzione di elemento decorativo in mancanza di adeguati ancoraggi non è in grado di svolgere azione di contenimento rispetto alla compagine muraria circostante.

In caso di sisma questi elementi inducono danni localizzati in si genera un distacco tra l'interfaccia dell'elemento ed il resto della muratura per traslazione orizzontale, fino ad arrivare alla sua espulsione.

25. Sellano (PG) - Chiesa di S.Maria a Montesanto - 1997



26. Visso (MC) - Chiesa di S.Maria Assunta a Fematre - 1997

Il mancato ammorsamento della cornice in pietra è causa del distacco con espulsione della stessa dal paramento murario.

Particolare del distacco dell'elemento litico. Nello specifico, la muratura ha spinto il piedritto verso l'interno e la mancanza di elementi di connessione ne ha impedito il ritorno nella posizione originaria. Per spostamenti di maggiore entità o di un maggior numero di cicli sismici è possibile che gli elementi litici escano dalle loro sedi innescando crolli.

**FATTORI SPECIFICI DI VULNERABILITA'DOVUTI A:
V.2 - Processi di trasformazione edilizia**

V.2 PROCESSI DI TRASFORMAZIONE EDILIZIA

V.2.1 Eterogeneità dei materiali e diverse modalità costruttive

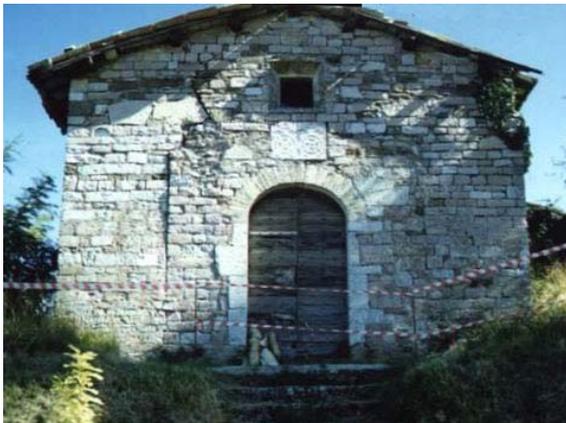
I processi di trasformazione edilizia di una fabbrica nel tempo possono coinvolgere una parte o l'intero assetto architettonico, rappresentando forme di vulnerabilità specifiche in quanto inducono la perdita di omogeneità e continuità costruttive iniziali.

Le specifiche modalità con cui si manifesta il danno sono da relazionare all'eterogeneità dei materiali e ai diversi modi costruttivi: questi determinano nella fabbrica risposte differenziate legate alle diverse caratteristiche elastiche e di resistenza dei materiali. Tale perdita di qualità costruttiva della muratura è anche dovuta alla difficoltà di realizzare efficaci concatenazioni per tutto lo spessore del muro.

Le discontinuità dovute alla disomogeneità dei materiali costituiscono tracciato privilegiato per la formazione delle lesioni.

27. Sassoferrato (AN) - 1997

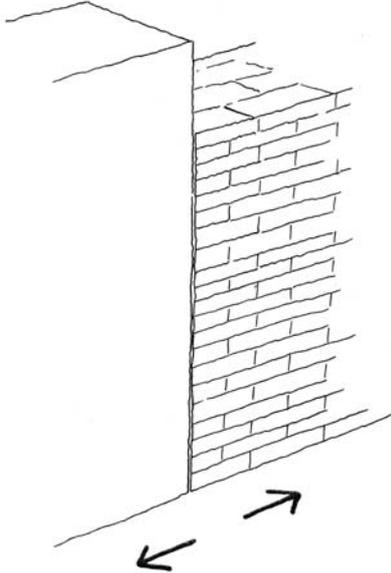
Le trasformazioni subite nel corso del tempo lasciano nella fabbrica tracce di eterogeneità costruttive dovute sia ai diversi materiali impiegati sia alle diverse tecniche utilizzate nel tempo. Le superfici di interfaccia fra murature con diverse caratteristiche meccaniche rappresentano delle linee preferenziali per la formazione delle lesioni anche in considerazione della difficoltà di realizzare ammorsamenti efficaci fra le parti.



28. Castel Ritaldi (PG) - Chiesa della Madonna delle Stellette a Colle del Marchese - 1997

In facciata sono visibili le tracce di molteplici rimaneggiamenti: addossamenti non ammorsati, inserimento di elementi litici nella compagine muraria ecc.... L'alto grado di trasformazioni subite riduce l'efficacia degli elementi strutturali in grado di resistere al sisma.

V.2 PROCESSI DI TRASFORMAZIONE EDILIZIA



V.2.2 Ampliamento della muratura senza ripresa muraria

Ampliamento con apporto di nuova muratura secondo un piano di addossamento verticale rispetto alla preesistenza. In questo caso l'ampliamento costituisce una parte semplicemente accostata configurando un piano di addossamento pressoché continuo.

L'addossamento per semplice accostamento di nuovi corpi, realizzato in continuità od ortogonalmente al piano murario, privo degli opportuni ammassamenti, determina in caso di sollecitazioni sismiche uno scorrimento tra le due diverse parti, con separazione delle stesse in prossimità dell'interfaccia di appoggio.

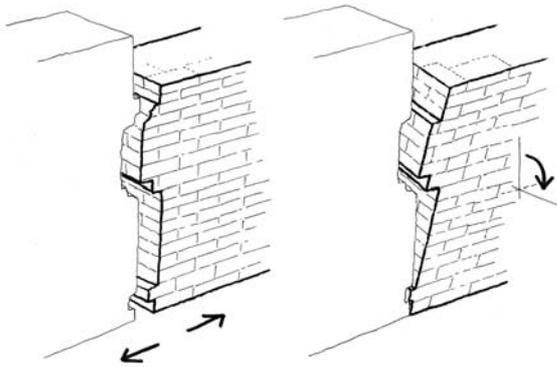
Per effetto sismico può verificarsi, inoltre, un martellamento tra le due diverse murature che provoca la formazione di lesioni e/o crolli localizzati nella muratura accostata.

29. Moggio Udinese (UD) - Chiesa di S. Antonio a Ovedasso - 1976

Si nota la trasformazione della facciata conseguente all'addossamento di un corpo laterale alla navata. L'addossamento è stato realizzato senza alcun ammassamento fra le murature esistenti e quelle di nuova costruzione. E' evidente il comportamento indipendente sotto sisma dei due pannelli murari separati dalla discontinuità e gli effetti del martellamento reciproco che si verifica nella parte alta della discontinuità.



V.2 PROCESSI DI TRASFORMAZIONE EDILIZIA



V.2.3 Ampliamento della muratura con ripresa muraria

L'ampliamento con ripresa muraria si caratterizza per diverse modalità di connessione tra le parti: le zone di sovrapposizione tra supporti della vecchia e nuova muratura possono essere distribuite in corrispondenza di ogni corso o solo di determinati corsi con diverse estensioni delle zone di sovrapposizione stessa.

Una ripresa muraria non sufficientemente connessa, sotto azione sismica, tende a distaccarsi per traslazione orizzontale superando così la resistenza allo sfilamento tra malta e supporto.

30. Carpi (MO) - Chiesa di S. Giuliana Vergine Martire a Migliarina - 1986

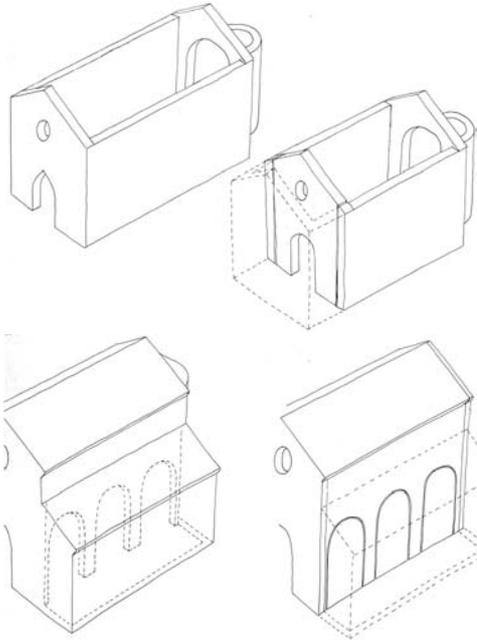
La parete laterale è stata addossata alla navata realizzando due ammorsamenti scarsamente efficaci per contrastare il distacco fra i due corpi di fabbrica in caso di azioni sismiche.



31. Anghiari (AR) - Chiesa di S. Giovanni Evangelista in Ponte alla Pira - 2001

La ripresa muraria fra parete laterale dell'aula e l'arco trionfale è scarsamente efficace. La superficie d'interfaccia fra le due parti è per diversi tratti disposta in verticale e la differenza fra le dimensioni delle pietre dell'angolata (a sinistra nell'immagine) e quelle del resto del pannello rendono inadeguato l'ingranamento fra i conci in pietra.

V.2 PROCESSI DI TRASFORMAZIONE EDILIZIA



V.2.4 Sottrazioni di elementi e/o parti murarie

Le sottrazioni di elementi o parti strutturali che possono comportare la modifica anche sostanziale dello schema strutturale della fabbrica. Queste sottrazioni possono riguardare porzioni limitate, come elementi di collegamento o a contrasto di archi e volte, o più estese come una riduzione planimetrica della struttura.

La sottrazione di parti strutturali alla fabbrica, pensata inizialmente come un organismo equilibrato nel suo insieme, priva quest'ultima di elementi resistenti che possono contrastare le azioni sismiche. Inoltre, eliminando elementi strutturali è possibile che si modifichi il comportamento dinamico d'insieme in quanto si rende possibile un maggior numero di articolazioni.

32. Camerino (MC) - Chiesa di S.Maria in Aquae Imbris a Colle d'Altino - 1997

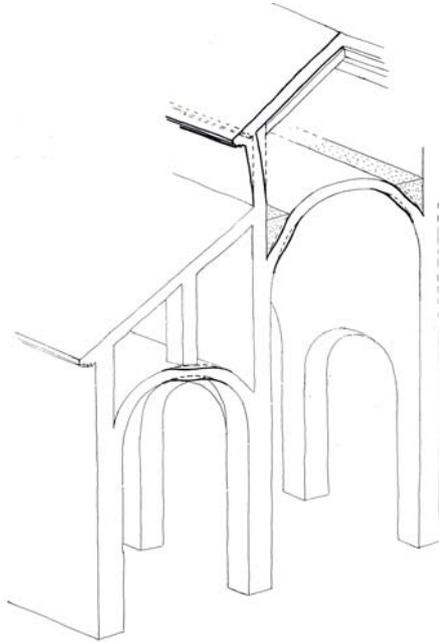
La riduzione in lunghezza dell'aula ha determinato una configurazione strutturale molto vulnerabile: la nuova facciata è completamente libera, senza collegamenti con le pareti laterali. Queste ultime sono inoltre sprovviste di angolate nella parte terminale (superficie verticale di rottura)



33. Campagnola Emilia (RE) - Abbazia della Santissima Trinità - 1996

La trasformazione della chiesa ha portato alla demolizione della navata laterale sinistra: si osservano gli archi di navata tamponati da nuove murature in mattoni senza ammorsamenti. La parete laterale ha una sezione resistente molto esigua ed è priva del contrasto al ribaltamento verso l'esterno che era garantito dalla navata laterale.

V.2 PROCESSI DI TRASFORMAZIONE EDILIZIA



V.2.5 Soluzioni strutturali inadeguate o rischiose

Soluzioni strutturali inadeguate o rischiose che generalmente coinvolgono il sistema degli orizzontamenti con la presenza di carichi concentrati che si configurano come struttura già sollecitata in fase statica. Si tratta, ad esempio, di strutture impegnate a flessione quali solai lignei liberi che sostengono pilastri o setti murari, o del punzonamento di volte da parte di pilastri.

Ulteriormente sollecitate a causa del sisma tali strutture possono giungere a rottura.

Rientrano in questa casistica anche i riempimenti delle strutture a volta che pur svolgendo un'azione di contenimento delle deformazioni costituiscono una massa consistente, posta ad altezza anche considerevole, che sollecita in maniera significativa la struttura sottostante.

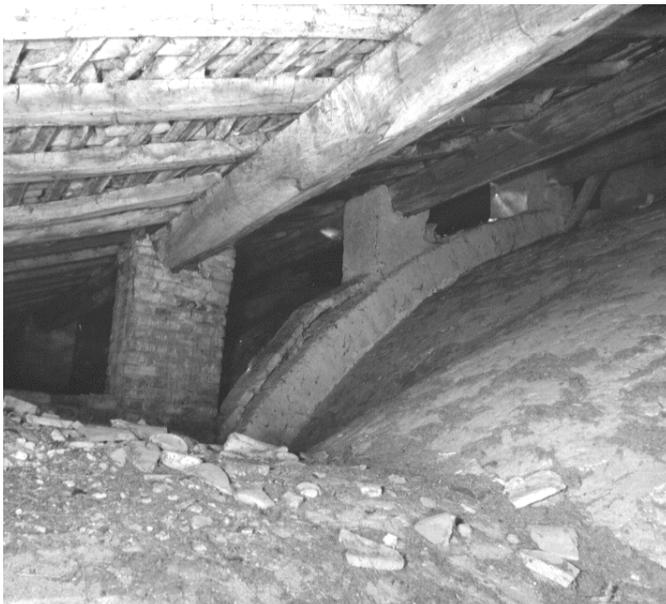
34. Anghiari (AR) - Chiesa di S. Giovanni Evangelista a Ponte alla Pira - 2001

La trave in legno del solaio scarica direttamente su un architrave in mattoni di sezione ridotta provocando fenomeni di danno localizzati.



35. Correggio (RE) - Chiesa di S. Martino - 1987

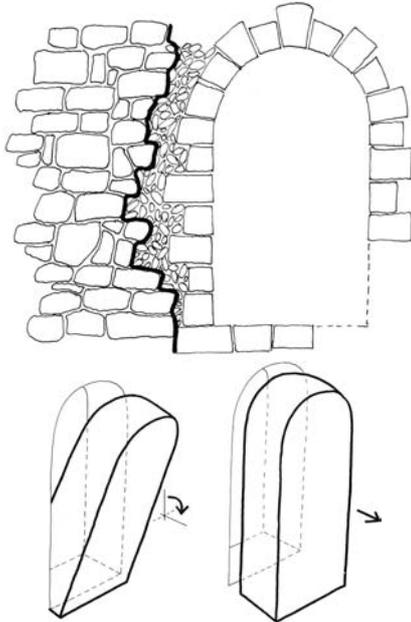
La copertura scarica mediante pilastri in mattoni sulle strutture ad arco e volte del sottotetto. Si noti l'assenza di collegamento efficace fra travi di copertura e pilastri e la giacitura della superficie d'appoggio di questi ultimi sull'arco sottostante.



36. Correggio (RE) - Chiesa di S. Francesco - 1996

Rottura localizzata di un arco di navata provocata dal carico concentrato esercitato da un pilastro di sostegno della copertura all'estradosso.

V.2 PROCESSI DI TRASFORMAZIONE EDILIZIA

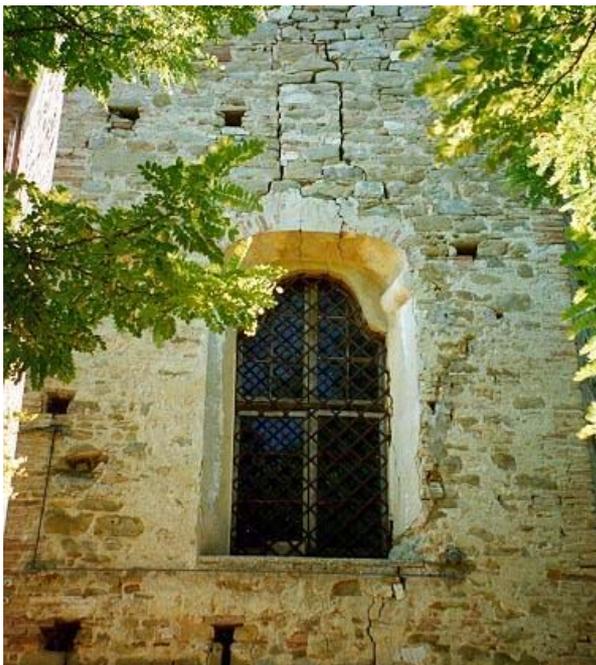


V.2.6 Chiusura e apertura di fori nella muratura

Il tamponamento di un foro viene generalmente realizzato accostando la nuova muratura al profilo della vecchia apertura o, più raramente, creando delle morse di collegamento tra le parti murarie. Deformandosi nel piano, il pannello murario causa lo scorrimento del tamponamento che, privo di ammorsature, tende a comportarsi autonomamente, giungendo anche all'espulsione. Qualora il tamponamento risultasse parzialmente connesso, può verificarsi la formazione di lesioni in prossimità dell'intervento di ammorsamento stesso. L'apertura di un foro, invece, realizzata mediante lo strappo di porzioni di muratura crea delle discontinuità costruttive tra il pannello murario e gli elementi lapidei (spalle e architravi) che configurano la nuova apertura.

37. *Pieve Santo Stefano (AR) - Chiesa di S. Giovanni Evangelista in Castelnuovo - 2001*

Foro tamponato nella muratura dell'abside: per valori elevati dell'azione sismica la tamponatura può venire espulsa dalla muratura entro la quale è inglobata.



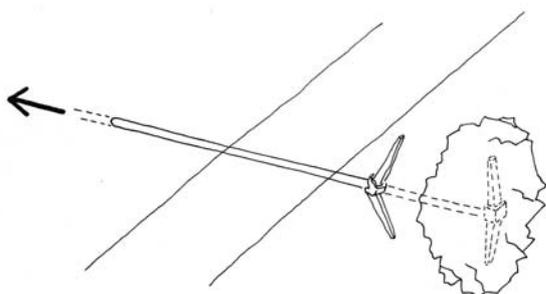
38. *Bevagna (PG) - Chiesa di S. Francesco - 1997*

L'apertura di un foro comporta lo strappo di parti di muratura e l'allentamento di quella circostante. Lo stato tensionale non viene ripristinato con la semplice costruzione della nuova cornice del foro.

**FATTORI SPECIFICI DI VULNERABILITA'DOVUTI A:
V.3 - Ruolo degli elementi di presidio esistenti**

V.3 RUOLO DEGLI ELEMENTI DI PRESIDIO ESISTENTE

V.3.1 Elementi di presidio: tiranti inefficaci o inadeguati

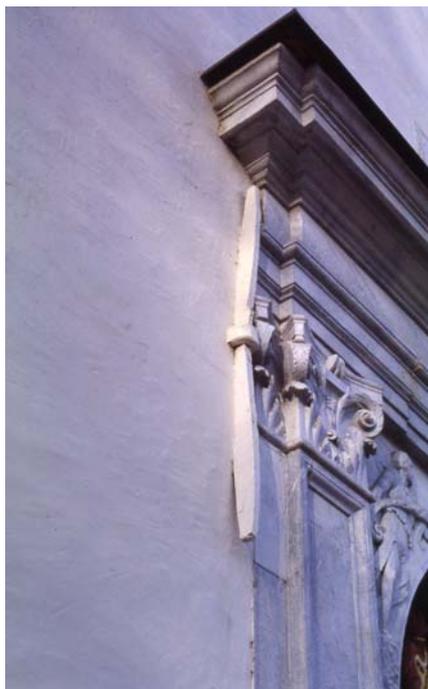


Elementi di presidio presenti nella fabbrica quali i tiranti metallici che risultano inefficaci per mancato tensionamento o inadeguati per altri fattori specifici (sezione ridotta, capochiave sottostimati per dimensione o forma, ..). Nella configurazione strutturale della fabbrica i tiranti svolgono essenzialmente una doppia funzione: solidarizzare parti all'interno dello stesso macroelemento o di stabilizzare reciprocamente macroelementi diversi.

Quando questi non svolgono più nessuna funzione oppure risultano inadeguati, oltre al mancato beneficio in termini di stabilizzazione della fabbrica, si determinano condizioni di vulnerabilità specifica per rotture localizzate.

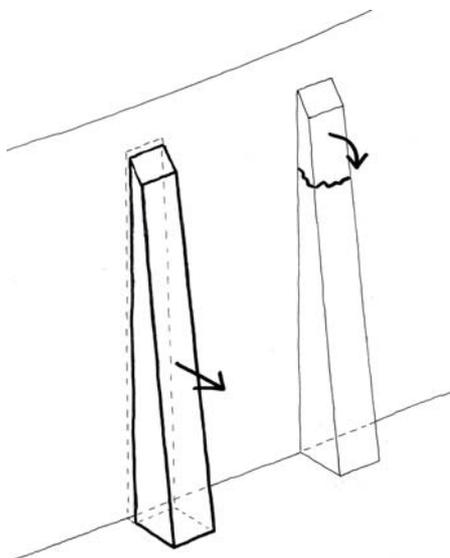
39. Pioraco (MC) - Chiesa di S.Maria delle Lacrime a Sepio - 1997

Si evidenzia il danno localizzato provocato dal tirante fortemente sollecitato con dimensioni del capochiave sottostimate e posto in prossimità dell'angolata. In questo caso i tiranti si è ritratto all'interno della muratura in quanto quest'ultima non è stata in grado di fornire una resistenza adeguata a diffondere e contrastare la sollecitazione trasmessa dal presidio.



40. Tirante con capochiave a paletto. Si nota la deformazione del paletto la cui sezione è inadeguata a resistere alle sollecitazioni trasmesse dal tirante. Per effetto della deformazione si ha inoltre una riduzione della parte di muratura sulla quale viene diffuso lo sforzo.

V.3 RUOLO DEGLI ELEMENTI DI PRESIDIO ESISTENTE



V.3.2 Elementi di presidio: contrafforti inadeguati

Elementi di presidio presenti nella fabbrica quali i contrafforti che risultano inadeguati per dimensionamento e/o forma o mal fondati che vengono meno alla loro funzione e capacità di opporsi a meccanismi fuori piano della muratura di appoggio.



41. Nocera Umbra (PG) - Chiesa di S.Gregorio e s.Romano a Colle - 1997

I contrafforti risultano semplicemente affiancati alla parete laterale e di dimensioni tali da non riuscire a contrastare rigidamente gli spostamenti fuori piano di quest'ultima.

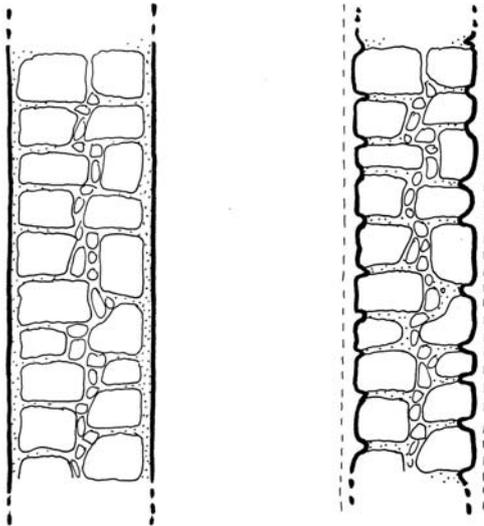
Le azioni trasmesse dalla parete rompono il contrafforte alla base e in sommità laddove il legante ha caratteristiche meccaniche più scadenti.

42. Serravalle di Chienti (MC) - Chiesa di Madonna del Piano - 1997

Il contrafforte addossato alla parete laterale della chiesa non presenta sufficienti elementi di connessione nei confronti dello scorrimento: si determina così, in fase sismica, un distacco con separazione dei due elementi. Questo presidio svolge comunque una debole azione di contenimento del meccanismo di rotazione fuori piano della parete laterale e subisce un dissesto al limite del collasso.

**FATTORI SPECIFICI DI VULNERABILITA'DOVUTI A:
V.4 - Degrado strutturale e debito manutentivo**

V.4 DEGRADO STRUTTURALE E DEBITO MANUTENTIVO



V.4.1 Degrado della muratura con perdita di legante tra i giunti

Degrado della muratura con perdita consistente di legante tra i giunti che determina un decadimento della efficienza meccanica dell'apparecchiatura muraria.

L'erosione dei giunti - dovuta ad un degrado causato da diversi fattori quali: qualità del legante, agenti atmosferici, presenza di acqua, mancata stilatura - può indurre una condizione di decoesione muraria con perdita di adesione tra malta di allettamento e supporti. Questo tipo di degrado strutturale può contribuire, inoltre, allo scorrimento dei supporti nella muratura condizionando i meccanismi di dissesto.



43. *Pieve Santo Stefano (AR) - Chiesa della SS. Trinità a Bulcianella - 2001*

L'erosione profonda dei giunti determina una riduzione della funzionalità strutturale della muratura. La perdita di legante tra i giunti induce forme di vulnerabilità muraria che costituiscono la sede privilegiata degli stati di danno (decoesione muraria, scorrimento dei supporti, formazione di lesioni, ecc.).



44. *Pieve Santo Stefano (AR) - Chiesa S. Lorenzo a Baldignano - 2001*

V.4 DEGRADO STRUTTURALE E DEBITO MANUTENTIVO

V.4.2 Degrado della muratura con perdita di materiale dei supporti

Degrado della muratura con perdita consistente di materiale dei supporti (pietra - mattone) che determina una riduzione della resistenza ed efficienza meccanica della struttura.

Si configura sia come degrado proprio dei materiali dovuto al decadimento fisico (presenza di umidità e gelo, dilavamento, ...) sia come degrado strutturale della compagine muraria dovuto alla riduzione della rigidità in quanto viene a mancare l'apporto della porzione più esterna della sezione resistente.

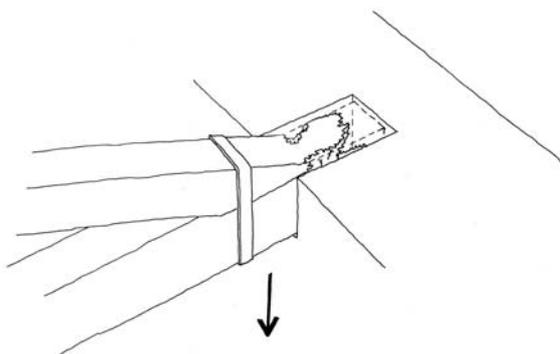
45. Pieve Santo Stefano (AR) - Chiesa S. Lorenzo in Badignano - 2001

Degrado della pietra con perdita di materiale costitutivo: progressivo peggioramento delle caratteristiche meccaniche originarie. Questo fenomeno di degrado si presenta, spesso, insieme con la perdita di legante tra i giunti che combinandosi determinano nella muratura un riduzione della sezione resistente.



V.4 DEGRADO STRUTTURALE E DEBITO MANUTENTIVO

V.4.3 Degrado degli elementi lignei di copertura per immarcimento delle teste delle capriate



Degrado degli elementi di copertura dovuto a immarcimento delle teste lignee per la progressiva perdita di efficienza nel nodo strutturale. Legata a condizioni manutentive (efficienza del manto di copertura e dei sistemi di raccolta delle acque), la riduzione dell'efficienza della connessione muro - tetto può portare la struttura a non assolvere più la funzione di solidarizzazione tra murature.

In fase sismica si potrà avere la perdita dell'appoggio della travatura con crolli parziali e/o generali della struttura.

46. Feltre (BL) - Chiesa di Ognissanti

Immarcamento parziale della testa lignea di una capriata all'interno della muratura. Questa forma di degrado strutturale si compone oltre che degli effetti di dissesto, dovuti alla perdita dell'appoggio, anche degli effetti di degrado proprio del materiale costitutivo.



V.4 DEGRADO STRUTTURALE E DEBITO MANUTENTIVO

V.4.4 Degrado degli elementi lignei di copertura per decadimento fisico

Degrado generalizzato degli elementi lignei di copertura (orditura principale e secondaria, struttura dell'impalcato) dovuto a decadimento fisico con perdita della consistenza: fattori di naturale invecchiamento, attacco biologico, presenza d'acqua, porta la struttura al limite della resistenza in condizioni statiche ma non a sopportare l'incremento delle sollecitazioni dovute al sisma.

Un'altra forma di degrado che condiziona la struttura del tetto è la deformazione per inflessione della trave di colmo che induce a spinte localizzate sulle murature d'ambito condizionando i meccanismi di danno.



47. *Pieve Santo Stefano (AR) - Chiesa della SS. Trinità a Bulcianella - 2001*

Degrado del sistema di copertura che coinvolge sia l'orditura principale sia quella secondaria. Il danno sismico indotto da forme di degrado anche della sola orditura secondaria può essere causa di significativi dissesti o crolli più o meno estesi con gravi ripercussioni sulle strutture sottostanti. Il deterioramento degli elementi lignei di copertura può costituire la causa di riduzione di connessioni tra gli elementi costruttivi. A loro volta, le sconessioni dei manti di copertura conseguenti ad un terremoto possono innescare fenomeni di degrado che costituiscono un effetto differito potenzialmente pericoloso.

2.3 Meccanismi di danno per le chiese ³

Nelle pagine seguenti è riportato dapprima un abaco generale dei meccanismi di danno delle chiese raggruppati per macroelementi e successivamente le schematizzazioni corredate da esempi fotografici in cui i meccanismi vengono descritti singolarmente. In tali descrizioni si è cercato di mettere in luce, laddove possibile, quali siano i fattori che rendono maggiormente vulnerabile un macroelemento ad un determinato meccanismo o viceversa, quali contribuiscano a conferire alla struttura una maggiore resistenza alle azioni sismiche.

Gli schemi interpretativi dei possibili cinematismi di collasso sono rappresentati mediante rotazioni o traslazioni di corpi rigidi anche se nella realtà le deformazioni non sono sempre concentrate in corrispondenza di singole lesioni ma, specialmente per murature di scarsa qualità, su ampie zone con formazione di fasci di lesioni. In questi casi il riconoscimento dei meccanismi attivati può trovare conferma dall'osservazione di eventuali perdite di verticalità o di allineamento oppure in generale degli stati deformativi che devono essere congruenti con i cinematismi di riferimento.

I macroelementi delle chiese presi in considerazione in questo studio complessivamente undici e sono: la facciata, la parete

laterale e di navata, l'arco trasversale, l'abside, la volta, la cupola e tamburo, la torre e la cella campanaria, gli aggetti con le vele campanarie; tali macroelementi risultano i più frequenti e quelli per i quali la casistica disponibile, derivante dallo studio dei reali effetti dei sismi sulle chiese (Friuli 1976; Irpinia 1980; Emilia 1987, 1996, 2000; Lunigiana 1995; Val Tiberina 1997, 2001; Umbria-Marche 1997; Slovenia 1998; Pollino 1998; Molise 2002), rende corretto un approccio metodologico che si fonda sulla possibilità di prevedere il comportamento sismico futuro di un manufatto per analogia con il comportamento effettivo riscontrato in casi analoghi.

Esulano dalla trattazione di questa parte le chiese con tipologie poco ricorrenti o di particolare complessità architettonica e/o strutturale.

Le coperture non sono state prese in considerazione come macroelementi propri ma come strutture che subiscono danni dall'attivazione di meccanismi propri delle parti sottostanti pur svolgendo un ruolo essenziale nel determinare il comportamento sismico di queste ultime

La **facciata**, è il macroelemento per il quale l'interpretazione dei meccanismi è più agevole in quanto la casistica disponibile di comportamento è più estesa e le tipologie ricorrenti si prestano alle schematizzazioni necessarie per questo tipo di trattazione.

Le parti strutturali che determinano le condizioni al contorno, le fasce di sovrapposizione, sono costituite da porzioni di parete laterale che generalmente possono essere limitate a una larghezza pari a metà dell'altezza di facciata, oltre alla copertura e, se presenti, alle volte dell'aula.

L'evoluzione dei meccanismi di facciata è condizionata in misura significativa dalla presenza, dimensione e disposizione delle aperture (finestre, rosoni ecc..), dalle spinte delle coperture non controventate e delle volte nonché da fenomeni di interazione dinamica con altri macroelementi come i campanili adiacenti alla facciata. Le cornici e le lesene, se ben connesse alle murature, aumentano l'inerzia della parete e sono in grado di contrastare l'insorgenza dei meccanismi fuori piano che coinvolgono le parti interne del macroelemento mentre altri presidi quali le catene longitudinali sono in grado di contrastare anche i meccanismi che coinvolgono le fasce di sovrapposizione come nel caso del ribaltamento con lesioni nella parte laterale.

Per le **pareti laterali** e la **parete di navata** una classificazione tipologica è poco agevole in quanto per questo macroelemento, oltre alla variabilità insita nei caratteri tipologici propri, si aggiunge quella derivante dalle possibili connessioni con gli altri corpi di fabbrica quali le cappelle, le sagrestie e gli agglomerati urbani che determinano situazioni difficilmente codifica-

bili a priori.

Questo macroelemento ha delle interazioni particolarmente significative con la copertura in quanto è sulla parete laterale che l'orditura principale trasferisce i carichi e quindi in fase sismica è su questi macroelementi che si concentrano puntualmente le forze sismiche generate dal tetto che rappresentano una concausa estremamente significativa per attivare o aggravare i meccanismi della parete laterale. Per contro una copertura efficacemente solidarizzata alle murature perimetrali e in grado di trasferire le azioni sismiche può far sì che le due pareti laterali opposte fungano mutuamente l'una da contrasto per i meccanismi fuori piano dell'altra.

Nelle chiese a tre navate le pareti centrali (pareti di navata), anche se dotate di molte aperture, non risentono significativamente dell'azione fuori piano a causa del contrasto offerto dalle navate laterali.

Gli **archi trasversali**, generalmente a tutto sesto o a sesto acuto, sono collegati alle pareti laterali e fungono da sostegno per la copertura. Fra questi va considerato anche l'arcone trionfale che, pur sviluppando analoghi meccanismi, ha diverse condizioni al contorno determinate dal contatto con l'abside e differisce generalmente dai primi per i diversi rapporti fra le dimensioni del foro rispetto al pannello murario tanto che in alcuni casi il funzionamento ad arco della struttura può venir

meno.

Per gli archi trasversali si sono considerati solamente i meccanismi nel piano in quanto per gli spostamenti nella direzione perpendicolare i piedritti sono vincolati alla parete laterale e la parte sommitale è generalmente collegata alla copertura, condizioni queste in grado di contrastare i meccanismi fuori piano.

Negli schemi di meccanismo sono stati rappresentati esempi in cui le spalle dell'arco, generalmente snelle, subiscono delle rotazioni alla base ma se i piedritti sono tozzi - come nel caso degli archi trionfali - questi possono subire rotture a taglio; resta comunque invariato l'effetto di spostamento dell'appoggio dell'arco.

La dimensione del piedritto risulta significativa anche per gli effetti che l'arco genera sulla parete laterale: se i piedritti hanno dimensioni considerevoli svolgono un'azione di irrigidimento assorbendo una buona parte delle azioni sismiche in direzione trasversale; se invece il piedritto è snello e non incatenato esercita una spinta con componente orizzontale che grava direttamente sulla parete laterale.

L'**abside** è un macroelemento tridimensionale costituito, a seconda dei casi o da una parete curva o da un insieme di pannelli murari a pianta rettangolare/quadrata o poligonale. Generalmente la copertura è realizzata con puntoni che esercitano spinte verso l'esterno del macroelemento

lungo il perimetro o in corrispondenza delle angolate delle absidi poligonali che favoriscono i meccanismi propri delle stesse. Altri fattori vulnerabili sono rappresentati dalla presenza di aperture, che indeboliscono la struttura, e delle volte che esercitano delle spinte ad un'altezza intermedia della parete e che non vengono quindi contrastate dalla presenza di elementi strutturali come i cordoli volti a eliminare le spinte della copertura.

In alcuni casi la zona del presbiterio, che divide l'aula dal catino absidale, ha un'estensione tale da potersi considerare un macroelemento autonomo nel quale si attivano prevalentemente meccanismi di taglio nelle due pareti laterali.

Per le **volte** valgono in parte le considerazioni sviluppate per la copertura, nel senso che questi elementi strutturali sviluppano dei danni indotti dai meccanismi che si attivano nelle strutture sottostanti, ad esempio i ribaltamenti delle pareti sulle quali poggiano. E' però vero che alcuni meccanismi coinvolgono le sole volte, specialmente nei casi di volte sottili: si pensi, ad esempio ad eventuali carichi trasmessi direttamente dalla copertura, alla presenza di rinfianchi molto pesanti ecc... In ogni caso, le volte costituiscono - come insegnano gli eventi sismici più recenti - uno degli elementi strutturali a maggiore vulnerabilità in una chiesa, e possono arrivare al crollo anche per bassi livelli

dell'intensità sismica; lo studio delle modalità di collasso di questi macroelementi, l'interazione fra le volte e le strutture verticali di sostegno rappresentano quindi un passo imprescindibile ai fini della redazione di progetti che perseguano consapevolmente gli obiettivi primari della sicurezza sismica. Il comportamento sismico è fortemente influenzato dalla tipologia architettonica, dai materiali costitutivi e dalle modalità costruttive (mattoni in foglio, a spina di pesce).

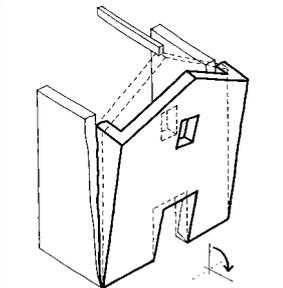
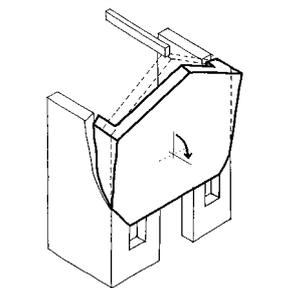
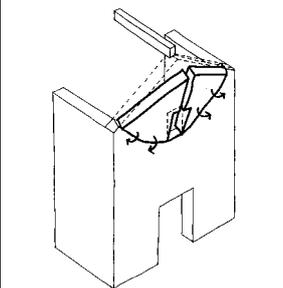
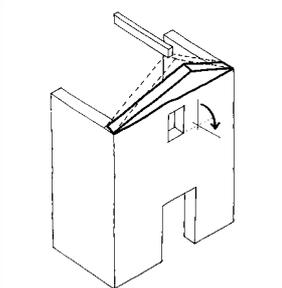
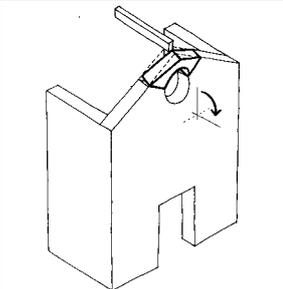
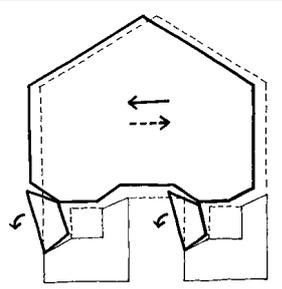
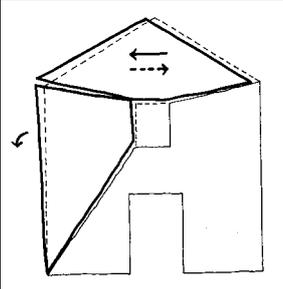
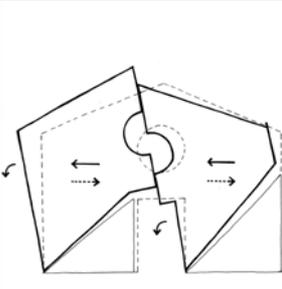
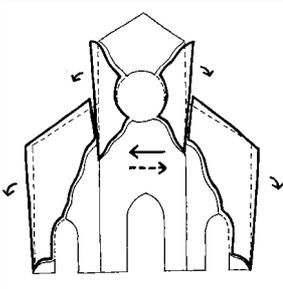
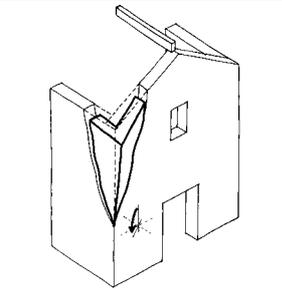
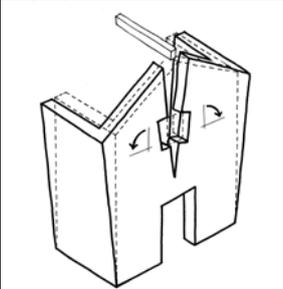
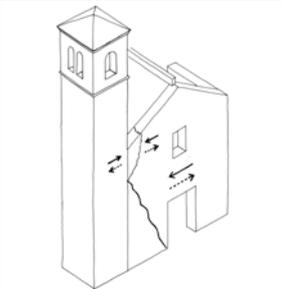
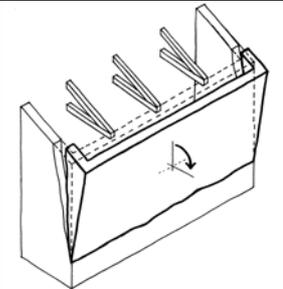
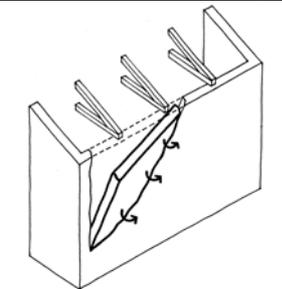
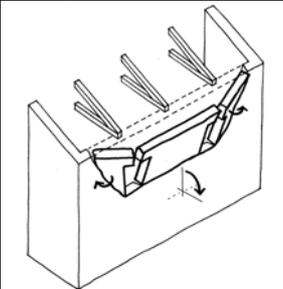
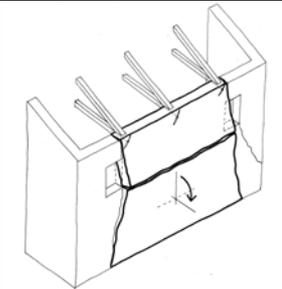
A differenza degli altri macroelementi, la **cupola** e **tamburo** e/o **tiburio** sono presenti in un numero ridotto di chiese. Questi macroelementi hanno la caratteristica negativa per la fabbrica di costituire delle masse oscillanti ad altezze spesso considerevoli, che scaricano a terra mediante pilastri, elementi strutturali in sé poco adatti a resistere ad azioni orizzontali. Le sollecitazioni sismiche sono quindi assorbite dagli altri elementi strutturali della chiesa: pareti di navata, del transetto, dell'abside ecc... Oltre alle azioni indotte, tali macroelementi sono strutturalmente penalizzati dalla presenza al loro interno di superfici forate, indispensabili per l'illuminazione degli edifici di culto. Inoltre per le cupole vanno menzionati gli sforzi di trazione presenti nei paralleli anche in condizioni statiche, amplificati dalle azioni sismiche.

In merito ai campanili si sono distinti i meccanismi relativi al macroelemento torre campanaria, cella campanaria e vela campanaria. Per quanto riguarda la **torre campanaria** si sono esaminate solo quelle a pianta chiusa, ovvero riconoscibili in pianta fin dalla base, e si sono trascurate tutte le altre situazioni, considerando che un campanile poggiante alla base su uno o più pilastri agli spigoli debba necessariamente essere studiato con strumenti analitici più approfonditi. La torre campanaria non sempre è stata considerata macroelemento unico, bensì quando la lettura del comportamento complessivo ha rilevato una particolare interazione con la **cella campanaria** con danni significativi si è ritenuto distinguere le due parti come elementi distinti. Infatti spesso si sono osservati dissesti riguardanti separatamente i due macroelementi, ma in certi casi i danni ai due macroelementi sono chiaramente riconducibili alla mutua interazione.

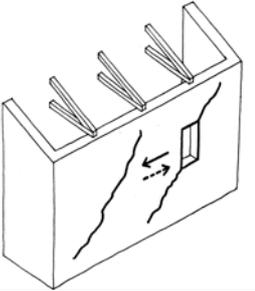
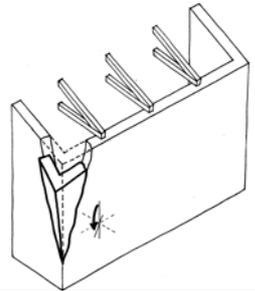
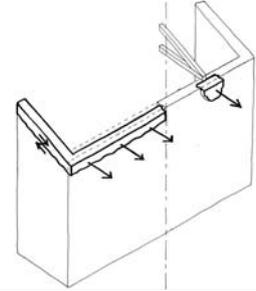
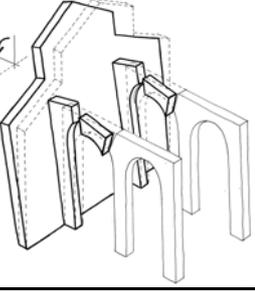
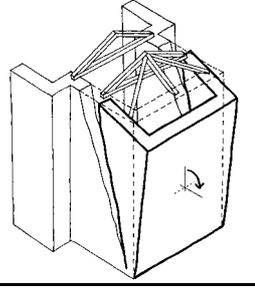
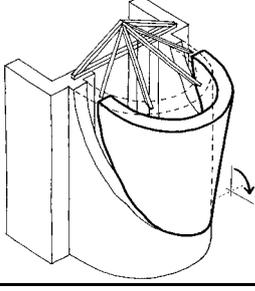
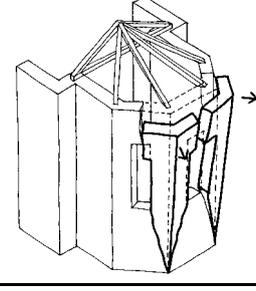
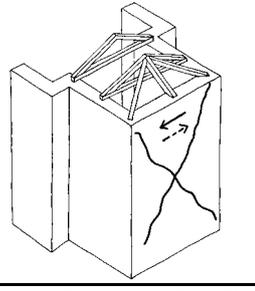
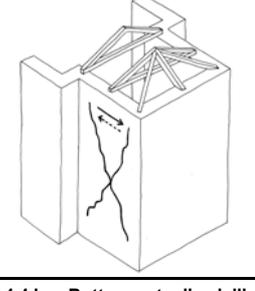
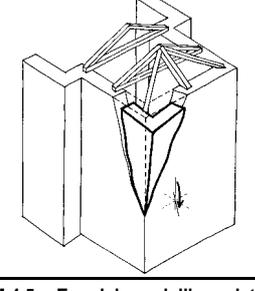
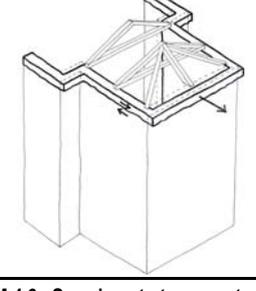
Da ultimo si sono considerati i macroelementi costituiti da **aggetti** e **vele campanarie** che, pur nella varietà tipologica, rappresentano comunque delle parti caratterizzate da elevate snellezze e dotati di scarse risorse strutturali per resistere alle azioni sismiche.

³ In questa sezione sono state utilizzate parti, a cura degli stessi autori, contenute in: MORETTI A., *Vulnerabilità tipica e meccanismi di danno delle chiese*, in: DOGLIONI F., *Codice di Pratica*, cit., 2000, pp. 54 - 75.

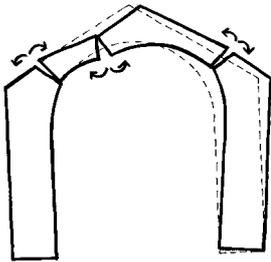
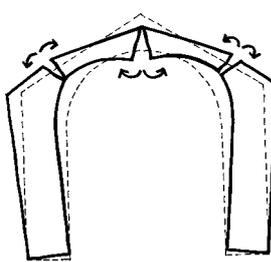
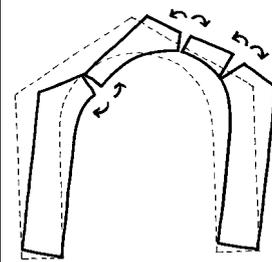
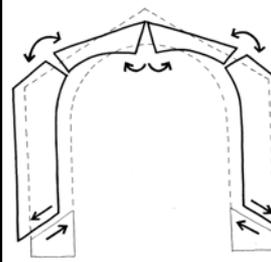
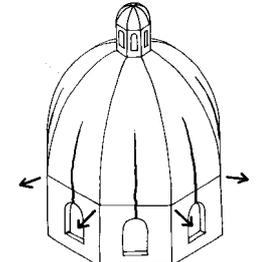
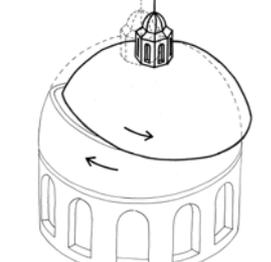
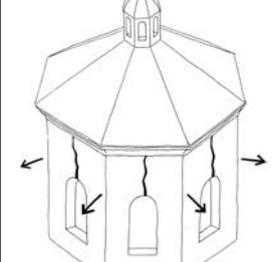
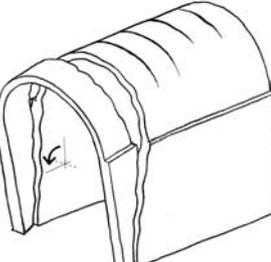
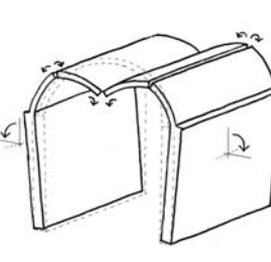
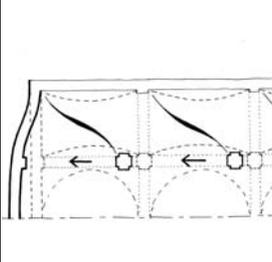
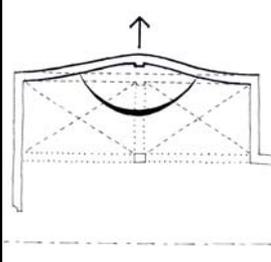
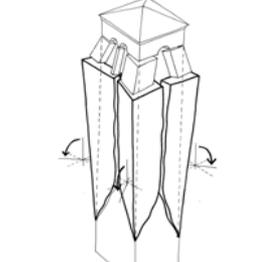
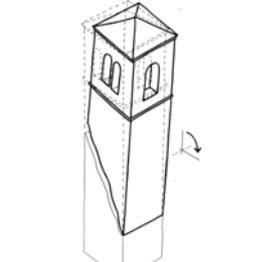
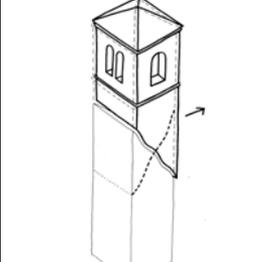
ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.1 FACCIATA					
	M.1.1 Rotazione fuori piano della facciata con formazione di cerniera cilindrica alla base	M.1.2 Rotazione fuori piano della facciata con formazione di cerniera cilindrica orizzontale nella fascia bassa	M.1.3 Rotazione fuori piano della facciata con formazione di cerniere cilindriche oblique nella fascia alta	M.1.4 Rotazione fuori piano del timpano con formazione di cerniera cilindrica orizzontale	
					
	M.1.5 Articolazione della parte sommitale della facciata con formazione di cerniere cilindriche oblique	M.1.6.a Rottura a taglio della facciata	M.1.6.b Rottura a taglio della facciata	M.1.6.c Rottura a taglio della facciata	
					
	M.1.6.d Rottura a taglio della facciata a salienti nelle fasce laterali	M.1.7 Espulsione dell'angolata della facciata	M.1.8 Separazione della facciata in asse	M.1.9 Interazione tra torre campanaria e facciata	
	M.2 PARETE LATERALE				
		M.2.1 Rotazione fuori piano della parete laterale con formazione di cerniera cilindrica orizzontale alla base	M.2.2 Rotazione fuori piano della parete laterale libera in sommità e vincolata efficacemente su due lati con formazione di cerniera cilindrica obliqua	M.2.3 Rotazione fuori piano della parete laterale libera in sommità e vincolata efficacemente su tre lati con formazione di una cerniera cilindrica orizzontale e due oblique	M.2.4 Rotazione fuori piano della parete laterale vincolata efficacemente su quattro lati con formazione di una o due cerniere cilindriche orizzontali

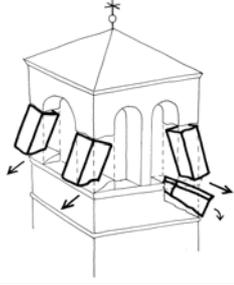
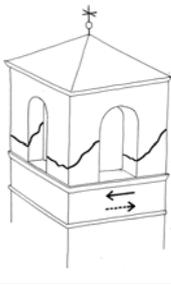
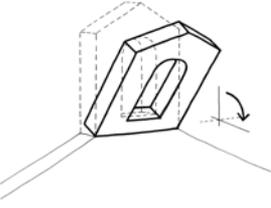
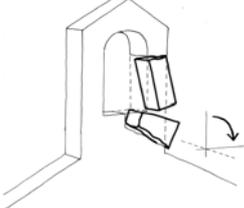
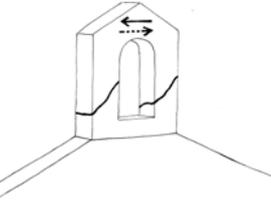
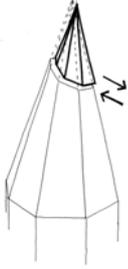
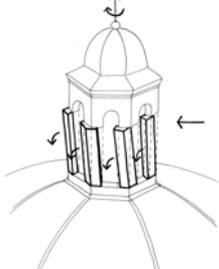
ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.2 PARETE LATERALE				
	M.2.5 Rottura a taglio della parete laterale	M.2.6 Espulsione dell'angolata della parete laterale	M.2.7 Scorrimento tra copertura e parete laterale	
M.3 PARETE DI NAVATA				
	M.3.1 Spostamento verso l'esterno della parte terminale della parete di navata			
M.4 ABSIDE				
	M.4.1 Rototraslazione della parete di estremità dell'abside	M.4.2 Rototraslazione o traslazione della parte superiore dell'abside con distacco lungo un piano inclinato	M.4.3 Rotazione o rototraslazione fuori piano delle angolate o di fasce verticali dell'abside	M.4.4.a Rottura a taglio dell'abside
				
	M.4.4.b Rottura a taglio dell'abside	M.4.5 Espulsione dell'angolata dell'abside	M.4.6 Scorrimento tra copertura e abside	

ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

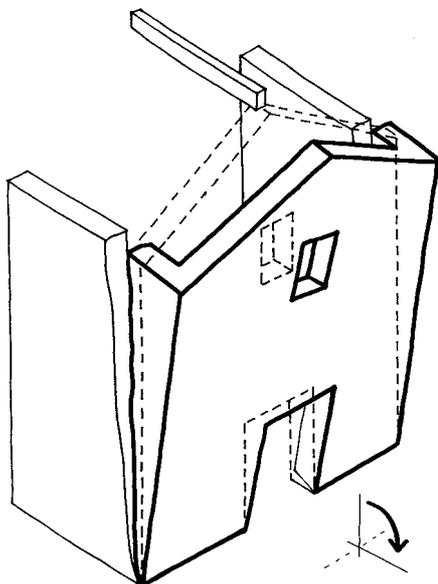
M.5 ARCO TRASVERSALE					
	M.5.1 Rotazione monolaterale nel piano di una spalla dell'arco trasversale	M.5.2 Rotazione bilaterale simmetrica nel piano delle spalle dell'arco trasversale	M.5.3 Rotazione concorde nel piano delle spalle dell'arco trasversale	M.5.4 Rottura a taglio bilaterale simmetrico nelle spalle dell'arco trasversale	
	M.6 CUPOLA E TAMBURO				
		M.6.1 Separazione fra i meridiani della cupola	M.6.2 Rototraslazione o traslazione della parte superiore della cupola con distacco lungo un piano inclinato	M.6.3 Rotazione o rototraslazione fuori piano delle angolate o di fasce verticali del tamburo	
M.7 VOLTA					
	M.7.1 Distacco fra gli archi elementari della volta	M.7.2 Rottura degli archi elementari della volta	M.7.3 Rottura a taglio della volta	M.7.4 Rottura localizzata per allontanamento di un punto d'appoggio della volta	
	M.8 TORRE CAMPANARIA				
		M.8.1 Espulsione di una o più angolate della torre campanaria	M.8.2 Rototraslazione della torre campanaria con cerniera cilindrica ad asse orizzontale o cerniera sferica in corrispondenza di uno spigolo	M.8.3 Traslazione della parte superiore della torre campanaria	

ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.9 CELLA CAMPANARIA				
	M.9.1 Traslazione o rototraslazione dei ritti della cella campanaria	M.9.2 Traslazione con rottura a taglio nei ritti della cella campanaria		
M.10 VELA CAMPANARIA				
	M.10.1 Rotazione fuori piano della vela campanaria con formazione di cerniera cilindrica orizzontale alla base	M.10.2 Traslazione o rototraslazione nel piano di uno o più ritti della vela campanaria	M.10.3 Rottura a taglio della vela campanaria	
M.11 AGGETTI				
	M.11.1 Rototraslazione o traslazione della parte superiore della guglia con distacco lungo un piano inclinato	M.11.2 Rotazione dei ritti della lanterna		

**MECCANISMI DI DANNO DEL:
M.1 - Macroelemento facciata**

M.1 MACROELEMENTO FACCIATA



M.1.1 Meccanismo di rotazione fuori piano della facciata con formazione di cerniera cilindrica alla base

La formazione del meccanismo presuppone lo scollamento della facciata dalla copertura e dal corpo dell'aula che può manifestarsi o con la rottura delle murature nella fascia di sovrapposizione con le pareti laterali o con il distacco lungo lo spigolo verticale provocato da un ammortamento inefficace e/o dalla presenza di discontinuità fra le parti.

L'andamento delle lesioni caratteristiche, che generalmente nel primo caso sono inclinate e nel secondo pressoché verticali, può essere condizionato in modo significativo dalla presenza di forature in corrispondenza delle fasce di sovrapposizione o da presidi per l'ancoraggio della facciata che interessano solo una fascia limitata di parete laterale.

48. Gemona del Friuli (UD) - Chiesa del SS. Nome di Maria del Fossale - 1976

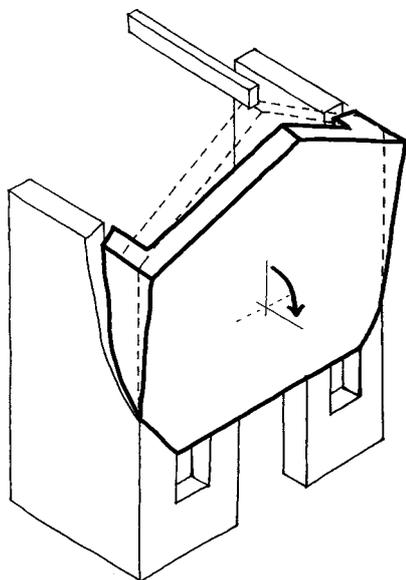
L'attivazione del meccanismo è dovuta alla carenza dei vincoli al contorno: si può infatti osservare la scarsa consistenza della muratura della parete laterale in rapporto a quella della facciata; quest'ultima ha avuto un comportamento rigido rispetto alle azioni fuori piano e il vincolo costituito dalle pareti laterali dell'aula non ha garantito una resistenza sufficiente.

Oltre all'inefficacia dell'ammorsatura muraria e alla discontinuità tra le pareti (causata dai diversi materiali da costruzione utilizzati), ha favorito l'attivazione del meccanismo anche la presenza di una apertura nella parete laterale.



ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.1 MACROELEMENTO FACCIATA



M.1.2 Meccanismo di rotazione fuori piano della facciata con formazione di cerniera cilindrica orizzontale nella fascia bassa

La fascia muraria bassa della facciata costituisce una sezione preferenziale per la formazione di cerniera di rotazione quando è indebolita per la presenza di aperture ravvicinate.

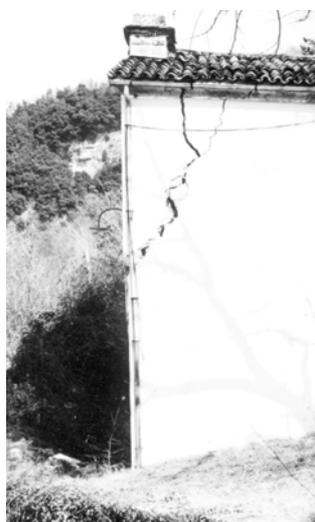
Come nel caso del meccanismo M.1.1 vengono coinvolte le fasce di sovrapposizione con le pareti laterali che risultano lesionate.

Un fattore che influenza negativamente l'evoluzione del meccanismo è rappresentato dall'altezza del pannello murario superiore in rapporto alle sezioni resistenti fra i fori.

49, 50. *Osoppo (UD) - Chiesa di S. Giacomo - 1976*

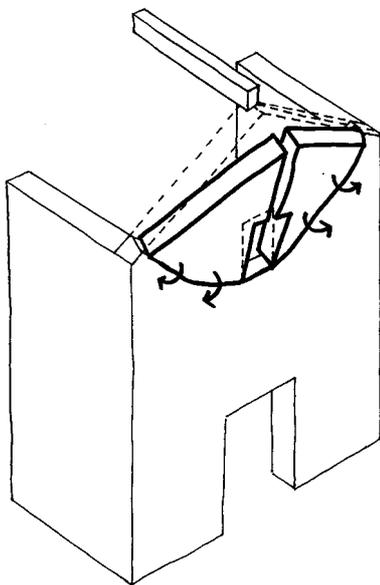
La presenza di un'alta percentuale di fori alla base della parete di facciata costituisce una linea preferenziale per la formazione della cerniera cilindrica a seguito dell'attivazione del meccanismo di rotazione fuori piano.

La parte di muratura al di sopra dei fori è trattenuta da una sezione resistente ridotta appartenente alla parete laterale, nella quale si concentrano gli sforzi che generano lesioni.



ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.1 MACROELEMENTO FACCIATA



M.1.3 Meccanismo di rotazione fuori piano della facciata con formazione di cerniere cilindriche oblique nella fascia alta

L'insorgenza del meccanismo è determinata dalla presenza di una foratura, aperta o tamponata, nella parte centrale della facciata.

Le lesioni tipiche che ne evidenziano l'attivazione sono simmetriche rispetto all'asse centrale della facciata e l'andamento è tale da unire i punti sommitali dei bordi del macroelemento con la parte bassa della foratura.

Nella progressione del cinematismo si possono formare cerniere oblique secondarie che coinvolgono anche la parte compresa tra il foro centrale e il portale.

51. Forgia (UD) - Chiesa di S.Lorenzo - 1976

Il meccanismo di rotazione ha determinato il crollo della porzione di muratura nella zona centrale delimitata da profili obliqui convergenti al foro superiore della facciata.

Si possono inoltre osservare lesioni che dalle estremità superiori della parete convergono al portale e che evidenziano la progressione del meccanismo.



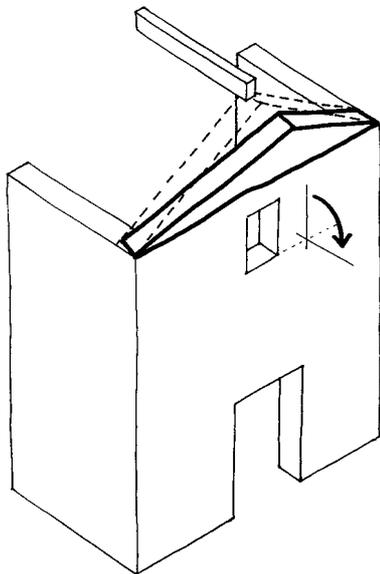
52. Nocera Umbra (PG) - Chiesa di S.Felice e Costanzo - 1997

In seguito al sisma del 26 settembre 1997 era crollata la parte sommitale della facciata al di sopra di un foro rettangolare presente nella parte centrale.

In questa fotografia, scattata dopo nove mesi dall'evento principale, si osserva come il profilo superstite converga verso il portale evidenziando le linee di cerniera corrispondenti all'ulteriore avanzamento del meccanismo che coinvolge, anche se con minore entità, la parte muraria compresa tra foro e portale.

ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.1 MACROELEMENTO FACCIATA



M.1.4 Meccanismo di rotazione fuori piano del timpano con formazione di cerniera cilindrica orizzontale

Il meccanismo si presenta prevalentemente nei casi in cui il timpano è realizzato in discontinuità con il corpo della facciata o è di spessore ridotto rispetto a quest'ultimo.

Una copertura non controventata può esercitare sul timpano delle spinte localizzate determinanti per l'attivazione del meccanismo.



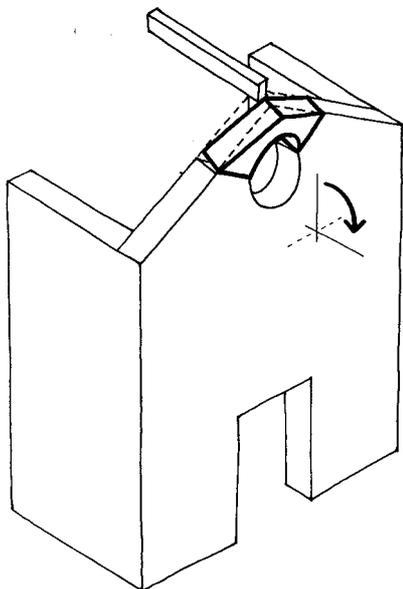
53. Angri (SA) - Chiesa di S. Maria del Carmine - 1980

La formazione di una cerniera orizzontale netta (ben individuata dal profilo di crollo) induce a supporre che la principale causa di innesco del meccanismo sia costituita dall'esistenza di una discontinuità nello spessore e/o nel materiale delle murature della facciata rispetto al timpano.

La mancanza di collegamento tra il timpano e la copertura costituisce un'ulteriore condizione sfavorevole per il ribaltamento della parte alta della facciata.

ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.1 MACROELEMENTO FACCIATA



M.1.5 Meccanismo di articolazione della parte sommitale della facciata con formazione di cerniere cilindriche oblique

La caratteristica tipologica che determina l'insorgenza del meccanismo è la presenza di un foro nella parte sommitale del timpano.

La parte di muratura che funge da architrave è di dimensioni ridotte e non consente un efficace collegamento fra le fasce di muratura laterali alte che hanno spostamenti indipendenti in fase sismica. L'architrave si sconnette ai lati e subisce una rotazione verso l'esterno anche per effetto della spinta localizzata della trave di colmo.

54. Gemona del Friuli (UD) - Chiesa del SS. Nome di Maria a Fossale - 1976

La spinta della trave di colmo ha provocato l'articolazione della porzione di timpano al di sopra del foro centrale che in seguito è crollato; questa porzione era scarsamente collegata alla muratura della facciata proprio a causa della presenza dell'apertura.

Si può osservare come, a seguito del crollo, nella porzione di facciata a sinistra si sia innescato un meccanismo di rotazione nel piano.

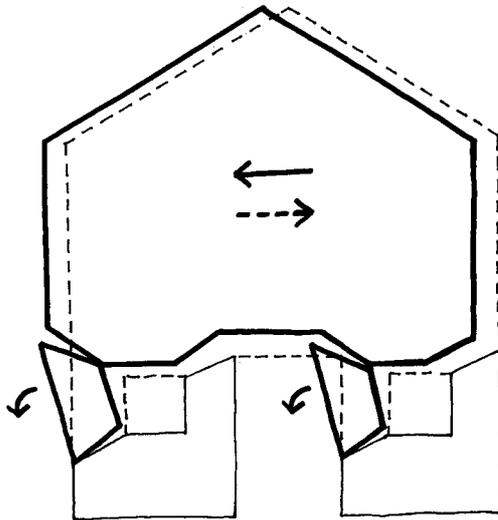


55. Serravalle di Chienti (MC) - Abbazia di S. Salvatore ad Acquapagana - 1997

La parte muraria soprastante l'ampio rosone è di esiguo spessore, non è in grado di collegare efficacemente tra loro le fasce murarie laterali; queste in fase sismica si sono mosse in modo indipendente e hanno determinato la formazione di gravi lesioni nella parte muraria sopra il rosone. Si osserva il nucleo in calcestruzzo all'estremità della trave di colmo che può aver svolto un'azione di martellamento nei confronti della parte sommitale.

ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.1 MACROELEMENTO FACCIATA



M.1.6.a Meccanismo di rottura a taglio della facciata

La rottura a taglio nella fascia bassa della facciata si manifesta a causa dell'indebolimento determinato dalla presenza di diverse aperture.

La tipologia che determina il meccanismo è la stessa del meccanismo M.1.2, con la differenza che in questo caso l'attivazione del meccanismo fuori piano è inibita dalla presenza di qualche presidio (cordoli efficaci, tiranti, elementi di connessione con la copertura ecc.).

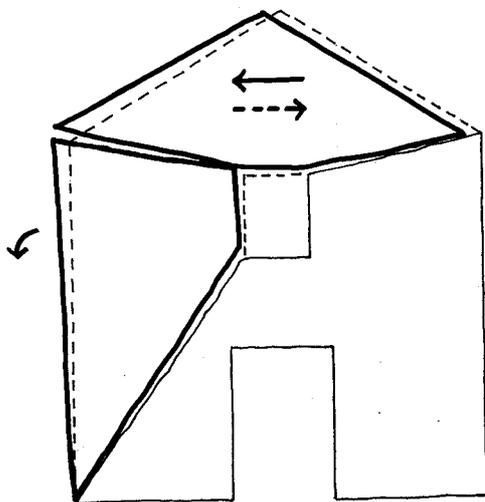


56. Cerreto di Spoleto (PG) - Chiesa di S.Maria delle Grazie a Triponzo - 1997

Il meccanismo coinvolge la fascia bassa di muratura interrotta da tre aperture. La disposizione delle forature nella parte bassa sarebbe tale da innescare l'attivazione del meccanismo di rotazione fuori piano con formazione di cerniera cilindrica orizzontale nella fascia bassa (meccanismo M.1.2), ma in questo caso la ridotta altezza della facciata e la presenza di una coppia di tiranti longitudinali che contrastano le azioni fuori piano innescano il meccanismo di rottura a taglio.

ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.1 MACROELEMENTO FACCIATA



M.1.6.b Meccanismo di rottura a taglio della facciata

La rottura a taglio è innescata da un'apertura nella parte alta che determina la formazione di due fasce murarie. La parte alta, costituita dal timpano e limitata inferiormente dal foro, si muove rigidamente nel proprio piano.

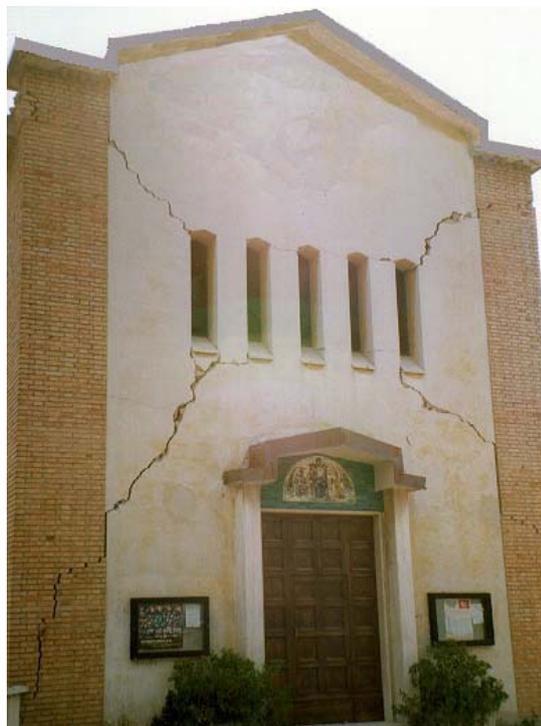
In questo caso il cinematismo verso l'esterno è generalmente impedito dalla presenza di una cornice nel timpano con caratteristiche costruttive tali da assolvere ad una funzione di irrigidimento anche per gli spostamenti nel piano della facciata.

57. Nocera Umbra (PG) - Chiesa di Nocera Scalo - 1997

Lo sviluppo di questo meccanismo è condizionato dalla presenza di un timpano rigido che impedisce i meccanismi fuori piano all'interno del macroelemento.

Le azioni sismiche nel piano sono scaricate sugli elementi resistenti costituiti dalle fasce verticali ai lati che si lesionano.

L'andamento delle lesioni è simmetrico rispetto all'asse della facciata a causa dell'alternarsi del verso dell'azione sismica.



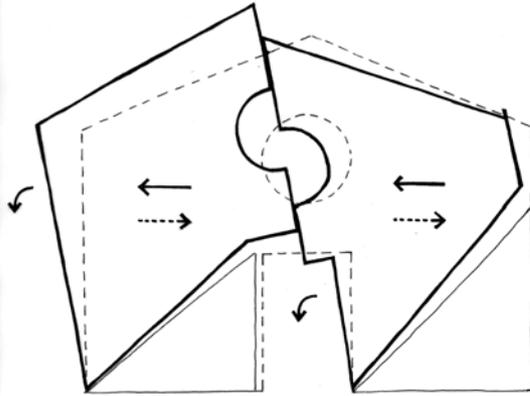
58. Atella (PZ) - Chiesa del Cimitero - 1980

Lo sviluppo di questo meccanismo è condizionato dalla presenza di un timpano rigido che impedisce i meccanismi fuori piano all'interno del macroelemento nonostante la presenza di una apertura tamponata al centro.

Le azioni sismiche nel piano sono scaricate sugli elementi resistenti costituiti dalle fasce verticali ai lati che si lesionano.

ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.1 MACROELEMENTO FACCIATA



M.1.6.c Meccanismo di rottura a taglio della facciata

La rottura a taglio nelle fasce murarie laterali è causata dal fatto che esse non sono collegate tra loro per effetto delle aperture in asse. Il comportamento delle fasce laterali tozze è simile a quello di due setti murari indipendenti.



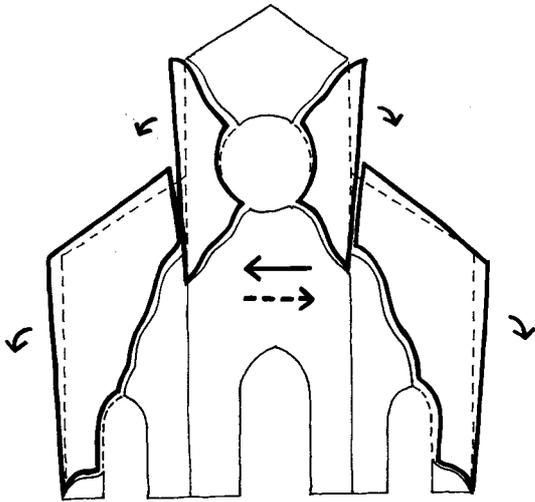
59. Serravalle di Chienti (MC) - Abbazia di S. Salvatore ad Acquapagana - 1997

La facciata della chiesa è interessata da un meccanismo di taglio nelle fasce laterali tozze (le cui lesioni sono visibili nella parte alta e in quella centrale); queste si separano per effetto del sisma in quanto non sono efficacemente collegate tra loro a causa della presenza delle aperture in asse.

La facciata ha inoltre subito uno scorrimento orizzontale nel proprio piano dell'ordine di circa un centimetro (misurabile alla base) che testimonia l'entità dell'azione sismica subita dalla fabbrica.

ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.1 MACROELEMENTO FACCIATA



M.1.6.d Meccanismo di rottura a taglio della facciata a salienti

È un meccanismo proprio delle chiese a tre navate con facciata a saliente.

La presenza del foro centrale favorisce il meccanismo di rottura a taglio nella parte centrale che sollecita ulteriormente le pareti delle navate laterali nel proprio piano.

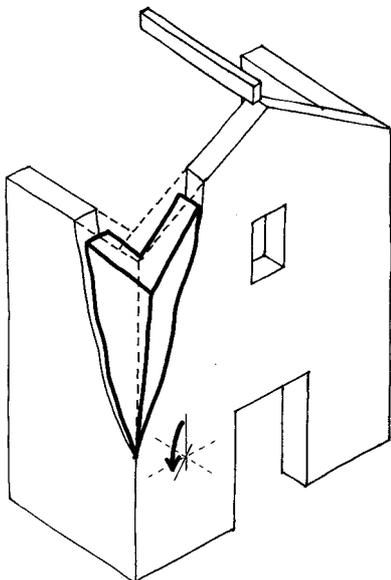


60. Forgaria del Friuli (UD) - Chiesa di S. Giuliana - 1976

Il fronte della navata centrale presenta una rottura a taglio con lesioni oblique incrociate convergenti nel grande rosone centrale; queste determinano la separazione della muratura in quattro porzioni che spingono verso i lati provocando il lesionamento nelle fasce laterali.

ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.1 MACROELEMENTO FACCIATA



M.1.7 Meccanismo di espulsione dell'angolata della facciata

È un meccanismo localizzato nella fascia di collegamento tra due pareti contigue ed è originato dalla forza esercitata dall'azione sismica nelle due direzioni ortogonali.

L'insorgenza del meccanismo è favorita dalla presenza di bordonali in copertura e di volte a crociera che esercitano una forza con componente orizzontale nella direzione diagonale anche in fase statica.

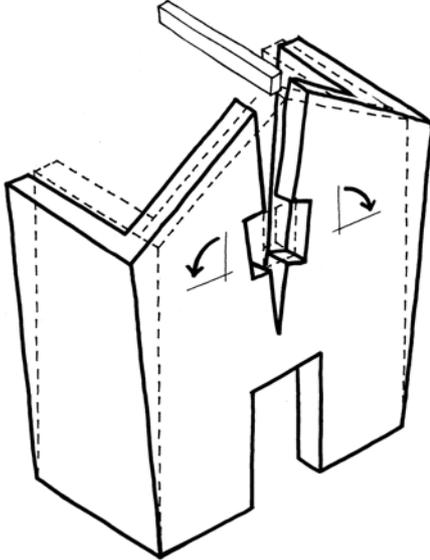
61, 62. *Castelnovo (PN) - Chiesa della Beata Vergine del Zucco - 1976*

Si osserva il meccanismo di espulsione dell'angolata, favorito dallo scarso ingranamento degli inerti costituenti la muratura (si distinguono infatti le pietre di forma tondeggianti) e dalla scadente qualità della malta.



ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.1 MACROELEMENTO FACCIATA



M.1.8 Meccanismo di separazione della facciata in asse

Si genera una linea di rottura con andamento pressoché verticale e in posizione centrale.

L'azione principale è generata dallo spostamento fuori piano delle pareti laterali.

L'attivazione del meccanismo è favorita sia dalla presenza di una discontinuità dovuta a diverse forature in linea che dalla presenza di terreni soffici che possono provocare cedimenti fondazionali delle pareti laterali.

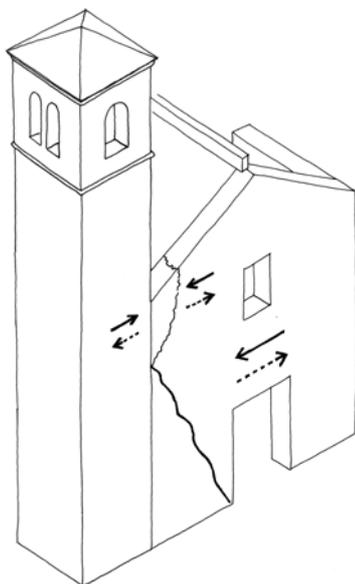
63. Moggio Udinese (UD) - Chiesa di S. Gallo - 1976

L'azione di rotazione fuori piano delle pareti laterali ha determinato la rottura per trazione del pannello murario di facciata nella zona in corrispondenza dell'asse, indebolita dalla presenza dei fori.



ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.1 MACROELEMENTO FACCIATA



M.1.9 Meccanismo dovuto all'interazione tra torre campanaria e facciata

Il meccanismo è specifico delle facciate che si trovano a contatto con la torre campanaria.

I due corpi accostati hanno diversi periodi propri di vibrazione che determinano forti sollecitazioni nelle murature a contatto.

Le lesioni tipiche sono costituite da una zona disgregata (dovuta al martellamento) nel punto di vincolo più alto e/o da una lesione inclinata che rivela la formazione di una biella compressa nel pannello murario di facciata adiacente al campanile. Il prevalere di una lesione tipica rispetto all'altra è determinato dalle modalità costruttive del collegamento (addossamento, continuità costruttiva, ecc.).

Analogo meccanismo si può anche verificare nelle chiese a tre navate con facciata a saliente.

64. Sellano (PG) - Chiesa di S. Antonio a Forfi - 1997



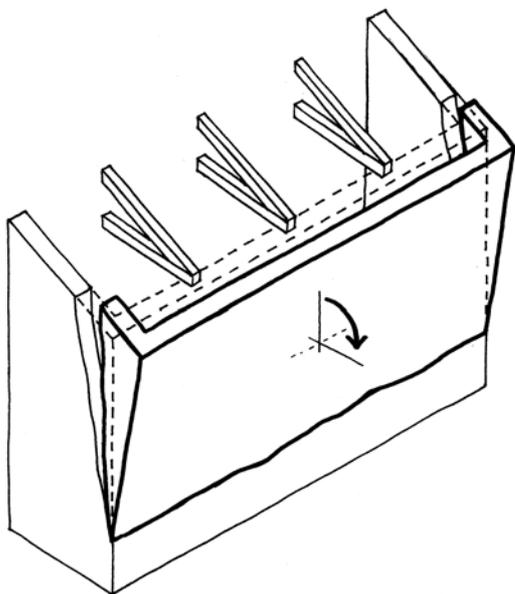
In entrambi i casi si osserva la formazione di una biella compressa nel pannello murario di facciata adiacente al campanile e la disgregazione della zona di muratura nel punto di contatto più alto tra i due macroelementi. In queste zone gli spostamenti relativi sono di maggiore entità e l'azione di martellamento risulta più consistente.

65. Pievevitorina (MC) - Chiesa di S. Vito a Valsantangelo - 1997

**MECCANISMI DI DANNO DEL:
M.2 - Macroelemento parete laterale**

ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.2 MACROELEMENTO PARETE LATERALE



M.2.1 Meccanismo di rotazione fuori piano della parete laterale con formazione di cerniera cilindrica orizzontale alla base

Il meccanismo si sviluppa in modo analogo a quello del ribaltamento di facciata: la parete si comporta come una mensola incastrata alla base; per effetto del meccanismo si formano delle lesioni in corrispondenza delle fasce di sovrapposizione laterali con andamento inclinato e/o verticale nel caso di discontinuità tra le parti.

L'attivazione del meccanismo è fortemente influenzata dalla eventuale presenza nell'aula di una volta che esercita una spinta orizzontale sull'intera lunghezza della parete.

66. Venzone (UD) - Chiesa di S. Chiara - 1976

La parete laterale non è ammorsata alla facciata e il suo comportamento è simile a quello di una mensola incastrata alla base.



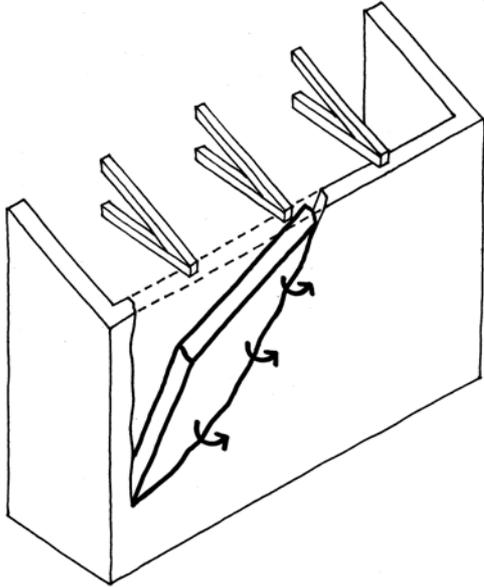
67. Pinzano al Tagliamento (PN) - Chiesa di S. Giuseppe a Campeis - 1976

In questo caso la parete laterale è bene ammorsata alla facciata e durante il meccanismo di rotazione fuori piano trascina con sé una porzione cuneiforme della muratura della facciata.

La presenza dell'apertura costituisce una via preferenziale per il percorso della lesione da distacco.

ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.2 MACROELEMENTO PARETE LATERALE



M.2.2 Meccanismo di rotazione fuori piano della parete laterale libera in sommità e vincolata efficacemente su due lati con formazione di cerniera cilindrica obliqua

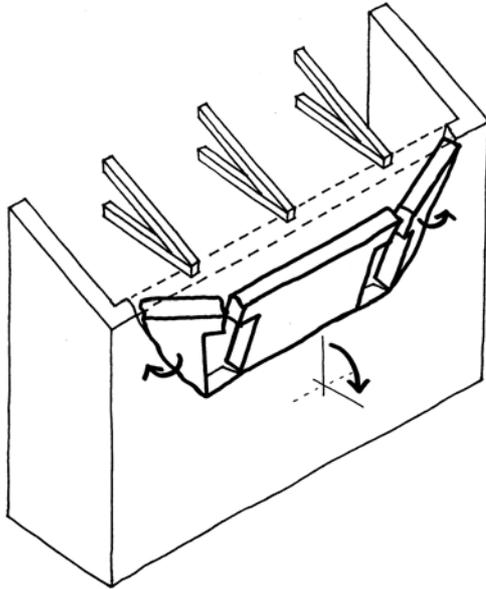
Il meccanismo insorge in seguito alla perdita di un vincolo di estremità (generalmente quello verso la facciata) successivamente al crollo dell'angolata o per il distacco della facciata. Il cinematismo prevede la formazione di una cerniera cilindrica obliqua con spostamenti massimi sul bordo libero.



68. Colloredo di Monte Albano (UD) - Chiesa dei Santi Andrea e Mattia Apostoli - 1976

A seguito del crollo del fronte della navata laterale la parete laterale si è trovata vincolata solo alla base e al transetto e si è sviluppato un meccanismo che ha portato alla formazione di una cerniera cilindrica obliqua con rotazione verso l'esterno.

M.2 MACROELEMENTO PARETE LATERALE



M.2.3 Meccanismo di rotazione fuori piano della parete laterale libera in sommità e vincolata efficacemente su tre lati con formazione di una cerniera cilindrica orizzontale e due oblique

La parete laterale ha un comportamento simile a una piastra vincolata su tre lati.

Il meccanismo prevede la formazione alle estremità laterali di cerniere cilindriche oblique convergenti ai bordi e la formazione di una cerniera cilindrica orizzontale nella parte centrale.

L'insorgenza del meccanismo è fortemente condizionata dalla presenza di forature che comportano una maggiore deformabilità della parete.

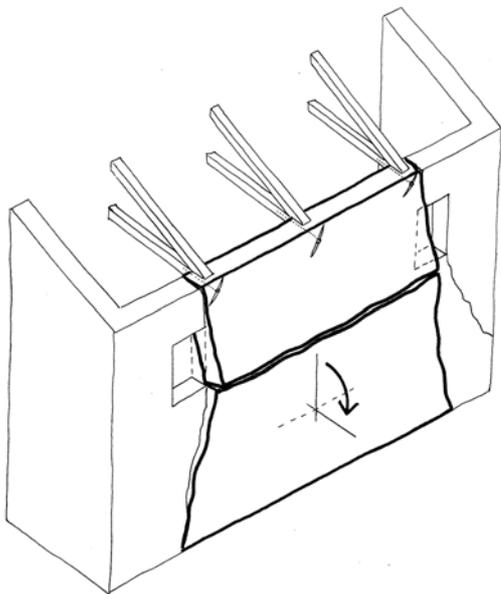


69. Valtopina (PG) - Chiesa di S.Maria della Presentazione a Poggio - 1997

È evidente l'effetto della spinta dell'arco non incatenato: il piedritto, insieme alla parte muraria tra le due finestre si inflette verso l'esterno nella sezione di minore resistenza.

Nella parete, vincolata su tre lati, sono visibili le lesioni diagonali e orizzontale a metà del pannello caratteristiche del meccanismo, in questo caso influenzato dalla presenza delle aperture.

M.2 MACROELEMENTO PARETE LATERALE



M.2.4 Meccanismo di rotazione fuori piano della parete laterale vincolata efficacemente su quattro lati con formazione di una o due cerniere cilindriche orizzontali

La parete laterale ha un comportamento simile a una piastra vincolata su quattro lati. Il vincolo di sommità può essere esercitato da tiranti o cordoli che garantiscono un efficace collegamento tra orditura principale del tetto e parete laterale.

Il meccanismo prevede la formazione di una o due cerniere orizzontali intermedie.

Le lesioni tipiche sono orizzontali in corrispondenza delle cerniere cilindriche e pressoché verticali alle estremità delle parti in rotazione.

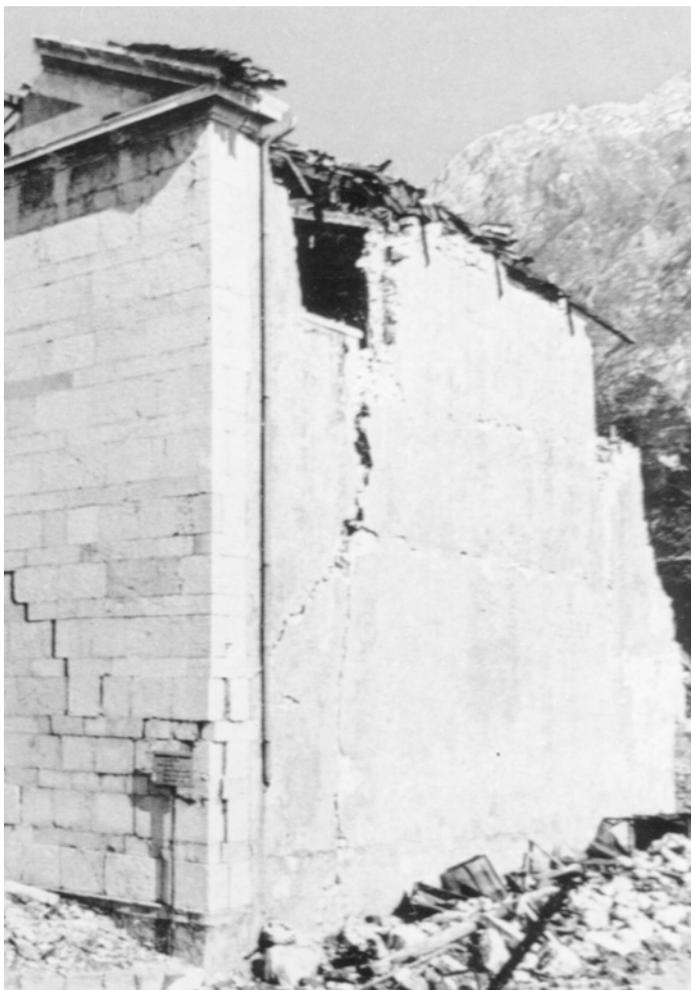
L'insorgenza del meccanismo è fortemente condizionata dalla presenza di forature che comportano una maggiore deformabilità della parete.

70. Gemona del Friuli (UD) - Chiesa del SS. Nome di Maria del Fossale - 1976

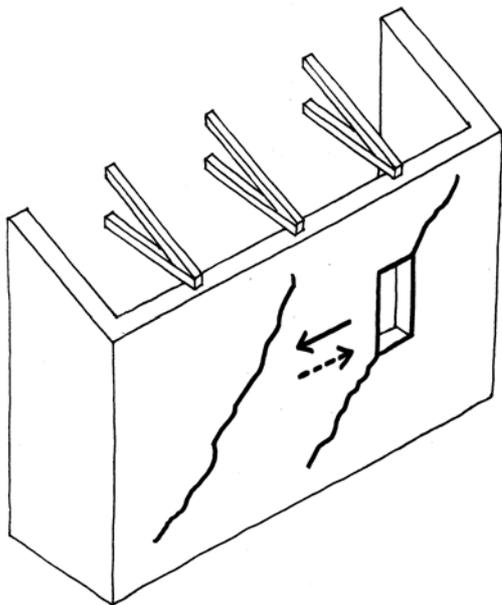
La parete è vincolata su quattro lati: si possono infatti osservare i tre capochiave dei tiranti alle capriate che garantiscono un efficace collegamento della copertura con la parete laterale.

Il meccanismo di spostamento fuori piano si innesca con la formazione di due cerniere orizzontali intermedie: quella più in basso comporta una rotazione verso l'esterno mentre quella più in alto comporta una rotazione verso l'interno.

Si può inoltre osservare l'innescò del meccanismo di rotazione fuori piano sia della facciata (con lesioni inclinate nella fascia di sovrapposizione tra le pareti) sia dell'arco trionfale (degenerato nel collasso dell'intera zona absidale).



M.2 MACROELEMENTO PARETE LATERALE



M.2.5 Meccanismo di rottura a taglio della parete laterale

Il meccanismo comporta la rottura a taglio per azioni nel piano della muratura con la comparsa di lesioni ad andamento obliquo o incrociato. Si può manifestare anche con scorrimenti lungo superfici di discontinuità, interfacce di accrescimento della fabbrica o superfici a minore resistenza allo scorrimento orizzontale dovuta alla scarsa qualità del legante della muratura.

Eventuali forature presenti costituiscono una via preferenziale per il percorso delle lesioni.

71. Serravalle di Chienti (MC) - Chiesa di Madonna del Piano - 1997

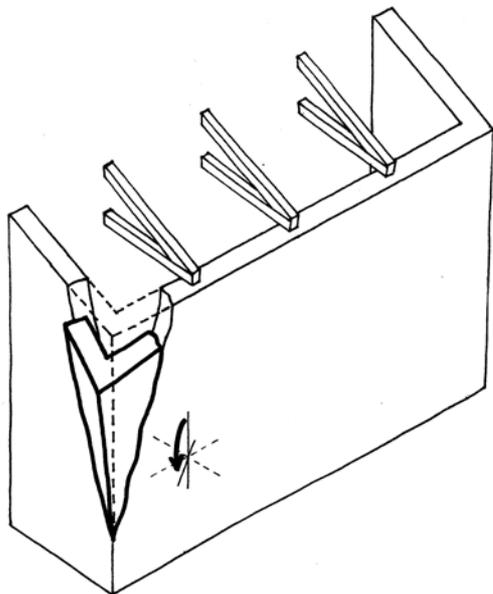
Nella porzione di parete laterale destra compresa tra la facciata e l'arco trasversale si è attivato un meccanismo di rottura a taglio per effetto delle azioni sismiche nel piano della parete. Si possono osservare le caratteristiche lesioni inclinate.



72. Buja (UD) - Chiesa di S. Stefano - 1976

In questo caso la presenza dei fori (che riduce la sezione resistente) nella parete laterale ha favorito il meccanismo di rottura a taglio: si può infatti osservare come le lesioni oblique e incrociate nelle due direzioni si concentrino fra le aperture.

M.2 MACROELEMENTO PARETE LATERALE



M.2.6 Meccanismo di espulsione dell'angolata della parete laterale

È lo stesso meccanismo descritto per la facciata e che si può verificare anche all'intersezione con l'arco trionfale.

È localizzato nella fascia di collegamento tra due pareti contigue ed è originato dalla forza esercitata dall'azione sismica nelle due direzioni ortogonali.

L'insorgenza del meccanismo è favorita dalla presenza di bordonali in copertura e di volte a crociera che esercitano una forza con componente orizzontale nella direzione diagonale anche in fase statica.

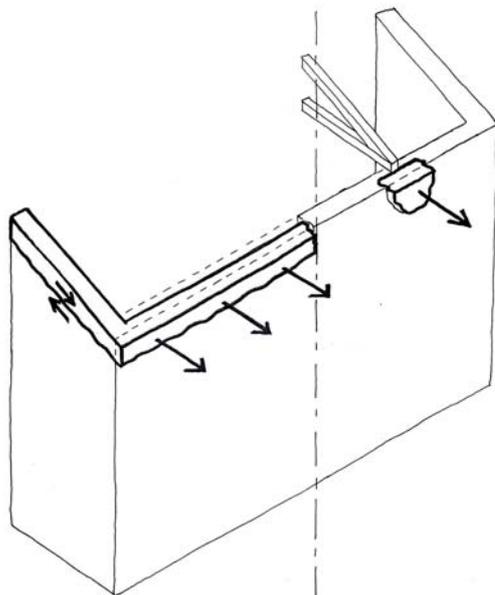
73, 74. *Pievotorina (MC) - Abbazia di S.Michele Arcangelo - 1997*

Il meccanismo di espulsione dell'angolata è completamente attivato nell'angolata adiacente alla zona absidale crollata.

La spalla, nonostante la snellezza, non crolla completamente grazie alla qualità muraria dell'angolata in pietra che sostiene la capriata.



M.2 MACROELEMENTO PARETE LATERALE



M.2.7 Meccanismo di scorrimento tra copertura e parete laterale

Il meccanismo consiste in uno scorrimento localizzato in corrispondenza dell'interfaccia tra la copertura e la muratura della parete laterale.

Si verifica se la copertura è stata semplicemente appoggiata alla sommità del muro oppure se è stato realizzato un intervento di cordatura scarsamente ammortato alle murature sottostanti. Se l'intervento ha comportato un incremento di carico (ad esempio per la realizzazione di una cappa in calcestruzzo) o se la qualità della muratura nella parte sommitale non è in grado di trasferire gli sforzi trasmessi dalla copertura, il meccanismo si manifesta con la disgregazione della parte muraria in sommità.

75, 76. *Serravalle di Chienti (MC) - Chiesa di Madonna del Piano - 1997*

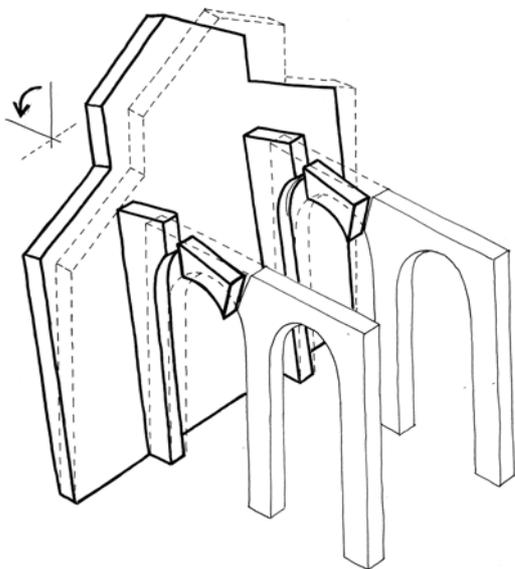
La copertura della chiesa è irrigidita da una cappa in calcestruzzo e da una cordatura di coronamento di spessore esiguo.

In fase sismica fra la copertura e la parete si verificano degli scorrimenti a causa della mancanza di connessioni adeguate; gli spostamenti relativi sono comunque contenuti grazie all'azione svolta dai capochiave esterni delle capriate.



**MECCANISMI DI DANNO DEL:
M.3 - Macroelemento parete di navata**

M.3 MACROELEMENTO PARETE DI NAVATA



M.3.1 Meccanismo di spostamento verso l'esterno della parte terminale della parete di navata

È un meccanismo proprio delle chiese a tre navate con la presenza di un colonnato che separa l'aula dalle navate laterali e si verifica per la rotazione verso l'esterno del piedritto dell'arcata in prossimità della facciata.

L'insorgenza del meccanismo può comportare la lesione in chiave all'arco oppure la deformazione della ghiera.

Il fenomeno si verifica sia nella parte terminale verso la facciata sia in quella verso la zona absidale in presenza del transetto ed è determinato dalle spinte non contrastate degli archi estremi della parete di navata.

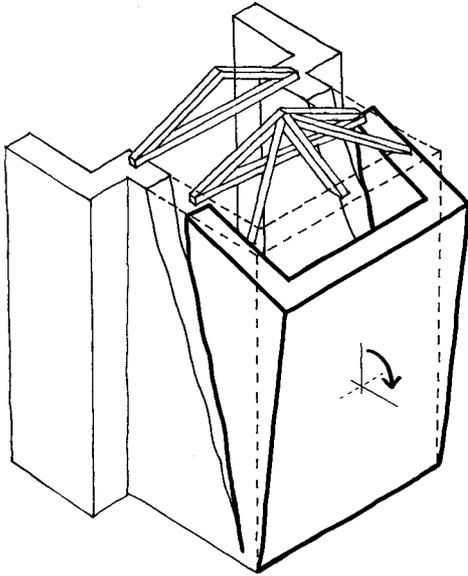


77. Sellano (PG) - Chiesa di S. Maria Assunta - 1997

La spinta non contrastata dell'arco terminale del colonnato ha determinato il distacco della facciata, la discretizzazione del blocco murario tra quest'ultima e la prima colonna della navata e la formazione di una cerniera nella ghiera dell'arco.

**MECCANISMI DI DANNO DEL:
M.4 - Macroelemento abside**

M.4 MACROELEMENTO ABSIDE



M.4.1 Meccanismo di rototraslazione della parete di estremità dell'abside

Il meccanismo si sviluppa in modo analogo a quello del ribaltamento di facciata: la parete si comporta come una mensola incastrata alla base; per effetto del meccanismo si formano delle lesioni in corrispondenza delle fasce di sovrapposizione laterali con andamento inclinato e/o verticale nel caso di discontinuità tra le parti.

L'attivazione del meccanismo è fortemente influenzata dalla eventuale presenza nell'abside di una volta che esercita una spinta orizzontale.

78. Cavazzo Carnico (UD) - Chiesa di S.Valentino a Somplago - 1976

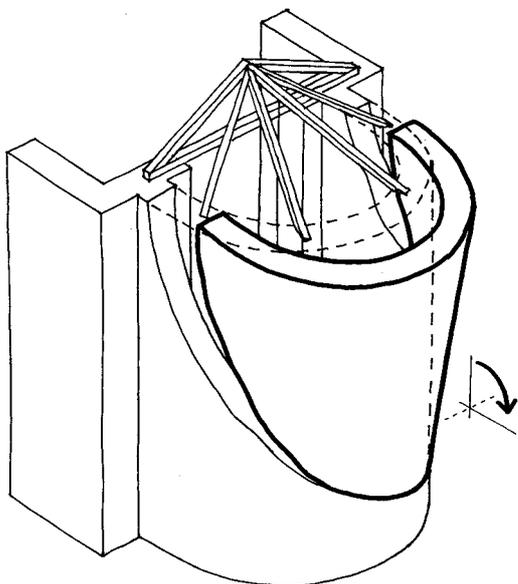
Il catino absidale ha attivato un meccanismo di rototraslazione verso l'esterno dell'abside.

L'ammorsamento tra i pannelli murari dell'abside è efficace e di conseguenza la rotazione dei pannelli di estremità avviene con il trascinarsi di una porzione cuneiforme dei pannelli laterali.

L'andamento della lesione è fortemente influenzato dalla presenza dell'apertura.



M.4 MACROELEMENTO ABSIDE



M.4.2 Meccanismo di rototraslazione o traslazione della parte superiore dell'abside con distacco lungo un piano inclinato

Il meccanismo si sviluppa con il distacco della parte alta dell'abside (generalmente circolare) e la formazione di lesioni inclinate a chiudere verso il basso.

Le coperture, nella maggior parte dei casi, esercitano spinte non compensate sui bordi dell'abside che favoriscono l'attivazione del meccanismo.

79, 80. *Pievebovigliana (MC) - Chiesa allo stato di rudere danneggiata da sisma antecedente a quello del 1997*

Il catino absidale si è distaccato in sommità ed è parzialmente crollato.

Nella parte alta si può osservare una superficie di distacco verticale, indice di una scarsa ammorsatura tra le parti; nella porzione sottostante invece la curva di distacco assume un andamento lungo un piano inclinato caratteristico di questo meccanismo.



81. *Gemona del Friuli (UD) - Chiesa della Madonna delle Grazie - 1976*

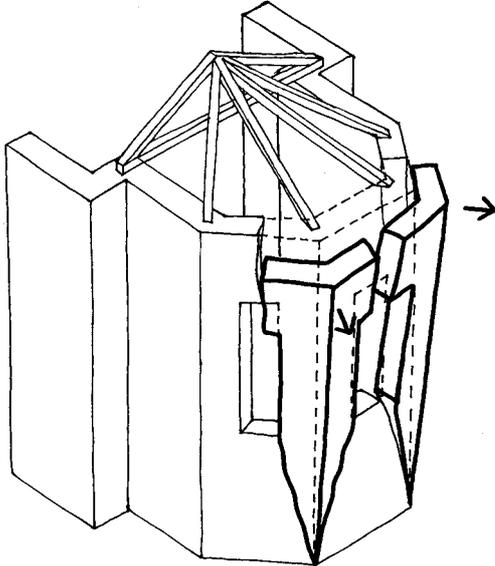
Le cappelle laterali, che e sono assimilabili al catino absidale per forma e dimensione, presentano un comportamento analogo durante l'evento sismico.

Nella cappella in primo piano si può infatti osservare il distacco in sommità in corrispondenza dell'aula secondo un profilo inclinato che chiude verso il basso.

La cappella centrale, che ha sviluppato un meccanismo analogo, è crollata.

ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.4 MACROELEMENTO ABSIDE



M.4.3 Meccanismo di rotazione o rototraslazione fuori piano delle angolate o di fasce verticali dell'abside

Il meccanismo si osserva prevalentemente nelle absidi circolari o poligonali. Le lesioni caratteristiche hanno andamento verticale, ma la presenza di aperture può favorire il congiungimento delle lesioni in corrispondenza degli spigoli fra i pannelli murari. L'attivazione del meccanismo è favorita dalle spinte generate dalle travi della copertura o dalla presenza di eventuali volte interne.

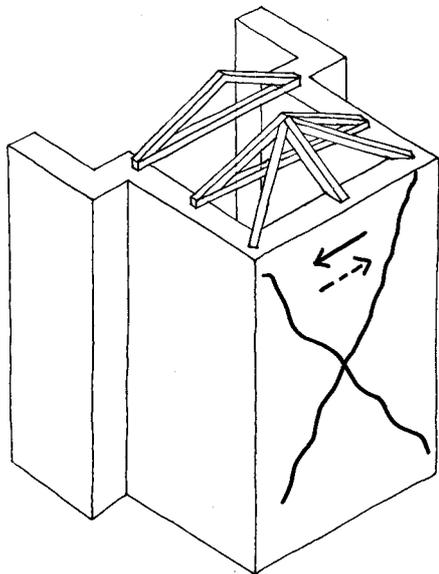
82. *S. Giacomo di Ragogna (UD) - Chiesa di S. Giacomo - 1976*

I puntoni della copertura hanno esercitato una spinta localizzata nella sommità delle angolate fra i pannelli dell'abside poligonale. I blocchi murari che si formano in seguito alle lesioni, innescate dalle aperture disposte al centro dei pannelli, non hanno elementi di contrasto e tendono a ruotare ulteriormente verso l'esterno. Le lesioni quindi si raccordano sotto i fori in corrispondenza degli spigoli fra i pannelli murari.



ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.4 MACROELEMENTO ABSIDE

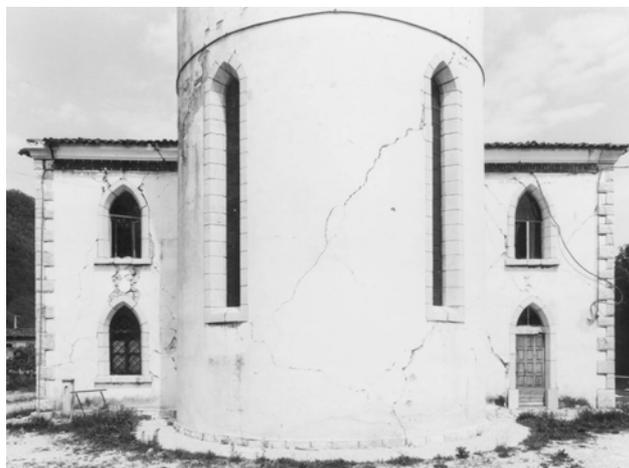


M.4.4.a Meccanismo di rottura a taglio dell'abside

Il meccanismo è prevalente nelle absidi rettangolari e può interessare anche il presbiterio. In alcuni casi (in particolare in presenza di absidi poligonali) si possono osservare lesioni inclinate che suggeriscono la comparsa di azioni torsionali nel macroelemento.

83. Pignano di Ragogna (UD) - Chiesa della Natività della Beata Vergine Maria - 1976

Le lesioni incrociate evidenziano il meccanismo di rottura a taglio subito dalla parete dell'abside. Tale meccanismo ha interessato anche la parete di estremità di una delle navate laterali.

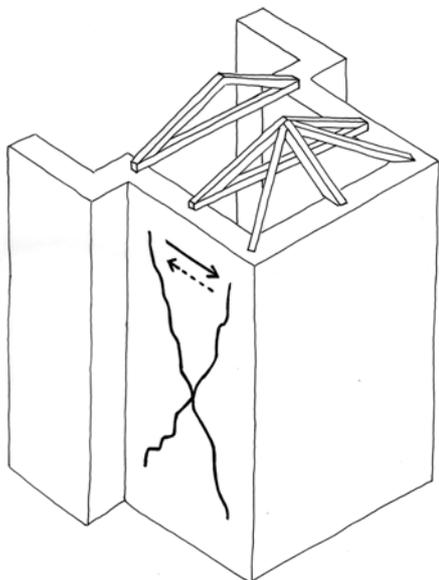


84. Cornino (UD) - Chiesa di S. Giuliana - 1976

Anche in questo caso le murature dell'abside circolare hanno manifestato un comportamento a taglio con la formazione di lesioni inclinate. Si può osservare come la presenza dei fori influenzi il percorso delle lesioni.

ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.4 MACROELEMENTO ABSIDE



M.4.4.b Meccanismo di rottura a taglio dell'abside

Il meccanismo è analogo al meccanismo M.4.4.a, ma anziché interessare la parete di estremità dell'abside, si manifesta nelle pareti laterali e può coinvolgere anche il presbiterio.

Il meccanismo si può attivare ad esempio in presenza di presidi che impediscono i meccanismi di ribaltamento.

85. Raveo (UD) - Chiesa di S.Maria - 1976

L'insorgere di un meccanismo a taglio è dovuta alla presenza di catene (apposte dopo il sisma del 1928) che impediscono i meccanismi di ribaltamento.

Si possono osservare le lesioni incrociate da taglio sulle pareti laterali dell'abside.

La presenza delle aperture determina la formazione delle lesioni lungo una linea preferenziale che termina sugli spigoli dei fori stessi.



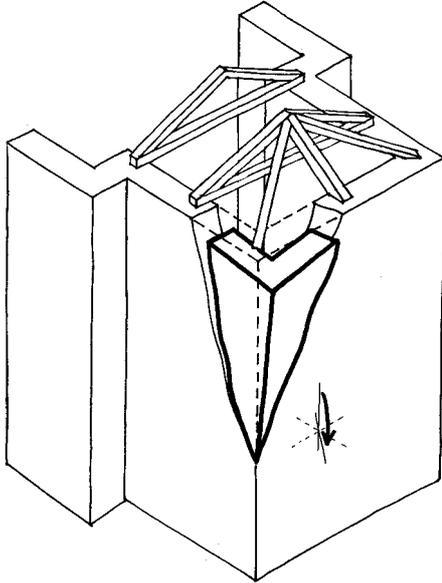
86. Rivello (PZ) - Chiesa di S.Maria del Poggio - 1998

Anche le cappelle interne presentano una rottura a taglio simile a quella dell'abside e delle cappelle esterne.

In questo caso i setti trasversali della navata laterale hanno assorbito una parte considerevole dell'azione sismica (ed in particolare di quella trasmessa dalle volte) e si è attivato un meccanismo di rottura a taglio.

In occasione del sisma del 1998 il meccanismo, già attivato in misura significativa nel 1980, ha subito un'ulteriore progressione.

M.4 MACROELEMENTO ABSIDE



M.4.5 Meccanismo di espulsione dell'angolata dell'abside

Il meccanismo si manifesta con le stesse modalità descritte per la facciata e la parete laterale anche se per le absidi la tipologia di copertura con le travi diagonali spingenti è più frequente che per altri macroelementi.

87. Lusevera (UD) - 1976

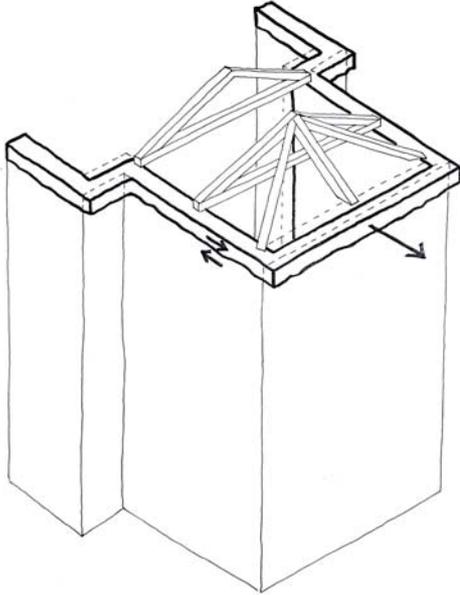
La copertura spingente, costituita da travi diagonali, ha contribuito all'innesco del meccanismo di espulsione dell'angolata.

Sono evidenti le lesioni inclinate convergenti negli spigoli dell'abside poligonale.



ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.4 MACROELEMENTO ABSIDE



M.4.6 Meccanismo di scorrimento tra copertura e abside

Il meccanismo si manifesta con le stesse modalità descritte per la parete laterale.



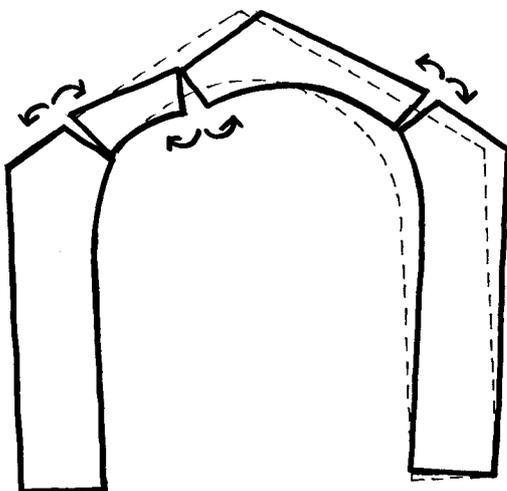
88. *Zuglio (UD) - Chiesa di S. Leonardo - 1976*

La presenza della copertura spingente e lo scarso ingranamento delle pietre costituenti la muratura dell'abside hanno determinato lo scorrimento tra la copertura e la parete dell'abside e l'espulsione dell'intonaco oltre che della malta dei giunti esterni.

**MECCANISMI DI DANNO DEL:
M.5 - Macroelemento arco trasversale**

M.5 MACROELEMENTO ARCO TRASVERSALE

M.5.1 Meccanismo di rotazione monolaterale nel piano di una spalla dell'arco trasversale



La rototraslazione verso l'esterno di uno dei due piedritti comporta la modifica della geometria dell'arco con la formazione di cerniere in cui si concentrano le rotazioni.

Le modalità con cui si manifestano le rotazioni dipendono sia dall'altezza della parte muraria alta sia dal materiale costituente la ghiera che influisce sulla capacità dell'arco di subire delle deformazioni continue (come nel caso degli archi in mattoni) o di avere un'articolazione in blocchi rigidi.

Le cerniere tendono a formarsi nei punti di minore sezione resistente dell'arco (ad esempio negli intagli nella muratura per il posizionamento dell'orditura della copertura) con la conseguente diversità di comportamento fra le varie tipologie di arco.

89. Valtopina (PG) - Chiesa di S.Maria della Presentazione a Poggio - 1997

Sul lato destro si è verificata la rotazione della spalla, mentre il lato sinistro non ha subito rotazioni in quanto parte di un complesso edilizio adiacente.

Lo spessore esiguo dell'arco consente di distinguere i punti di cerniera.

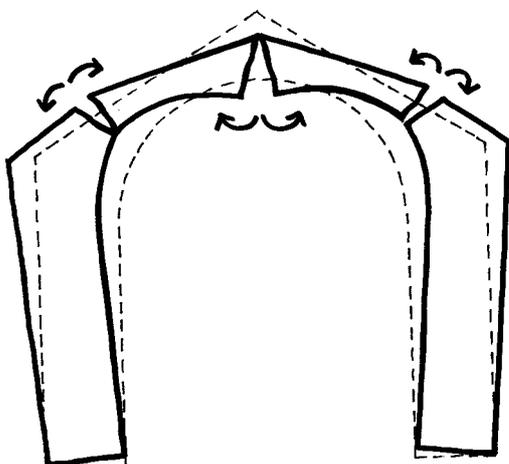


90. Cingoli (MC) - Chiesa di S. Esuperanzio - 1997

La rotazione fuori piano della parete laterale a destra nella foto ha attivato il meccanismo di rotazione monolaterale della spalla.

Si tratta di effetti di sismi precedenti a quello del 1997: infatti non sono visibili lesioni, ma l'attivazione del meccanismo è evidenziata dalla consistente deformazione dell'arco che si abbassa in corrispondenza della sezione tesa all'intradosso.

M.5 MACROELEMENTO ARCO TRASVERSALE



M.5.2 Meccanismo di rotazione bilaterale simmetrica nel piano delle spalle dell'arco trasversale

Il meccanismo si può verificare quando l'arco e i piedritti hanno una sezione resistente confrontabile.

Il meccanismo è simmetrico e prevede che entrambi i piedritti subiscano una rotazione verso l'esterno.

Questo meccanismo di collasso è tipico dell'arco anche in condizioni statiche, per cui è possibile una sua attivazione anche per effetto dei soli carichi verticali. In fase sismica il meccanismo tende a progredire secondo un cinematismo predefinito.

91. Fabriano (AN) - Chiesa di S. Giovanni - 1997

La rotazione fuori piano di entrambe le pareti laterali ha determinato l'abbassamento in chiave dell'arco con la conseguente formazione di tre cerniere, due alle reni e una in chiave. Il meccanismo è favorito dalla snellezza delle spalle.

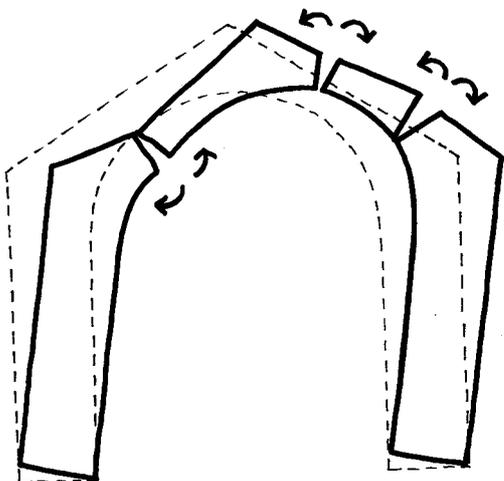


92. Venzona (UD) - Chiesa di S. Caterina - 1976

Le spalle laterali dell'arco subiscono rotazioni simmetriche alla base per effetto della spinta dell'arco.

Il meccanismo si sviluppa anche se l'arco è tozzo rispetto ai piedritti perché la sezione in chiave è indebolita dalla presenza del foro; in sua assenza infatti l'arco tenderebbe a sviluppare un comportamento monolitico lesionandosi unicamente in prossimità dei piedritti.

M.5 MACROELEMENTO ARCO TRASVERSALE



M.5.3 Meccanismo di rotazione concorde nel piano delle spalle dell'arco trasversale

Il meccanismo si può verificare in situazioni nelle quali i piedritti sono snelli e le pareti laterali offrono scarsa resistenza.

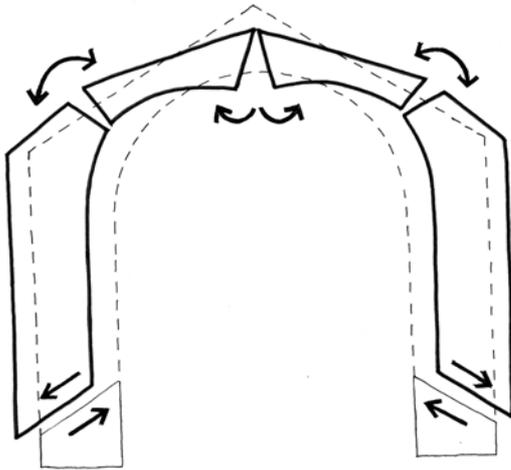
Il cinematismo che si genera comporta la deformazione della ghiera, ma non l'allontanamento significativo delle imposte dell'arco per cui l'eventuale presenza di una catena non risulta particolarmente efficace nel contrastare l'attivazione del meccanismo.

93. Tramonti di Sotto (PN) - Chiesa di S.Maria Assunta - 1976

L'azione sismica ha provocato la rotazione concorde di tutti i piedritti degli archi trasversali dell'aula. Il fenomeno è particolarmente evidente nell'arco centrale della foto, nel quale si riconoscono le caratteristiche lesioni.



M.5 MACROELEMENTO ARCO TRASVERSALE



M.5.4 Meccanismo di rottura a taglio bilaterale simmetrico nelle spalle dell'arco trasversale

Il meccanismo è attivato dalla rottura a taglio in entrambi i piedritti che si allontanano provocando la deformazione dell'arco (che si abbassa in chiave) e l'attivazione di un meccanismo con la formazione di tre cerniere nell'arco stesso.

94. *Artegna (UD) - Chiesa di S. Stefano - 1976*

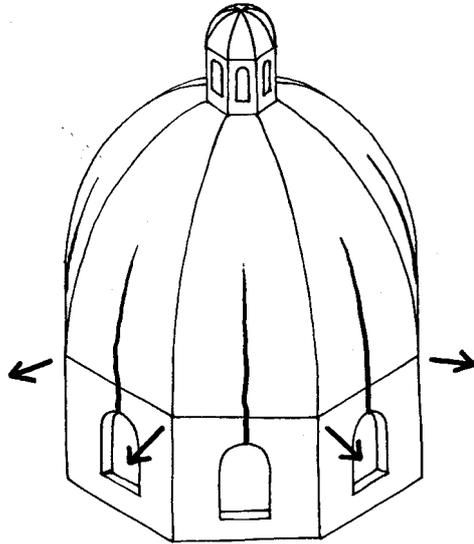
L'allontanamento delle imposte causato dalla rottura a taglio delle spalle ha determinato l'abbassamento della chiave e il lesionamento dell'arco in chiave e alle reni.



MECCANISMI DI DANNO DEL:

M.6 - Macroelemento cupola e tamburo/tiburio

M.6 MACROELEMENTO CUPOLA E TAMBURO/TIBURIO

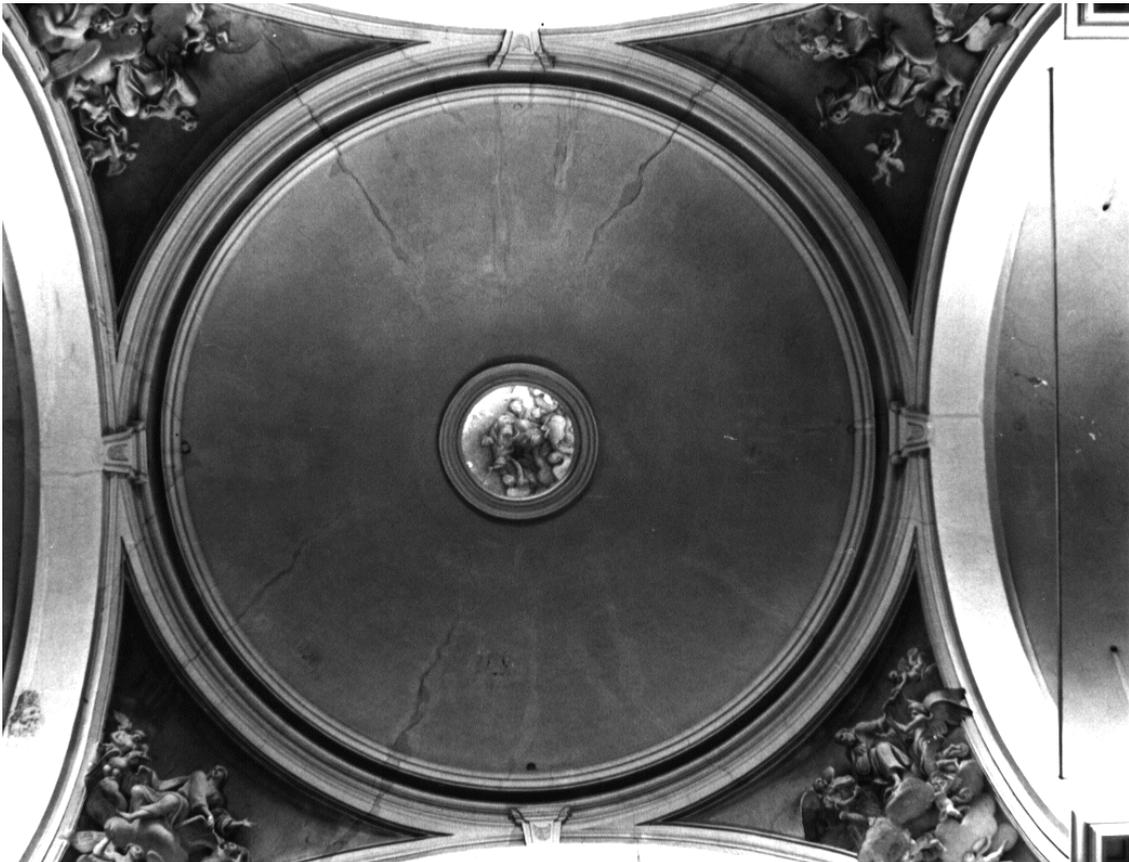


M.6.1 Meccanismo di separazione fra i meridiani della cupola

Il meccanismo è tipico della cupola anche in condizioni statiche e si attiva a causa dallo stato tensionale caratterizzato da tensioni di trazione lungo i paralleli.

Nelle cupole emisferiche le lesioni, che seguono l'andamento dei meridiani, si generano alla base nelle sezioni meno vincolate; nelle cupole a base poligonale le lesioni si formano invece nelle sezioni di minore resistenza, ossia in asse alle unghie.

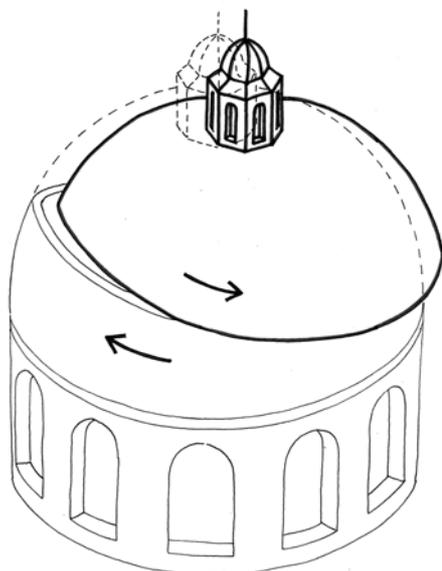
Il meccanismo può anche manifestarsi nel caso di allontanamento degli appoggi.



95. Reggio Emilia (RE) - Chiesa di S.Domenico - 1987

La spinta alla base della cupola determina la formazione di lesioni convergenti alla sommità e di ampiezza maggiore alla base. Queste lesioni discretizzano la muratura in "spicchi" ed incrementano ulteriormente la spinta puntualmente.

M.6 MACROELEMENTO CUPOLA E TAMBURO/TIBURIO



M.6.2 Meccanismo di rototraslazione o traslazione della parte superiore della cupola con distacco lungo un piano inclinato

Una cupola può essere idealmente pensata come un insieme formato da una serie di corsi circolari o poligonali sovrapposti, di raggio decrescente verso l'alto. Quando il collegamento fra i corsi non è molto efficace, l'azione sismica può farli traslare reciprocamente. L'effetto è la comparsa di lesioni orizzontali, particolarmente visibili all'intradosso della volta.



96, 97. *Venezia (UD) - Chiesa di S. Bartolomeo a Portis - 1976*

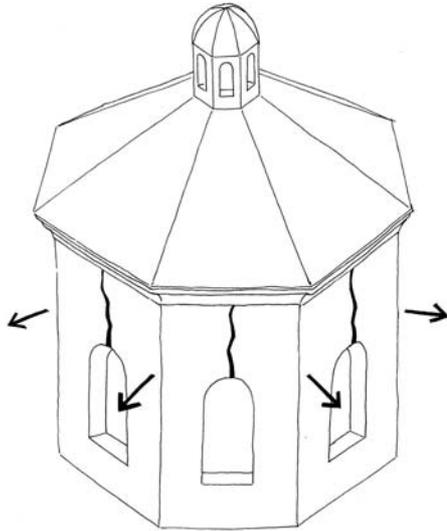
Sono riconoscibili quattro linee di lesione ad andamento ellittico e corrispondenti a diverse superfici di rottura della cupola generatesi durante il moto sismico.

La cupola era costruita in mattoni il che consente di osservare agevolmente i versi degli spostamenti e gli scorrimenti che si sono verificati lungo i letti di malta.

Sono inoltre visibili le lesioni radiali di schiacciamento nei punti in cui la cupola scarica alle strutture sottostanti le sollecitazioni sismiche.



M.6 MACROELEMENTO CUPOLA E TAMBURO/TIBURIO



M.6.3 Meccanismo di rotazione o rototraslazione fuori piano delle angolate o di fasce verticali del tamburo

Il meccanismo è analogo a quello descritto per l'abside.

Le lesioni caratteristiche hanno andamento verticale e sono favorite dalle aperture generalmente presenti nel tamburo.

L'attivazione del meccanismo è favorita dalle spinte generate dalle travi della copertura o dalla presenza di eventuali cupole del tiburio.

98. Carpi (MO) - Chiesa di S.Nicolò - 1987

La formazione di lesioni verticali nel tamburo è favorita dalla presenza di delle aperture circolari. Nonostante il sisma del 1987 nelle province di Modena e Reggio Emilia abbia fatto registrare modeste intensità, l'entità delle sollecitazioni in questo tiburio e nelle strutture che lo sostengono (archi) è stata rilevante per le grandi dimensioni per l'elevata altezza rispetto al terreno.



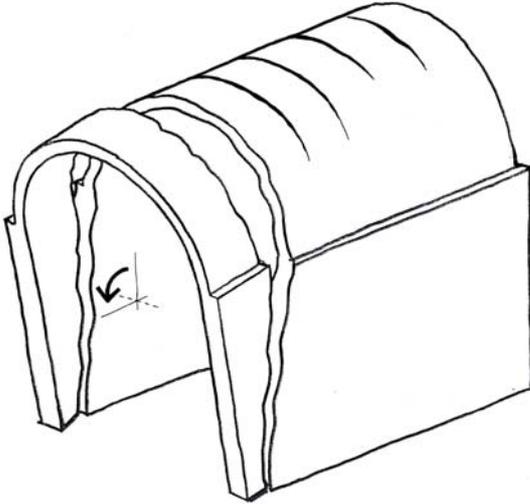
99. Anghi (SA) - 1980

Meccanismo analogo a quello del caso precedente che interessa l'apertura tamponata.

**MECCANISMI DI DANNO DEL:
M.7 - Macroelemento volta**

ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.7 MACROELEMENTO VOLTA



M.7.1 Meccanismo di distacco fra gli archi elementari della volta

Una volta può essere idealmente pensata come un insieme formato da una serie di archi elementari. Quando il collegamento fra questi archi ideali è inefficace può verificarsi la separazione della volta parallelamente all'orditura degli archi.

Il meccanismo si può attivare, ad esempio, per effetto del meccanismo di rotazione fuori piano della parete di testa e le lesioni seguono la sagoma dell'arco elementare.

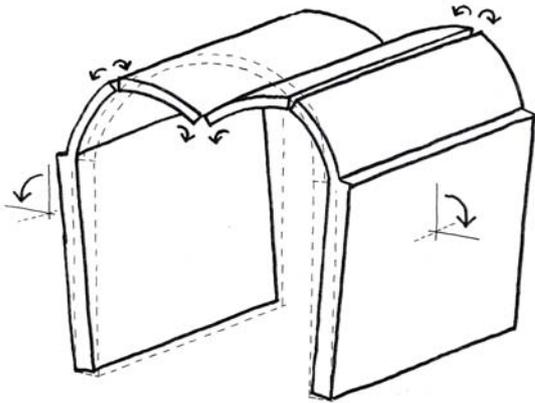


100. Bonifro (CB) - Chiesa di S. Maria delle Rose - 2002

Sono visibili le lesioni in direzione ortogonale alla generatrice della volta sia nella volta a botte che nelle lunette laterali; le fessurazioni testimoniano la separazione tra gli archi elementari ideali.

ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.7 MACROELEMENTO VOLTA



M.7.2 Meccanismo di rottura degli archi elementari della volta

Il meccanismo è conseguente all'allontanamento degli appoggi e si manifesta con le stesse modalità descritte per il macroelemento arco trasversale (rotazione monolaterale, bilaterale simmetrica ecc...).

Si la formazione di cerniere cilindriche con andamento rettilineo, orientate ortogonalmente agli archi elementari.

101. Pinzano (PN) - Chiesa di S.Maria dei Battuti a Valeriano - 1976

La rotazione fuori piano delle pareti laterali dell'aula ha causato lo snervamento dei tiranti e la rottura degli archi elementari con la formazione di tre cerniere ed il conseguente crollo della volta a botte.



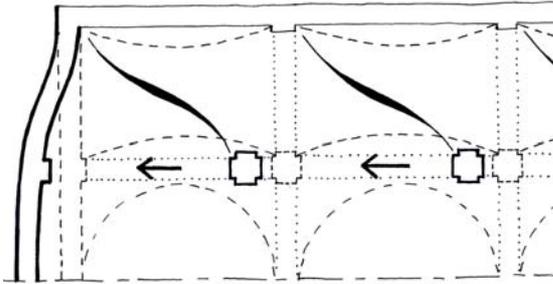
102. Cingoli (MC) - Chiesa di S.Esuperanzio - 1997

Le lesioni incrociate parallele alle pareti sulle quali si imposta la volta evidenziano la rottura in chiave degli archi elementari. Il dissesto è chiaramente riconducibile ad eventi sismici antecedenti a quello del 1997.

ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.7 MACROELEMENTO VOLTA

M.7.3 Meccanismo di rottura a taglio della volta

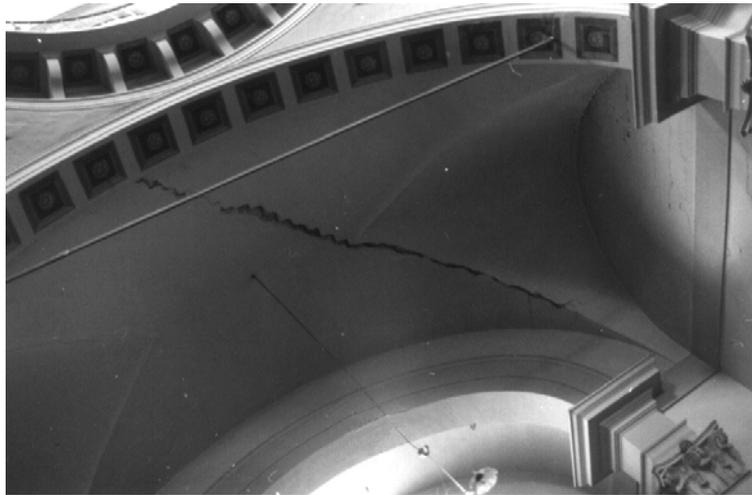


Il meccanismo si attiva per effetto della traslazione relativa (deformazione angolare del perimetro) di due pareti opposte sulle quali si imposta la volta.

Per effetto dello spostamento reciproco degli appoggi le volte sono soggette a sforzi di trazione e compressione lungo le diagonali che producono l'apertura delle lesioni disposte parallelamente alla diagonale compressa.

103. *Campo Galliano (MO) - Chiesa della Purificazione della Beata Vergine a Panzano - 1987*

La traslazione relativa tra la parete esterna della navata laterale e il corpo dell'aula ha determinato la formazione di un arco diagonale compresso all'interno della volta in laterizio come evidenziato dalla lesione. Questa si è propagata attraverso le fughe fra i mattoni costituenti la volta, indice di una scadente qualità della malta.

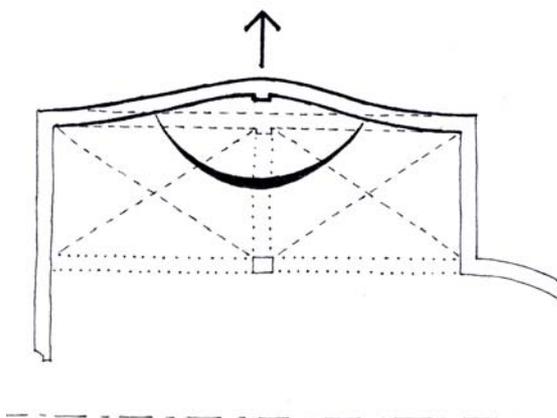


104. *Correggio (RE) - Chiesa di S. Paolo a Canolo - 1987*

In questo caso la rottura diagonale si è verificata in corrispondenza della linea di contatto fra le unghie

ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO

M.7 MACROELEMENTO VOLTA



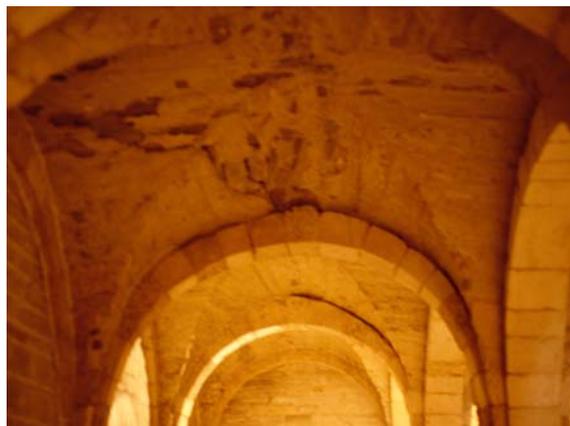
M.7.4 Meccanismo di rottura localizzata per allontanamento di un punto d'appoggio della volta

Il meccanismo è tipico per le volte a crociera o a vela e si attiva per effetto dell'allontanamento di un punto sul quale scarica la volta. Può riguardare un appoggio intermedio o un'angolata che subiscono una traslazione o una rotazione verso l'esterno.

Il meccanismo si manifesta con una lesione che evidenzia il distacco dell'imposta degli archi diagonali e/o del pennacchio dal resto della volta.

105. Apiro (MC) - Chiesa di S. Urbano a S. Urbano - 1997

Il meccanismo è riconoscibile dalle lesioni in corrispondenza dell'imposta dell'arco diagonale (a sinistra in primo piano): si tratta di effetti di sismi antecedenti a quello del 1997

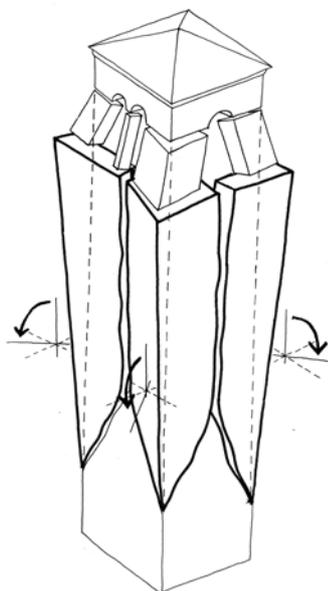


106. Visso (MC) - Chiesa di S. Lorenzo Martire a Riofreddo - 1997

In questo caso il meccanismo si è innescato per effetto dell'attivazione del meccanismo di rotazione fuori piano della parete laterale: si notano le lesioni sulle pareti conseguenti al ribaltamento e le lesioni di distacco dell'angolo dal resto della volta.

**MECCANISMI DI DANNO DEL:
M.8 - Macroelemento torre campanaria**

M.8 MACROELEMENTO TORRE CAMPANARIA



M.8.1 Meccanismo di espulsione di una o più angolate della torre campanaria

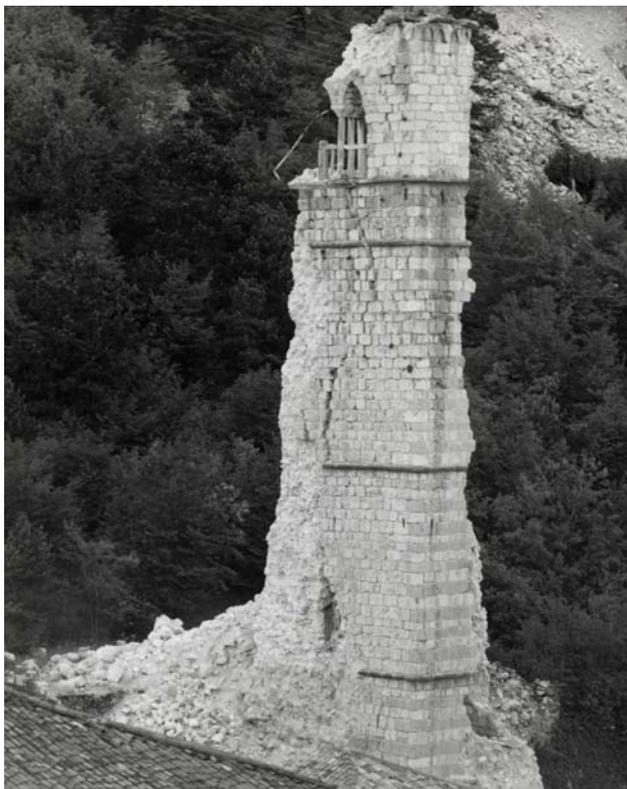
Il meccanismo consiste nella separazione di una o più angolate con la rotazione o rototraslazione verso l'esterno di queste ultime.

Nella zona centrale dei pannelli murari si formano delle lesioni ad andamento verticale: ogni coppia di lesioni verticali delimita un'angolata che si comporta come elemento indipendente dal resto della struttura.

Il meccanismo è favorito della presenza di fori in asse ai pannelli murari e dalla mancanza di incatenamenti efficaci lungo il corpo della torre campanaria.

107. Trasaghis (UD) - Chiesa di S. Bartolomeo ad Alesso - 1976

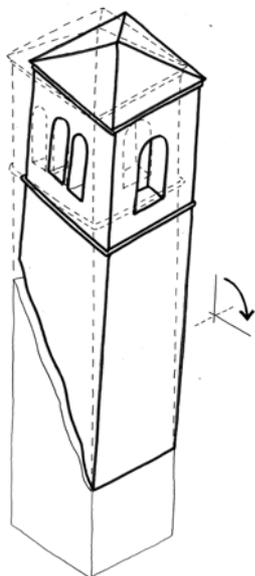
La presenza di una lesione al centro della parete non inclusa nel perimetro della chiesa e il distacco dell'angolo murario dalla cella campanaria evidenziano l'attivazione del meccanismo di espulsione dell'angolata.



108. Gemona del Friuli (UD) - Duomo di S. Maria Assunta - 1976

L'azione sismica ha provocato il crollo di tre delle quattro angolate. Si nota l'assenza di un sistema di incatenamenti adeguati per trattenere la massa strutturale del campanile di considerevoli dimensioni.

M.8 MACROELEMENTO TORRE CAMPANARIA



M.8.2 Meccanismo di rototraslazione della torre campanaria con cerniera cilindrica ad asse orizzontale o cerniera sferica in corrispondenza di uno spigolo

Il meccanismo, nella sua manifestazione più semplice, consiste nella rototraslazione della torre campanaria con la formazione di una cerniera cilindrica orizzontale su uno dei lati.

In una forma più articolata il meccanismo può derivare dalla sovrapposizione degli effetti generata dal moto del suolo in due direzioni fra loro ortogonali: in questo caso la rotazione può avvenire attorno ad un punto di cerniera situato sullo spigolo di una delle angolate (cerniera sferica) e gli spostamenti della parte superiore sono diretti nella direzione della diagonale della torre.

109. Moggio Udinese (UD) - Abbazia di S. Gallo - 1976

La componente rotatoria del cinematismo è resa evidente dall'assetto a "V" delle lesioni inclinate che si chiudono verso il basso.

La parte della torre che subisce la rototraslazione è quella libera dai vincoli alla base costituiti dalle pareti della chiesa e del chiostro.

Si nota la presenza di diversi livelli di cerchiatura realizzati da tiranti con capochiave a paletto.

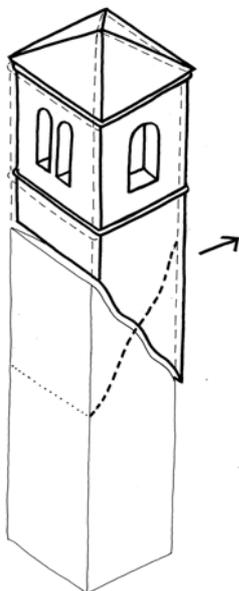


110. Nocera Umbra (PG) - Chiesa dei Santi Gregorio e Romano - 1997

Lo spostamento più significativo si è verificato verso la parte con le puntellazioni in legno e la parte lesionata è alla base della torre. La dislocazione quasi parallela dei lembi delle lesioni fa pensare ad una componente di traslazione significativa, ma lo schiacciamento subito dalle pietre lungo un corso orizzontale sul lato puntellato (non visibile in foto), testimonia dell'avvenuta rotazione.



M.8 MACROELEMENTO TORRE CAMPANARIA



M.8.3 Meccanismo di traslazione della parte superiore della torre campanaria

Il meccanismo consiste nella traslazione della parte superiore della torre con la formazione di lesioni diagonali (taglio) nei pannelli paralleli alla direzione dello spostamento.

La fascia muraria che si lesiona può trovarsi a diverse altezze in ragione delle caratteristiche costruttive specifiche della torre (variazioni di spessore delle murature, orizzontamenti e/o incatenamenti ecc...).

Anche in questo caso le componenti delle azioni sismiche in due direzioni perpendicolari possono causare lesioni diagonali su tutti quattro i pannelli murari della torre



111. Serravalle di Chienti (MC)
1997

La presenza della parete dell'abside in aderenza alla struttura a formare un vincolo monolatero, ha inibito la formazione del meccanismo di traslazione orizzontale della parte bassa della torre campanaria.

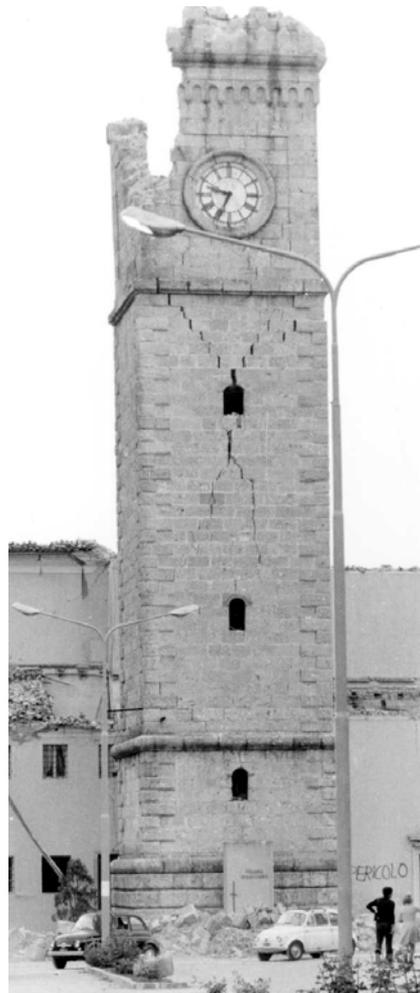
La parte alta invece, libera di muoversi, si è separata dalla base scorrendo in direzione orizzontale; lo spostamento finale è testimoniato dalla posizione relativa dei lembi di lesione che, nelle parti inclinate risultano essere traslati orizzontalmente.

112. Majano (UD) - Chiesa dei Santi Pietro e Paolo - 1976

In questo caso la rottura a taglio è avvenuta nella parte alta della torre, favorita anche dalla presenza del foro.

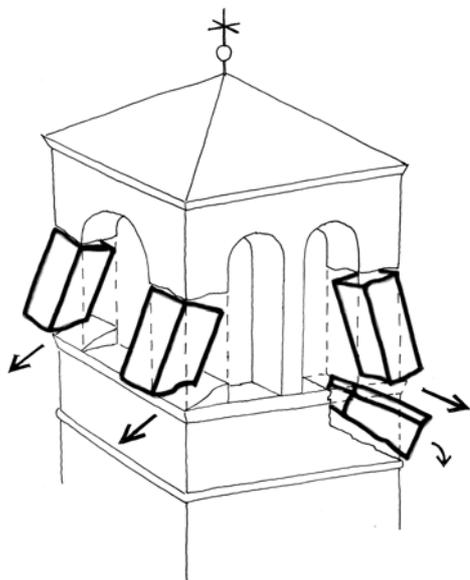
Si nota la formazione di lesioni in entrambi i versi, con il caratteristico andamento incrociato.

La muratura, avendo il paramento esterno realizzato con blocchi regolari e di notevole dimensione, si è fessurata lungo i letti di malta; la direzione e l'entità degli spostamenti si legge chiaramente dall'apertura delle fughe verticali



**MECCANISMI DI DANNO DEL:
M.9 - Macroelemento cella campanaria**

M.9 MACROELEMENTO CELLA CAMPANARIA

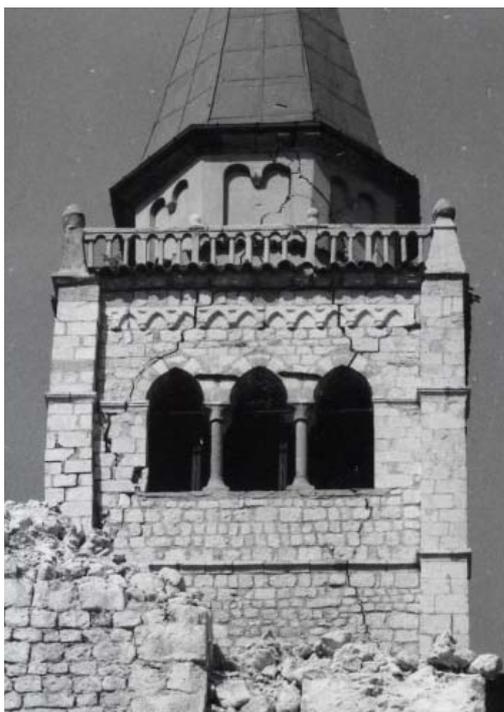


M.9.1 Meccanismo di traslazione o rototraslazione dei ritti della cella campanaria

Il meccanismo si sviluppa con la rotazione di uno o più ritti i quali possono trascinare nel loro moto anche l'architrave fino a giungere al collasso. La rotazione del ritto può coinvolgere anche parte dell'appoggio.

113. *Moggio Udinese (UD) - Chiesa di S. Antonio Abate a Ovedasso - 1976*

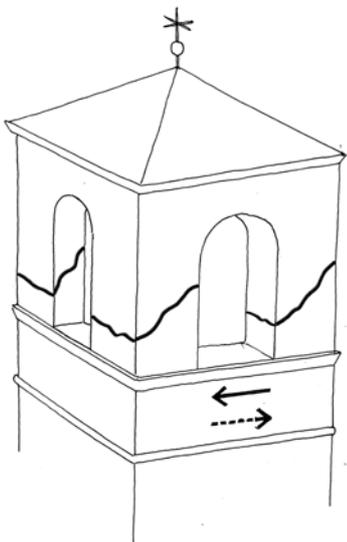
Il meccanismo si è attivato con lo scivolamento e l'espulsione alla base dei ritti d'angolo.



114. *Venzona (UD) - Duomo di S. Andrea Apostolo - 1976*

In questo caso il meccanismo di rototraslazione della cella campanaria interessa il ritto d'angolo a sinistra nella foto ed è legato al meccanismo di separazione delle angolate che si è attivato nella torre campanaria.

M.9 MACROELEMENTO CELLA CAMPANARIA



M.9.2 Meccanismo di traslazione con rottura a taglio nei ritti della cella campanaria

Il meccanismo si sviluppa con la rottura a taglio dei piedritti che in seguito possono scorrere o ruotare causando il crollo di parte dell'architrave. Questo meccanismo si può manifestare anche con la traslazione orizzontale fra i blocchi causata dallo scorrimento reciproco.

115. Sellano (PG) - Chiesa di S.Maria Assunta a Montesanto - 1997

La presenza dei tiranti nelle due direzioni ortogonali e le dimensioni proprie dei ritti hanno impedito l'insorgenza di meccanismi localizzati di rotazione fuori piano dei ritti. Questi però hanno subito una rottura a taglio resa evidente dall'osservazione delle caratteristiche lesioni inclinate.

Si nota il comportamento rigido del corso di pietre al di sotto del manto in coppi e la formazione di una cerniera con disgregazione del materiale in corrispondenza della chiave d'arco.

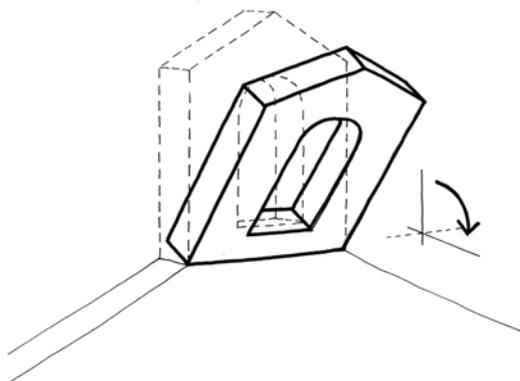


116. Vito d'Asio (PN) - Chiesa di Anduins - 1976

La scarsa qualità della malta che collega gli elementi lapidei che costituiscono la cella campanaria ha reso possibile la sconnessione e lo scorrimento tra le pietre costituenti la cella: è infatti visibile lo spostamento relativo tra le parti. Si può inoltre osservare l'attivazione un principio di rotazione fuori piano del cornicione sommitale.

**MECCANISMI DI DANNO DEL:
M.10 - Macroelemento vela campanaria**

M.10 MACROELEMENTO VELA CAMPANARIA



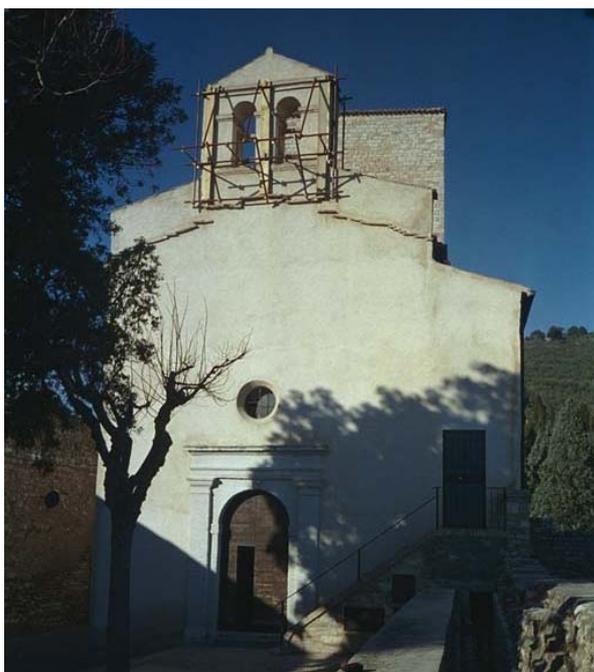
M.10.1 Meccanismo di rotazione fuori piano della vela campanaria con formazione di cerniera cilindrica orizzontale alla base

Il meccanismo si sviluppa in modo analogo a quello del ribaltamento di facciata, ma poiché in questo caso non sono presenti pareti ortogonali di controvento la vela campanaria è di fatto una mensola incastrata alla base.

Questo tipo di meccanismo si riscontra anche nelle vele, nelle quali però la cerniera cilindrica può essere diagonale (se lo è anche la linea di vincolo alla base).

117. *San Daniele del Friuli (UD) - Chiesa di S.Maria Assunta - 1976*

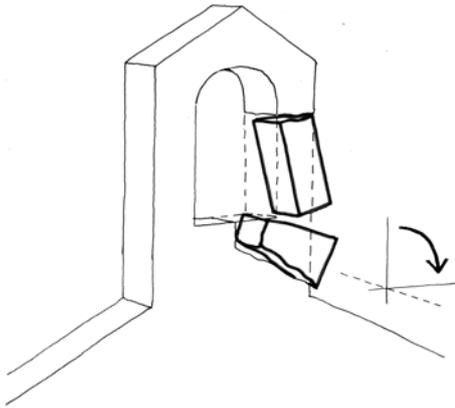
La vela campanaria è completamente crollata in seguito all'attivazione del meccanismo di rotazione fuori piano. Si può osservare la linea netta di distacco lungo la quale si è formata la cerniera cilindrica orizzontale che porta a supporre l'assenza di un collegamento efficace alla muratura di facciata.



118. *Sellano (PG) - 1997*

Si può osservare come nel sistema vela-vela campanaria si sia attivato il meccanismo di rotazione fuori piano con la formazione di una cerniera cilindrica obliqua in corrispondenza della copertura dell'aula che costituisce un vincolo per la parete di facciata.

M.10 MACROELEMENTO VELA CAMPANARIA



M.10.2 Meccanismo di traslazione o rototraslazione nel piano di uno o più ritti della vela campanaria

Il meccanismo si sviluppa con la traslazione o la rototraslazione nel piano dei piedritti i quali possono trascinare nel loro moto anche l'architrave fino a determinare il collasso della vela campanaria.

119. Cavazzo Carnico (UD) - Chiesa di S.Rocco in Campagna - 1976

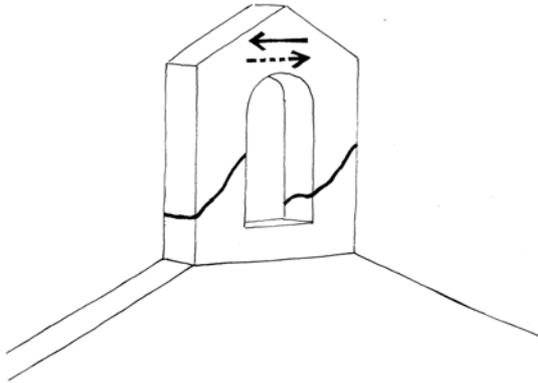
Il meccanismo si è attivato alla base con la rotazione dell'appoggio che ha determinato la formazione di cerniera in mezzzeria del piedritto (vincolato in sommità dal traverso che sorregge la campana); questo, ruotando verso l'esterno ha provocato l'abbassamento dell'arco (si può infatti osservare la discesa del concio di chiave).



120. Tarcento (UD) - Chiesa di S.Eufemia a Segnacco - 1976

Anche in questo caso il meccanismo si è attivato alla base con la rotazione dell'appoggio; il piedritto tozzo però ha ruotato rigidamente staccandosi dal traverso superiore.

M.10 MACROELEMENTO VELA CAMPANARIA



M.10.3 Meccanismo di rottura a taglio della vela campanaria

Il meccanismo si sviluppa con la rottura a taglio dei piedritti che in seguito possono scorrere o ruotare nel piano causando il crollo di parte dell'architrave.

121. Cerreto di Spoleto (PG) - Chiesa di S. Giovanni Battista a Buggiano - 1997

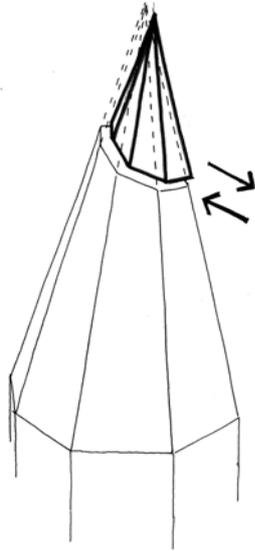
Il piedritto tozzo ha sostenuto la maggior parte dell'azione sismica si è attivato un meccanismo di rottura a taglio: si possono infatti osservare le caratteristiche lesioni inclinate e incrociate.



MECCANISMI DI DANNO:

M.11 - Aggetti

M.11 AGGETTI



GUGLIA

M.11.1 Meccanismo di rototraslazione o traslazione della parte superiore della guglia con distacco lungo un piano inclinato

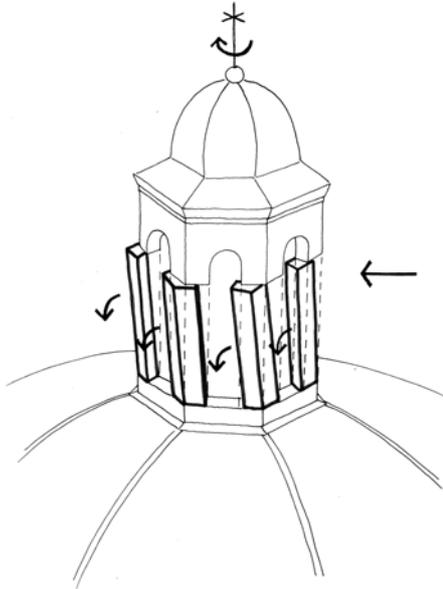
Il meccanismo si sviluppa con il distacco della parte alta della guglia lungo un piano inclinato.

122. *Serravalle di Chienti (MC) - Chiesa di S.Croce in Percanestro - 1997*

La parte sommitale della torre campanaria ha subito una sollecitazione di flessione e taglio. La guglia è l'elemento che ha subito maggiormente questo effetto a causa della ridotta sezione resistente.



M.11 AGGETTI



LANTERNA

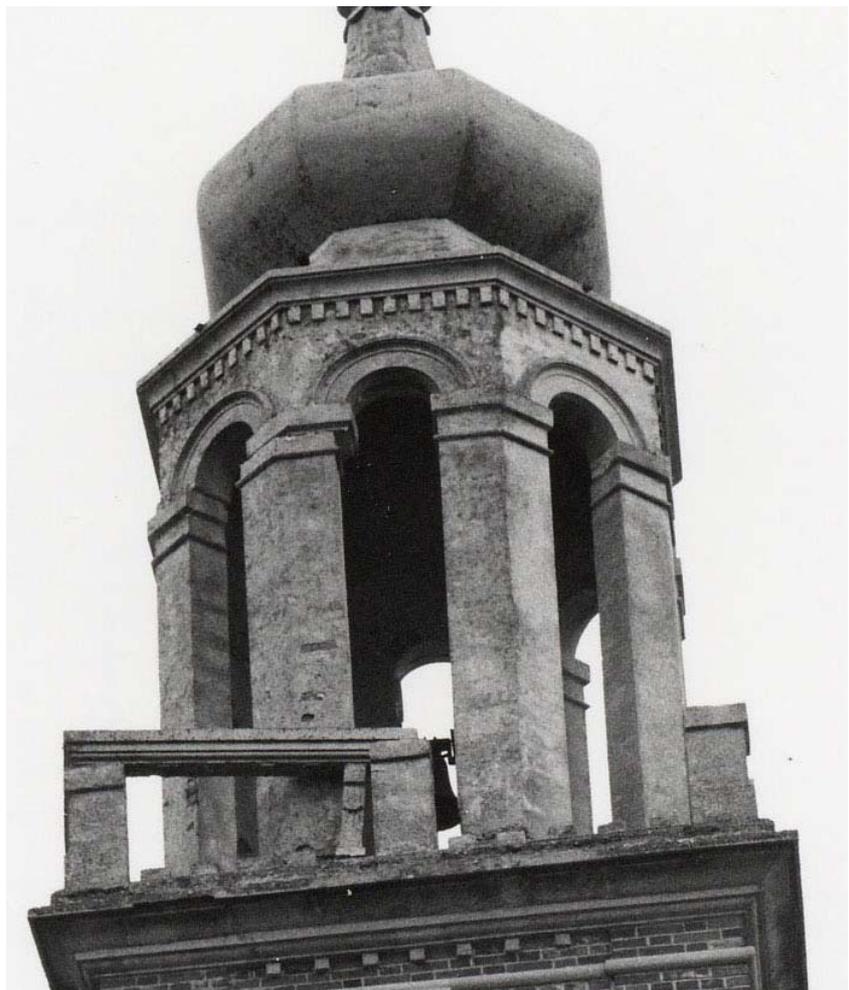
M.11.2 Meccanismo di rotazione dei ritti della lanterna

Il meccanismo si sviluppa con la rotazione nel piano dei ritti in direzione parallela all'azione sismica e fuori dal piano dei ritti posti in direzione ortogonale.

Per la lanterna sono sensibili gli effetti rotatori attorno all'asse verticale

123. Tricesimo (UD) - Chiesa della Natività di Maria a Felettano - 1976

Durante l'evento sismico la copertura pesante ha avuto degli spostamenti autonomi che hanno generato una sollecitazione di flessione e taglio nei piedritti, sia nel piano che fuori piano. Si può infatti osservare la rotazione dei piedritti sia verso l'esterno che lungo il perimetro. Lo scarso collegamento tra i piedritti e la struttura soprastante ha inoltre favorito lo scorrimento tra i due elementi.



Indice delle illustrazioni

Archivio Fototeca, Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione, Ministero per i Beni e le Attività Culturali:

51, 54, 67, 68, 72, 78, 81, 87, 96, 97, 107, 108, 113, 114, 116, 117, 119, 120, 123

Archivio fotografico Cooperativa Arx - Venzone (UD):

4, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 52, 55, 59, 62, 65, 69, 71, 73, 75, 76, 79, 80, 86, 89, 90, 91, 100, 102, 105, 106, 109, 110, 111, 115, 122

Tratto da:

Commissario Delegato per i Beni Culturali - Ufficio del Vice Commissario per la Regione Umbria, *Danno sismico e vulnerabilità delle chiese dell'Umbria*, CD-ROM a cura del Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (CNR) - Unità di Ricerca di Genova, 1998:

28, 38, 56, 57, 64, 77, 118, 121

F. Doglioni, A. Moretti, V. Petrini (a cura di), *Le chiese e il terremoto - Dalla vulnerabilità constatata nel terremoto del Friuli al miglioramento antisismico nel restauro, verso una politica di prevenzione*, ed. LINT, Trieste, 1994, pp. 138-273:

1, 2, 5, 9, 12, 16, 18, 48, 49, 50, 60, 61, 63, 66, 70, 82, 83, 84, 85, 88, 92, 93, 94, 101, 112

F. Doglioni, *Codice di Pratica (linee guida) - per la progettazione degli interventi di riparazione, miglioramento sismico e restauro dei beni architettonici danneggiati dal terremoto umbro-marchigiano del 1997*, Regione Marche, Istituto Universitario di Architettura di Venezia - D.S.A., Bollettino Ufficiale della Regione Marche n. 15 del 29/09/2000, Conerografica snc, Camerano (AN):

46

G. Proietti (a cura di), *Dopo la polvere - rilevazione degli interventi di recupero del patrimonio storico-artistico danneggiato dal terremoto del 1980-81*, Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, Soprintendenza Generale agli Interventi Post-sismici in Campania e Basilicata, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, 1994:

53, 58, 99

M. Canti, M.L. Polichetti (a cura di), *Il patrimonio culturale dall'emergenza sismica del 1997 al Piano di Ripristino, Recupero e Restauro. Il caso delle Marche*, Regione Marche, Assessorato alla Cultura, Centro Beni Culturali, SilvanaEditoriale, Cinisello Balsamo (MI), 2002, p.57:

74

Regione Emilia Romagna, Gruppo Nazionale Difesa Terremoti, Istituto di Ricerca sul Rischio Sismico, *Archivio delle chiese danneggiate dal terremoto del 1987 - Province di Modena e Reggio Emilia*, CD-ROM:

30, 35, 95, 98, 103, 104

Regione dell'Umbria, Servizio Protezione Civile e Prevenzione dai Rischi, *La prevenzione - Studio sulla vulnerabilità sismica di un centro storico attraverso l'utilizzo di un database georeferenziato. Città di Castello*, a cura dell'Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Prof. A. Borri, Ing. A. Avorio, Tipolitografia Petrucci Corrado & C., Città di Castello (PG), 2002:

3

ALLEGATO

ALLEGATO

**LEGENDA
PER LA REDAZIONE DEGLI ELABORATI GRAFICI
RELATIVI AGLI INTERVENTI DI
MIGLIORAMENTO SISMICO DELLE CHIESE**

ELABORATI DI RILIEVO

LEGENDA ELABORATI DI RILIEVO

La legenda è stata elaborata per essere utile strumento ai fini della redazione degli elaborati grafici di rilievo dello stato di fatto per gli interventi di miglioramento sismico dei beni monumentali a tipologia specialistica, CHIESE, danneggiati dal terremoto. La legenda si prefigge inoltre di normalizzare tale redazione di elaborati sia per l'uso del segno grafico sia per una migliore omogeneizzazione nell'osservazione critica dei caratteri costitutivi e strutturali della fabbrica.

La legenda riprende i decreti tecnici della Regione Toscana¹, Dipartimento Politiche Territoriali ed Ambientali ed è tratta sia dalle *Schede tecniche di accompagnamento al progetto Beni Monumentali* della Regione Marche² sia dal *Codice di Pratica*³, a cura di Francesco Doglioni, a cui si rimanda per un ulteriore confronto e approfondimento. Rispetto ai documenti citati si è proposta una integrazione e, laddove è stato possibile, una semplificazione cercando di caratterizzarla per consentire di rilevare con efficacia sia i dati necessari alla comprensione dei fenomeni che hanno interessato il complesso architettonico, sia i dati specifici dello stesso.

¹ D.2.7 *Istruzioni Tecniche per la redazione degli elaborati di indagine, documentazione e progetto di interventi di miglioramento antisismico*, evento sismico del 26.11.2001, *Legenda per la redazione degli elaborati grafici dell'edificio nello stato di fatto e di progetto*, Allegato n.2, Regione Toscana, Dipartimento Politiche Territoriali ed Ambientali, gennaio 2003.

² *Legenda per la redazione degli elaborati grafici di rilievo e di progetto relativi agli interventi di riparazione, miglioramento sismico e restauro dei beni danneggiati dal terremoto del 1997*, in: *Schede tecniche di accompagnamento e di descrizione analitica del progetto, Beni Monumentali*, e relative *Istruzioni*, Regione Marche e CTS Marche, DGR n.626 del 15.03.1999 e successive modifiche.

³ F.DOGLIONI, *Codice di Pratica (linee guida) per la progettazione degli interventi di riparazione, miglioramento sismico e restauro dei beni architettonici danneggiati dal terremoto umbro-marchigiano del 1997*, Regione Marche-IUAV, pubblicato nel BUR Marche, edizione straordinaria n.15 del 29.09.2000.

MODALITA' DI REDAZIONE DELLA LEGENDA

La legenda assolve alla necessità di essere strumento utile alla rappresentazione e alla raccolta di tutti i dati e informazioni specifiche legate all'edilizia storica e in particolare all'architettura religiosa. Per rappresentare e raccogliere questo tipo di dati è indispensabile condurre un rilievo dello stato di fatto che punti alla conoscenza del bene e perciò deve essere accurato e rispondere il più possibile alle situazioni reali. Affinché tale rilievo sia fattibile e sia funzionale allo scopo che si è preposto, si è reso necessario articolare e predisporre, in particolare per la sezione relativa al rilievo dei caratteri costruttivi, l'adozione di codici / sigle da formare a cura del rilevatore.

Questa necessità è legata ragionevolmente al fatto che un'unica legenda –seppur estesa – non può comprendere e prevedere tutte le situazioni specifiche legate ai siti pluristratificati quali sono i beni a carattere monumentale. E' vero che il rilievo dello stato di fatto di una fabbrica, nella fattispecie danneggiata da terremoto, si articola in una serie di tipi di rilievo specifici che concorrono insieme a formare la conoscenza analitica degli elementi e caratteri architettonici e strutturali, dello stato di conservazione, nonché quello di danno e dissesto sismico.

La legenda raccoglie segni, grafismi e codici che si sono ritenuti strettamente necessari sia per registrare la situazione reale di stato di fatto, sia per arrivare ad una diagnosi in fase di progetto.

Per la redazione della legenda si riportano di seguito alcune note sulle modalità di esecuzione:

Formazione della legenda

Si richiede di comporre e redigere la legenda in forma tabellare (si rimanda all'esempio in calce);

La struttura d'ordine da seguire nella redazione è quella riportata nell'indice al paragrafo successivo a cui si rimanda (pag. 4);

Il tracciato è costituito da tre colonne:

Colonna 1. Numero d'ordine della voce di legenda *i*

Colonna 2. Sigla normalizzata **X.y.w**

Colonna 3. Descrizione

Colonna 1: si dovrà attribuire un numero d'ordine progressivo per ogni diverso tipo di elemento strutturale individuato nella fabbrica.

Colonna 2: si dovrà riportare, per ogni tipo diverso di elemento strutturale individuato nella fabbrica, una sigla normalizzata che rileva i dati relativi a: tipologia dell'elemento (X); tipo di materiale (y) e caratteri costitutivi (w).

Colonna 3: si dovranno riportare le informazioni analitiche di dettaglio dei caratteri e dei modi del costruire legati al singolo elemento strutturale. Per tale descrizione si richiede di seguire l'ordine degli argomenti riportati per ogni singolo elemento strutturale a cui si rimanda.

Esempio:

ELEMENTI STRUTTURALI DI ANTICA COSTRUZIONE		
MURATURE		
N°	SIGLA	DESCRIZIONE
1	M.b.3	Muratura in pietra sbazzata a corsi regolari e costituita da due paramenti non collegati, con malta di calce e sabbia fine, non intonacata. Si presenta rimaneggiata e con malta incoerente. Mediocre stato di conservazione

LEGENDA ELABORATI DI RILIEVO

A. RILIEVO METRICO

B. RILIEVO DEI CARATTERI ARCHITETTONICI E COSTRUTTIVI

B.1 Elementi strutturali di antica costruzione

B.1.1 Murature

B.1.2 Solai

B.1.3 Volte strutturali / Cupole

B.1.4 Strutture di controsoffitto

B.1.5 Tetti

B.1.6 Scale

B.1.7 Archi e Architravi

B.2 Elementi di presidio

B.3 Interventi strutturali moderni

B.4 Superfici ed elementi di finitura di pregio

C. RILIEVO DEI FENOMENI DI DEGRADO E ALTRI FATTORI CHE RIDUCONO L'EFFICIENZA STRUTTURALE

C.1 Discontinuità costruttive

C.2 Degrado proprio degli elementi strutturali

C.3 Carenti condizioni manutentive

D. RILIEVO DEL QUADRO FESSURATIVO E DEFORMATIVO

D.1 Descrizione degli effetti del dissesto sulla materia da costruzione (danni fisici)

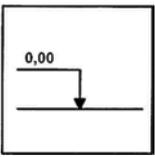
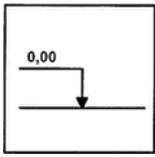
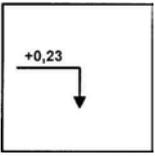
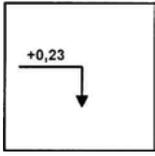
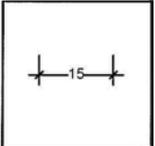
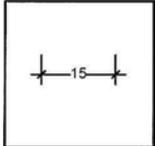
D.2 Descrizioni e misura degli spostamenti riconducibili al dissesto (modificazioni geometriche)

D.3 Componenti verticali riconoscibili dello spostamento di masse murarie

E. INDICAZIONI DI ALCUNE MODALITA' SPECIFICHE DI RILIEVO

A. RILIEVO METRICO

Per il **rilievo metrico** è essenziale la presenza di una quota 0 di riferimento, oltre alle usuali quotature altimetriche e planimetriche.

pianta	alzato	
		Quota 0 relativa e linea orizzontale di riferimento in sezione e prospetto
		Quote altimetriche rispetto a quota 0
		Quote planimetriche

B. RILIEVO DEI CARATTERI ARCHITETTONICI E COSTRUTTIVI

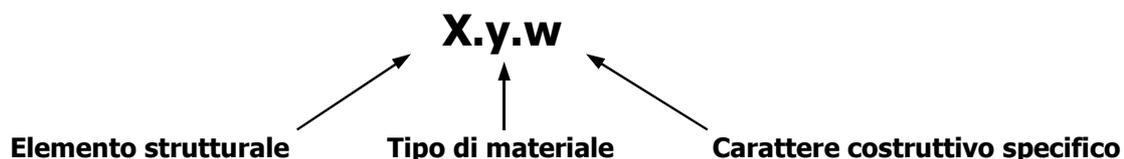
B.1 ELEMENTI STRUTTURALI DI ANTICA COSTRUZIONE

Gli elementi strutturali di antica costruzione per i quali è prevista una descrizione normalizzata sono:

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> murature | <input type="checkbox"/> strutture di controsoffitto |
| <input type="checkbox"/> solai | <input type="checkbox"/> tetti |
| <input type="checkbox"/> volte strutturali / cupole | <input type="checkbox"/> scale |
| | <input type="checkbox"/> archi e architravi |

Gli elementi strutturali del manufatto verranno descritti sugli elaborati grafici mediante delle SIGLE normalizzate che individuano sinteticamente *l'elemento strutturale* da descrivere, il *tipo di materiale* del quale è costituito e un *carattere costruttivo specifico* proprio di ogni tipo di elemento strutturale.

Le sigle che compaiono nei grafici hanno quindi la seguente forma:



Esempio: **S.a.1** = Solaio in legno a orditura semplice

Sigla:

X Gli **ELEMENTI STRUTTURALI** vengono definiti mediante i seguenti codici alfanumerici:

M	murature	T	tetti
S	solai	SC	scale
V	volte strutturali	AR	archi
VNS	volte non strutturali	AT	architravi

y Il **TIPO DI MATERIALE** viene definito mediante i seguenti codici alfanumerici:

a	legno	f	c.a.
b	pietra, elemento lapideo	g	materiale misto (specificare)
c	mattone, elemento in cotto	i	tufo
d	cls.	z	altro
e	ferro-acciaio	0	materiale non noto

w I **CARATTERI COSTRUTTIVO/STRUTTURALI SPECIFICI** sono definiti mediante codici numerici variabili a seconda dell'elemento strutturale

Sui grafici, a fianco dell'elemento strutturale rilevato, si riporterà la sigla con il riferimento alla legenda mediante il numero d'ordine (*i*) nella forma seguente:

X.y.w/i

LEGENDA ELABORATI DI RILIEVO

B.1.1 MURATURE

Dovranno essere rilevati tutti i diversi tipi di muratura presenti nel complesso della chiesa che verranno riportati sugli elaborati in forma realistica; la redazione grafica dovrà prevedere la descrizione degli elementi caratterizzanti da riportare in legenda a formare elenchi o abachi dei diversi tipi di muratura con l'attribuzione delle relative sigle di riferimento.

Nella rappresentazione grafica di pianta le diverse murature devono essere perimetrale.

M.b	Muratura in pietra	M.g	Muratura mista
M.c	Muratura in mattoni	M.h	Muratura in blocchi di tufo
M.z	Altro— da descrivere in legenda		

I **CARATTERI COSTRUTTIVO/STRUTTURALI SPECIFICI** per le murature sono:

- 1** muratura costituita da un unico paramento;
- 2** muratura costituita da due paramenti collegati fra loro;
- 3** muratura costituita da due paramenti scarsamente connessi o non collegati.
- z** altro (da descrivere in legenda)
- 0** non so

Nella **DESCRIZIONE** della parte strutturale si richiede che venga seguita la seguente struttura informativa:

- **tipo di materiale costitutivo**: si richiede di indicare il supporto che costituisce la muratura e le caratteristiche fisiche del materiale (ad esempio, per una muratura in pietra se questa è costituita da conci squadriati o sbalzati o arrotondati oppure costituita da pietrame di diversa pezzatura, ecc.).
Si dovrà, inoltre, descrivere la consistenza muraria in termini di **coesione** nel suo complesso cioè tra legante e supporti, uno dei caratteri di grande importanza per la valutazione dell'efficienza muraria.
- **apparecchiatura muraria**: si intende il particolare modo in cui si dispongono i diversi supporti, siano essi mattoni, pietre o altro, all'interno della compagine muraria a formare la struttura tridimensionale (ad esempio, per una muratura in mattoni se è a una o più teste, ecc.); indicare, se presente, l'**angolata strutturale** di fabbrica.
- **tessitura del paramento murario**: è invece solo ciò che si vede all'esterno della compagine muraria, è la muratura "a vista" ed è secondo questo parametro più limitato che vengono descritti i muri;
- **legante impiegato**: si richiede di descrivere, dove possibile, i caratteri visibili degli inerti e leganti impiegati nella muratura e/o nella finitura del paramento murario ossia la stesura del giunto di malta, che costituisce generalmente il punto debole delle murature (ad esempio: giunto costituito da malta di calce e sabbia fine o grossa, ecc.);
- **trasformazioni costruttive avvenute nel tempo**: si richiede di riconoscere la muratura rispetto alla leggibilità della conformazione originaria della stessa muratura definita per:
 - muratura leggibile nella sua configurazione originaria;
 - muratura rimaneggiata che non consente un sicuro accertamento della configurazione originaria;
 - muratura molto rimaneggiata che non consente un sicuro accertamento della configurazione originaria;

LEGENDA ELABORATI DI RILIEVO

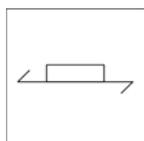
- presenza di intonaco interno ed esterno dovrà essere descritta per il carattere, la qualità e lo stato di conservazione;
- stato di conservazione:
 - Ottimo condizioni perfette e/o recente intervento
 - Buono normale conservazione ed efficienza
 - Mediocre scarsa manutenzione ed efficienza, lievi guasti
 - Cattivo mancanza di manutenzione, gravi guasti
 - Pessimo abbandono, guasti gravissimi, nessuna efficienza
 - Disfacimento

LEGENDA ELABORATI DI RILIEVO

B.1.2 SOLAI

Dovranno essere rilevati tutti i diversi tipi di solai presenti nel complesso della chiesa che verranno riportati sugli elaborati in forma realistica; la redazione grafica dovrà prevedere la descrizione degli elementi caratterizzanti da riportare in legenda a formare elenchi o abachi dei diversi tipi di solai con l'attribuzione delle relative sigle di riferimento.

Nella rappresentazione grafica di pianta indicare a tratteggio la proiezione verticale dell'orditura principale del soffitto superiore se in presenza di solaio a vista. Inoltre verrà evidenziata l'esatta direzione delle travi principali con il simbolo:



S.a	Solaio in legno	S.g	Solaio misto in laterocemento o acciaio - laterizio
S.f	Soletta in c.a.	S.z	Altro— da descrivere in legenda

I **CARATTERI COSTRUTTIVO/STRUTTURALI SPECIFICI** per i solai sono:

- 1** orditura semplice (costituite da un solo ordine di travi, direttamente appoggiate sulla muratura);
- 2** orditura doppia (costituita da grandi travature, ad interasse variabile, sui quali si appoggiano travetti secondari, di sezione più limitata);
- z** altro (da descrivere in legenda);
- 0** non so

Nella **DESCRIZIONE** della parte strutturale si richiede che venga seguita la seguente struttura informativa:

- tipo di materiale costitutivo: si riporterà l'indicazione del materiale degli elementi che costituiscono il solaio e le caratteristiche fisiche del materiale stesso.
- collegamento con le strutture verticali:
 - collegamento efficace (costituito in continuità con la muratura verticale e ben ammorsato);
 - inefficace (appoggiato alla muratura verticale e non ammorsato).
- tipo di pavimentazione presente;
- stato di conservazione:
 - Ottimo condizioni perfette e/o recente intervento
 - Buono normale conservazione ed efficienza
 - Mediocre scarsa manutenzione ed efficienza, lievi guasti
 - Cattivo mancanza di manutenzione, gravi guasti
 - Pessimo abbandono, guasti gravissimi, nessuna efficienza
 - Disfacimento totale

B.1.3 VOLTE STRUTTURALI - CUPOLE

Dovranno essere rilevati tutti i diversi tipi di volte strutturali - cupole presenti nel complesso della chiesa che verranno riportati sugli elaborati in forma realistica; la redazione grafica dovrà prevedere la descrizione degli elementi caratterizzanti da riportare in legenda a formare elenchi o abachi dei diversi tipi di solai con l'attribuzione delle relative sigle di riferimento.

Nella rappresentazione grafica di pianta indicare a tratteggio la proiezione verticale delle vele della volta strutturale per il riconoscimento tipologico.

V.b

Volta / cupola in pietra

V.c

Volta / cupola in mattoni

V.z

Altro— da descrivere in legenda

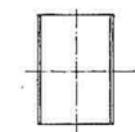
I **CARATTERI COSTRUTTIVO/STRUTTURALI SPECIFICI** per le volte strutturali / cupole sono:

- 1** volta con elementi disposti a "coltello";
- 2** volta con elementi disposti "in foglio";
- z** altro (da descrivere in legenda);
- 0** non so.

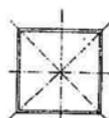
Nella **DESCRIZIONE** della parte strutturale si richiede che venga seguita la seguente struttura informativa:

- tipo di materiale costitutivo: si riporterà l'indicazione del supporto che costituisce la volta o cupola e le caratteristiche fisiche del materiale.
- tipologia della volta strutturale:

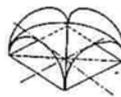
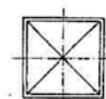
volta a botte



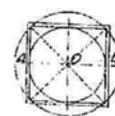
volta a padiglione



volta a crociera



volta a vela



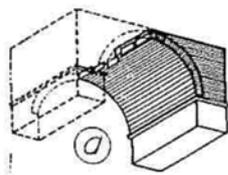
Per le cupole indicare se si tratta di : cupola **emisferica**, cupola **semi-ellissoidica**;

E' importante indicare la presenza di **costoloni** (nervature in pietra o laterizio disposte in vista lungo gli spigoli delle volte o i meridiani delle cupole) e riportare, se conosciuto, lo **spessore della volta/cupola**.

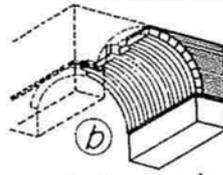
LEGENDA ELABORATI DI RILIEVO

- **sistema costruttivo:** si richiede di descrivere come è costituita la struttura della volta (disposizione dei supporti, presenza di rinfianchi e/o riempimenti, ecc.). La conoscenza del sistema costruttivo assume particolare importanza per valutare le capacità resistenti della volta.

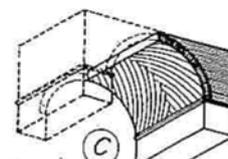
Volte a botte



Elementi longitudinali

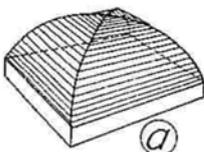


Elementi trasversali



Spina di pesce

Volte a padiglione



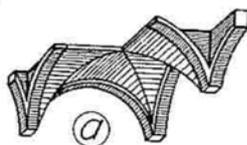
A filari longitudinali



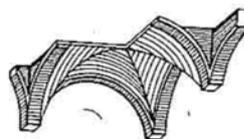
A filari trasversali

A spina di pesce

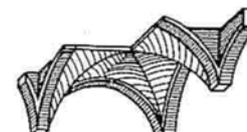
Volte a crociera



A filari longitudinali

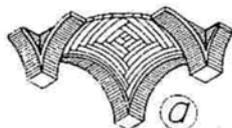


A filari trasversali



A spina di pesce

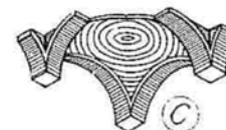
Volte a vela - cupole



Ad archi paralleli



A coda di pavone



Ad anelli concentrici

- **collegamenti con le strutture verticali:**
 - collegamento efficace (costituito in continuità con la muratura verticale e ben ammorsato);
 - inefficace (appoggiato alla muratura verticale e non ammorsato).
- **stato di conservazione:**
 - Ottimo condizioni perfette e/o recente intervento;
 - Buono normale conservazione ed efficienza;
 - Mediocre scarsa manutenzione ed efficienza, lievi guasti;
 - Cattivo mancanza di manutenzione, gravi guasti;
 - Pessimo abbandono, guasti gravissimi, nessuna efficienza;
 - Disfacimento totale

B.1.4 STRUTTURE DI CONTROSOFFITTO

VNS.t	Volta in canna e gesso o su arellato	VNS.u	Controsoffitto piano
VNS.z	Altro— da descrivere in legenda		

I **CARATTERI COSTRUTTIVO/STRUTTURALI SPECIFICI** per i controsoffitti sono:

- 1** ancorata alle strutture della copertura;
- 2** con struttura portante autonoma;
- z** altro (da descrivere in legenda);
- 0** non so.

Nella **DESCRIZIONE** della parte strutturale si richiede che venga seguita la seguente struttura informativa:

- tipo di materiale costitutivo: si riporterà l'indicazione del materiale che costituisce il controsoffitto (legno, gesso, stucco, ecc.);
- tipologia del controsoffitto;
- struttura portante e collegamento con le strutture verticali;
- stato di conservazione:
 - Ottimo condizioni perfette e/o recente intervento;
 - Buono normale conservazione ed efficienza;
 - Mediocre scarsa manutenzione ed efficienza, lievi guasti;
 - Cattivo mancanza di manutenzione, gravi guasti;
 - Pessimo abbandono, guasti gravissimi, nessuna efficienza;
 - Disfacimento totale

LEGENDA ELABORATI DI RILIEVO

B.1.5 TETTI

Dovranno essere rilevati tutti i diversi tipi di tetto presenti nel complesso della chiesa che verranno riportati sugli elaborati in forma realistica; la redazione grafica dovrà prevedere la descrizione degli elementi caratterizzanti da riportare in legenda a formare elenchi o abachi dei diversi tipi di solai con l'attribuzione delle relative sigle di riferimento.

Nella rappresentazione grafica di pianta indicare a tratteggio la proiezione verticale dell'orditura principale del tetto.

T.a	Tetto in legno	T.e	Tetto in acciaio
T.g	Tetto in laterocemento	T.d	Tetto in cls
T.z	Altro— da descrivere in legenda		

I **CARATTERI COSTRUTTIVO/STRUTTURALI SPECIFICI** per i tetti sono:

- 1** orditura principale spingente;
- 2** orditura principale parzialmente spingente;
- 3** orditura principale a spinta eliminata;
- z** altro (da descrivere in legenda);
- 0** non so

Nella **DESCRIZIONE** della parte strutturale si richiede che venga seguita la seguente struttura informativa:

- **tipo di materiale costitutivo**: si riporterà l'indicazione del supporto che costituisce il tetto e le caratteristiche fisiche del materiale.
- **tipo di orditura**:
 - orditura principale (che svolge la principale funzione statica a sostegno di tutta la copertura);
 - orditura secondaria (gerarchicamente successiva) o altra da descrivere;
- **collegamento con le strutture verticali**:
 - collegamento efficace (costituito, ad esempio, da adeguati ancoraggi metallici o altri sistemi che garantiscono una buona ammorsatura);
 - inadeguato o inesistente;
- **presenza di elementi di irrigidimento** nel piano della falda;
- **stato di conservazione**:
 - Ottimo condizioni perfette e/o recente intervento
 - Buono normale conservazione ed efficienza
 - Mediocre scarsa manutenzione ed efficienza, lievi guasti
 - Cattivo mancanza di manutenzione, gravi guasti
 - Pessimo abbandono, guasti gravissimi, nessuna efficienza
 - Disfacimento totale

B.1.6 SCALE

SC.a	Scala a struttura in legno	SC.b	Scala a struttura in pietra
SC.c	Scala a struttura in laterizio	SC.z	Altro— da descrivere in legenda

I **CARATTERI COSTRUTTIVO/STRUTTURALI SPECIFICI** per le scale sono:

- 1** scala appoggiata;
- 2** scala a sbalzo;
- 3** scala a volte;
- z** altro (da descrivere in legenda);
- 0** non so

Nella **DESCRIZIONE** della parte strutturale si richiede che venga seguita la seguente struttura informativa:

- tipo di materiale costitutivo: si riporterà l'indicazione del supporto che costituisce la scala e le caratteristiche fisiche del materiale;
- tipologia strutturale con riferimento alla struttura: appoggiata, a sbalzo, ecc.;
- collegamento del corpo scala con le strutture orizzontali o verticali: si dovrà definire se la scala è stata realizzata in continuità costruttiva con gli orizzontamenti o le strutture verticali su cui poggia o se è stata realizzata successivamente. Si richiede inoltre di descrivere comunque gli appoggi strutturali.

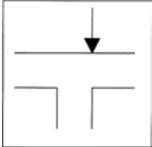
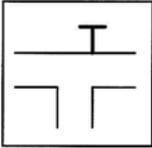
B.1.7 ARCHI - ARCHITRAVI

AR.b	Arco in pietra	AR.c	Arco in mattoni
AR.f	Arco in c.a.	AR.z	Altro arco – da descrivere in legenda
AT.a	Architrave in legno	AT.b	Architrave in pietra
AT.c	Architrave in cotto e/o piattabanda	AT.z	Altro architrave– da descrivere in legenda

Per gli archi e gli architravi i caratteri costruttivo/strutturali importanti sono prevalentemente geometrici e sono fortemente legati al contesto strutturale nel quale sono inseriti. Per tale ragione si richiede di rappresentare graficamente tali elementi strutturali con un buon grado di dettaglio sulle tavole di rilievo, riportando solamente le sigle relative *all'elemento strutturale* e al *tipo di materiale*.

B.2 ELEMENTI DI PRESIDIO

Dovranno essere rilevati tutti i diversi tipi di elementi di presidio (tiranti, contrafforti, ecc.) presenti nel complesso della chiesa che verranno riportati sugli elaborati grafici in forma realistica.

sigla	simbolo	
TI		Tirante metallico
CA		Capochiave
CN	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> rappresentazione realistica </div>	Contrafforte
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> sigla arbitraria </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> rappresentazione realistica </div>	Altro riportare la descrizione direttamente sull'elaborato grafico

B.3 INTERVENTI STRUTTURALI MODERNI

Dovranno essere rilevati tutti i diversi tipi di elementi di presidio (tiranti, contrafforti, ecc.) presenti nel complesso della chiesa che verranno riportati sugli elaborati grafici in forma realistica.

CO	Cordolo in c.a.	INI	Iniezioni di consolidamento
CP	Cappa in cls.	PE	Perforazioni armate
sigla arbitraria	Altro - riportare la descrizione direttamente sull'elaborato grafico		

Gli interventi strutturali moderni verranno accompagnati sulle tavole dalla sola sigla e descritti in legenda.

Nella **DESCRIZIONE** degli interventi strutturali recenti si richiede che venga seguita la seguente struttura informativa:

- tipo di materiale costitutivo: si riporterà l'indicazione del materiale che si compone l'intervento;
- tipologia strutturale dell'intervento: si richiede di descrivere per i diversi elementi strutturali rilevati la classe tipologica di appartenenza.
Nello specifico per quanto riguarda il cordolo in c.a.:
 - cordolo a tutto spessore
 - cordolo a spessore parziale
 - cordolo in aderenza mediante code di rondine
 - cordolo in aderenza mediante perforazioni armate
- collegamento con le strutture verticali e/o orizzontali:
 - collegamento efficace (svolge correttamente la sua funzione di collegamento, buona ammorsatura);
 - inefficace (non garantisce un buon collegamento, non ammorsato).
- dimensionamento e/o posizionamento: si dovrà descrivere come sono inseriti nella compagine muraria precisando il dimensionamento e corretta posa in opera affinché possano svolgere la loro funzione correttamente;

B.4 SUPERFICI ED ELEMENTI DI FINITURA DI PREGIO

MV

Muratura a vista

AF

Affreschi

I

Intonaco di pregio

AL

Arredi fissi: altare

EF

Elementi di finitura di pregio

OR

Organo

sigla
arbitraria

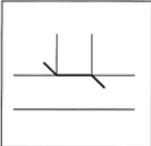
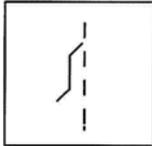
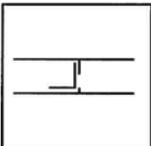
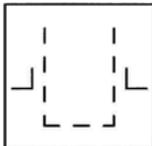
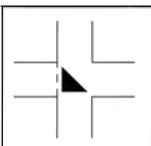
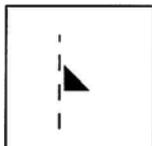
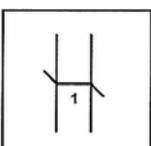
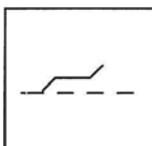
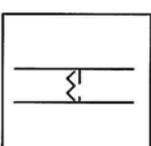
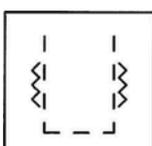
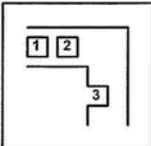
Altro- riportare la descrizione direttamente
sull'elaborato grafico

C. RILIEVO DEI FENOMENI DI DEGRADO E ALTRI FATTORI CHE RIDUCONO L'EFFICIENZA STRUTTURALE

C.1 DISCONTINUITA' COSTRUTTIVE

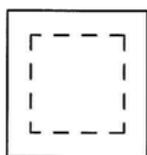
Questa sezione segnala, attraverso una stratigrafia macroscopica, le *discontinuità costruttive* che sono la conseguenza dei processi di costruzione e trasformazione che il manufatto ha subito nel tempo. Il complesso di queste trasformazioni lascia nella fabbrica un reticolo di eterogeneità costruttive dovute al variare dei materiali, delle tecniche e di continuità parziali dovute all'imperfetto ammorsamento con le murature preesistenti.

Date le ripercussioni strutturali di tali discontinuità, che spesso introducono vulnerabilità specifiche nel comportamento della costruzione, è necessario per quanto possibile individuarle e descriverle, per poterne neutralizzare nel progetto gli effetti di indebolimento.

pianta	alzato	
		Discontinuità costruttiva in nodo murario
		Spalla con riprese costruttive accostate senza ammorsamento
		Angolata con riprese costruttive accostate senza ammorsamento
		Ripresa costruttiva dovuta a sopraelevazione
		Ripresa costruttiva con ammorsamento in rottura
		<p>Presenza di canna fumaria</p> <p>1. non utilizzata; 2. utilizzata; 3. canalizzazione importante in traccia;</p>

C.2 DEGRADO PROPRIO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Questa sezione riguarda le *forme di degrado proprio degli elementi costruttivi* limitandosi a quelle che riducono l'efficienza meccanica della struttura (ad esempio: erosione profonda dei giunti, fatturazione diffusa della pietra). Va ricordato che il degrado strutturale, inteso come decadimento della funzionalità meccanica, si compone oltre che degli effetti del dissesto anche degli effetti del degrado proprio dei materiali costitutivi. Spesso il degrado proprio del materiale e il degrado strutturale si amplificano concatenandosi, formando processi articolati ben riconoscibili.

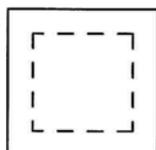


sigla

simbolo

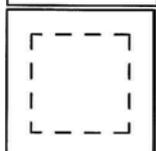
Perimetro dell'area degradata

DE1



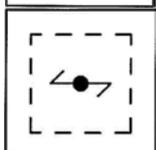
Degrado muratura in pietra / mattoni

DE2



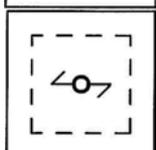
Erosione dei giunti di malta

DE3



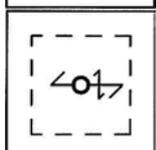
Inflessione degli elementi lignei / orditure principali

DE4



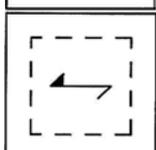
Degrado generalizzato degli elementi lignei

DE5



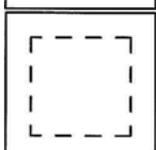
Degrado della struttura minuta e/o dell'impalcato

DE6



Immarcimento di teste di elementi lignei

DEz



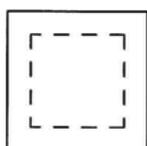
Altro
riportare la descrizione direttamente sull'elaborato grafico

C.3 CARENTI CONDIZIONI MANUTENTIVE

Questa sezione richiama sommariamente le condizioni manutentive del sistema di protezione della fabbrica, quali l'efficienza del manto di copertura, di gronde e pluviali, dei sistemi di raccolta delle acque al suolo.

Gli aspetti più importanti da segnalare sono quelli che hanno già avuto o potranno avere in futuro un ruolo scatenante nel causare o favorire la perdita di efficienza strutturale.

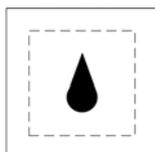
Si pone attenzione quindi soprattutto alla protezione dalle acque meteoriche e al loro allontanamento dalla zona fondale accertando perciò la tenuta dei tetti, del manto di copertura, di converse, grondaie e pluviali con relative canalizzazioni a terra, alla permeabilità all'acqua battente dei paramenti e rivestimenti murali.



sigla

Perimetro dell'area con carenti condizioni manutentive

simbolo



Perdite d'acqua osservabili



Presenza di vegetazione

D. RILIEVO DEL QUADRO FESSURATIVO E DEFORMATIVO

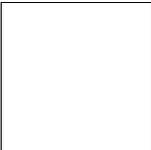
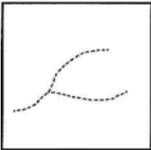
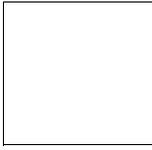
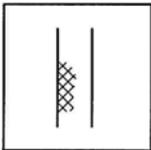
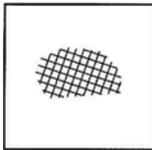
Il **rilievo del quadro fessurativo e deformativo** osserva e registra le varie forme di degrado strutturale che l'edificio ha subito nel tempo. In esso confluiscono perciò sia gli effetti di dissesti di origine statica, esauriti o in atto, sia i danni connessi a dissesti di origine dinamica causati da terremoti avvenuti nel tempo o dalle crisi sismiche più recenti.

Non è facile distinguere il complesso causale di un danno, in quanto spesso si sommano o interagiscono diversi fattori; tuttavia al rilievo si chiede non di interpretare la causa del danno, bensì di raccogliere e disporre tutte le informazioni che possono consentire e facilitarne la diagnosi. Non è rilevante, ad esempio, definire a priori se una *lesione è passante o non* come invece lo è il fatto che sia rilevabile e riscontrabile su entrambe le facce del macroelemento con analoga o diversa configurazione, in posizione speculare o diversa, ecc. Importante è invece localizzarle e descrivere realisticamente i tracciati delle lesioni che vanno misurati e caratterizzati attraverso il verso di spostamento relativo dei due cigli in diversi punti della lesione così da poter interpretare i meccanismi di dissesto che l'hanno prodotta.

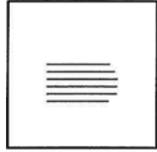
D.1 DESCRIZIONE DEGLI EFFETTI DEL DISSESTO SULLA MATERIA DELLA COSTRUZIONE (danni fisici)

Si tratta di una descrizione e localizzazione dei diversi fenomeni associati per affinità e per semplificazione grafica in gruppi. Si è scelto, quindi, di raggruppare nella simbologia grafica i fenomeni affini, anche se diversamente denominati e di diversa portata strutturale, dove, data la diversità dei materiali in cui si verificano, non sono possibili equivoci.

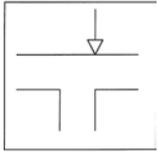
Una parte dei danni va descritta sui grafici in modo realistico (fessurazioni, fratture e lesioni, crolli), in quanto il disegno del loro tracciato riveste di per sé importanza diagnostica; gli altri danni sono descritti con simboli convenzionali, in quanto è sufficiente il riconoscimento del fenomeno e la sua localizzazione.

pianta	alzato	
		<p>Fessurazioni, fratture e lesioni di vario tipo Si usino spessori grafici differenziati per rappresentare ampiezze di lesione diverse: ad es. pennino 0.2 per lesioni fino a 3 mm; pennino 0.4 per lesioni di ampiezza superiore</p>
		<p>Proiezione in pianta delle lesioni su volte o archi soprastanti</p>
		<p>Fratturazioni concentrate, decoesioni localizzate con o senza espulsione di parti, corrugamenti di intonaci</p>

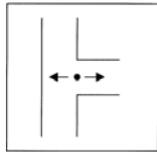
LEGENDA ELABORATI DI RILIEVO



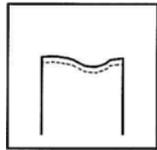
Decoesione diffusa della muratura, cavillature diffuse e lesioni ravvicinate non descrivibili graficamente, sconnessione di impalcati in cotto



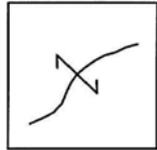
Rottura di tiranti in metallo o presenza di tirante già sollecitato con scarsa efficacia residua



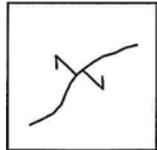
Sfilamento di elemento ligneo dalla sede della muratura, sfilamento e scorrimento con giunto chiuso (tra elementi in pietra o blocchi di muratura)



Crolli di parti e/o caduta di elementi da paramenti



Rilevamento dell'ampiezza della lesione e vettore di spostamento relativo tra i cigli di lesioni



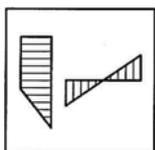
Idem, con dislocazione fuori dal piano del muro dei cigli di lesione

D.2 DESCRIZIONE E MISURA DEGLI SPOSTAMENTI RICONDUCEBILI AL DISSESTO (modificazioni geometriche)

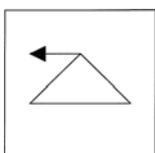
E' essenziale avere punti o linee di controllo per la misura degli spostamenti, di più marcata affidabilità, mirati sia a svelare e descrivere esattamente geometrie di dissesto non apprezzabili ad occhio nudo, sia a rilevare l'entità e l'articolazione di dissesti anche macroscopici.

pianta

alzato



Rilievo dello spostamento della verticalità (fuori/entro piombo) o della orizzontalità (sganciamento) ed enfattizzazione (x 5 o x 10) della scala dello scostamento

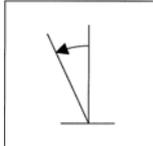


Perdita della verticalità di capriate (accatastamento)

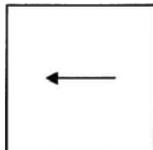
D.3 COMPONENTI VERTICALI RICONOSCIBILI DELLO SPOSTAMENTO DI MASSE MURARIE (modificazioni geometriche)

pianta

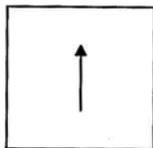
alzato



Rotazione del piano (P.) o fuori piano (F.P.) o mista (angolare e metrica)



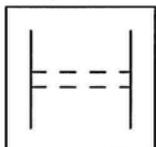
Traslazione orizzontale (T.O.)



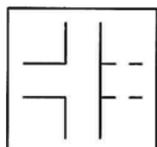
Traslazione verticale (T.V.)

E. INDICAZIONI DI ALCUNE MODALITA' SPECIFICHE DI RILIEVO

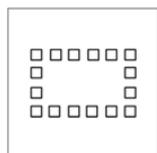
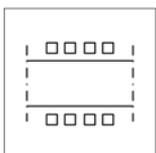
pianta



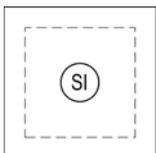
alzato



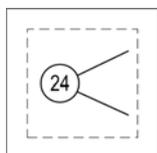
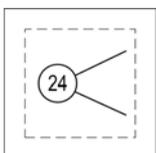
Traccia di elemento eliminato (parete, solaio, ecc.)



Aree in cui sono stati eseguiti sondaggi di accertamento, punti di prova, prelievi, ecc.



Localizzazioni sondaggi e prove geognostiche



Punto di ripresa fotografica (riferimento n. foto)

REGIONE
TOSCANA

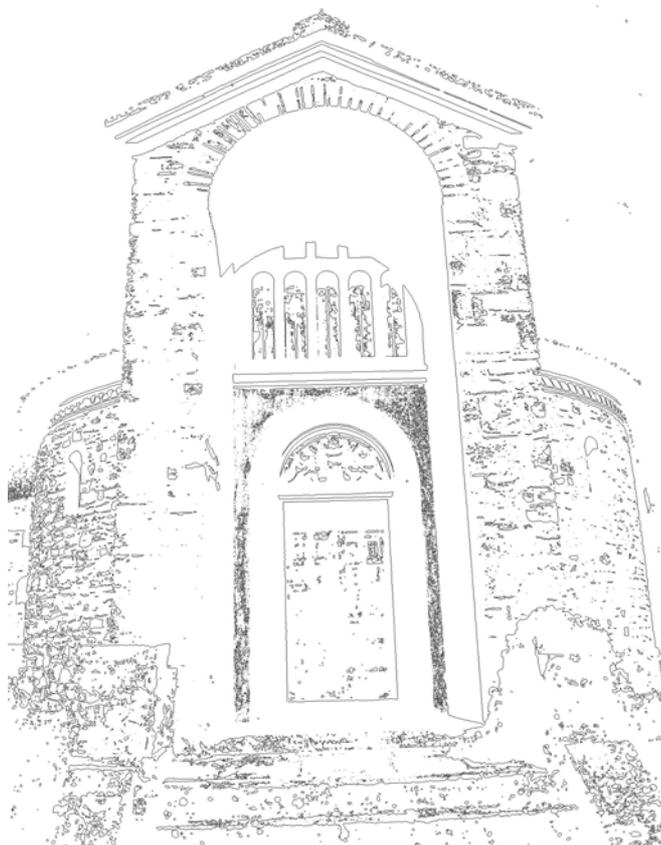


REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

RAPPORTO DI SOPRALLUOGO 01

**Comune di Pieve Santo Stefano (AR)
Chiesa di S.Maria della Pace a Sigliano**



MARZO 2003



ARX S.C.R.L. — VENZONE (UD)

RAPPORTO DI SOPRALLUOGO 01

▪ DENOMINAZIONE	Chiesa di Santa Maria della Pace
▪ COMUNE	Pieve Santo Stefano
▪ LOCALITA'	Sigliano
▪ DATA SOPRALLUOGO	11.07.2002
▪ RILEVATORI	Deganutti, Di Marco, Moretti, Papini

▪ **CARATTERISTICHE GENERALI DELLA CHIESA**

	RIF. FOTO
Chiesa con aula a pianta centrale circolare; costituita da un tamburo centrale poggiante su colonnato in mattoni, a formare e delimitare un anello di quota più bassa.	1,2
Un avancorpo funge da ingresso alla chiesa (le pareti sono trattenute da un tirante trasversale, visibile all'esterno) mentre nella parte opposta è presente un modesto presbiterio con volta lunettata; il corpo d'ingresso e il presbiterio sono sormontati da una loggia. Il presbiterio costituisce l'elemento funzionale di comunicazione e connessione strutturale con la retrostante casa canonica.	3,4
Fra il presbiterio e la casa canonica sorge il campanile che alla base è a pianta quadrata e nello sviluppo diventa circolare, con la cella costituita da due diversi ordini di aperture ad arco; tra i due ordini di aperture è presente una cerchiatura. La guglia conica è parziale in seguito ai danni dovuti all'ultimo evento sismico (la rimozione è stata effettuata con un pronto intervento).	1,5, 6
Il tamburo è caratterizzato da una fascia muraria che si eleva dagli archi del colonnato interno; tale fascia ospita due loggette soprastanti il presbiterio e l'ingresso. Nella parte superiore del tamburo - appena al di sotto della copertura in legno - sono presenti sedici finestre; la copertura è a raggiera a spinta eliminata.	7,8
L'anello murario interno è collegato al corpo d'ingresso e al presbiterio mediante una doppia coppia di archi in muratura.	9,10, 11
La chiesa ha fra l'anello murario interno e quello esterno (sempre in muratura in pietra) la copertura in legno con puntoni a raggiera e tavolato a sorreggere il manto in coppi.	12

La chiesa si presenta in buone condizioni manutentive.

▪ **CARATTERISTICHE GENERALI DEL SOPRALLUOGO**

Sopralluogo a vista dell'intera chiesa (interno/esterno).

▪ **COMPOSIZIONE ARCHITETTONICO/STRUTTURALE DELLA CHIESA**

- | | |
|------------------------------|----------------|
| 1. Aula: colonnato e tamburo | 4. Presbiterio |
| 2. Anello murario esterno | 5. Campanile |
| 3. Avancorpo d'ingresso | |

▪ **GRADO DI COMPLETEZZA DEL SOPRALLUOGO**

PARTE / MACROELEMENTO: Aula

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: *Anello murario esterno*

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Avancorpo d'ingresso

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Presbiterio

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Campanile

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
 AREA - Servizio Sismico Regionale

▪ **DANNI**

PARTE / MACROELEMENTO	TIPO DI DANNO OSSERVATO	ENTITA' DEL DANNO	RIF. FOTO
Presbiterio - tamburo - portale	Fenomeni di interazione dinamica. Il tamburo dell'aula rappresenta una struttura ad elevata massa e base flessibile (colonnato). In fase sismica tale struttura ha trasmesso significative sollecitazioni ai setti longitudinali dell'ingresso e del presbiterio attraverso la doppia coppia di archi di collegamento disposti radialmente. Tali elementi strutturali non si comportano come strutture ad arco ma hanno subito sollecitazioni anche di compressione; tali sollecitazioni a loro volta hanno prodotto lesioni in chiave nelle quali sono apprezzabili anche fenomeni di schiacciamento (sollevamento e corrugamento di intonaco). L'effetto descritto è più marcato nell'arco i collegamento sinistro all'ingresso per la presenza di una riduzione muraria dovuta alla realizzazione di una apertura di passaggio.	Lo stato di dissesto è rilevabile ed è leggibile il meccanismo, pur se in una fase iniziale di sviluppo.	7 9 10 13 14 11 15
Tamburo	Lesioni oblique in corrispondenza della fascia muraria fra la corona delle aperture ed il cornicione di copertura: meccanismo di danno di incerta lettura. Le lesioni sono capillari e più evidenti sulla semicirconferenza destra. Considerato l'andamento obliquo e la tipologia della copertura a spinta eliminata, il meccanismo probabile è riconducibile ad una traslazione della fascia più rigida di sommità (cornicione di coronamento sommitale e struttura di copertura).	Lo stato di dissesto è osservabile macroscopicamente; l'evoluzione del meccanismo che ha generato tale dissesto non ha un livello di progressione sufficiente per consentire una chiara e certa lettura.	16 17 18

REGIONE TOSCANA*Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali*

AREA - Servizio Sismico Regionale

Anello esterno	Lesioni verticali in chiave in corrispondenza dei fori: le lesioni sono capillari, in parte antecedenti l'ultimo evento sismico e riparate con rifugature generalizzate. Un probabile meccanismo correlato deriva dalla oscillazione in direzione trasversale del tamburo che viene "scaricata" mediante le travi di copertura alle murature esterne dell'anello.	Prima evidenza di stati di dissesto connessi ad una iniziale attivazione del meccanismo.	19
Campanile	La punta conica del campanile - in blocchetti in pietra - è stata rimossa con un pronto intervento nell'ultimo evento sismico in quanto elemento di rischio per la pubblica incolumità.	Non rilevabile a causa della rimozione.	6

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

▪ VULNERABILITA'

PARTE / MACROELEMENTO	FORME DI VULNERABILITA' OSSERVATE	RIF. FOTO
Tamburo	Carenza e disomogeneità di connessione fra i corpi costituenti il complesso edilizio nella sua interezza: il tamburo dell'aula rappresenta una struttura ad elevata massa e base flessibile (colonnato). In fase sismica tale elemento non è connesso in modo adeguato al resto della struttura della chiesa, risultando quindi una massa oscillante.	7 9 12
	Riduzione della sezione muraria dell'arco sinistro di collegamento tra ingresso e struttura dell'aula centrale.	11
Anello esterno	Riduzione della sezione muraria per la presenza di altari, confessionali e nicchie alcune delle quali tamponate ma non sufficientemente ammortate.	20

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 1: prospetto laterale



FOTO 2: interno aula circolare



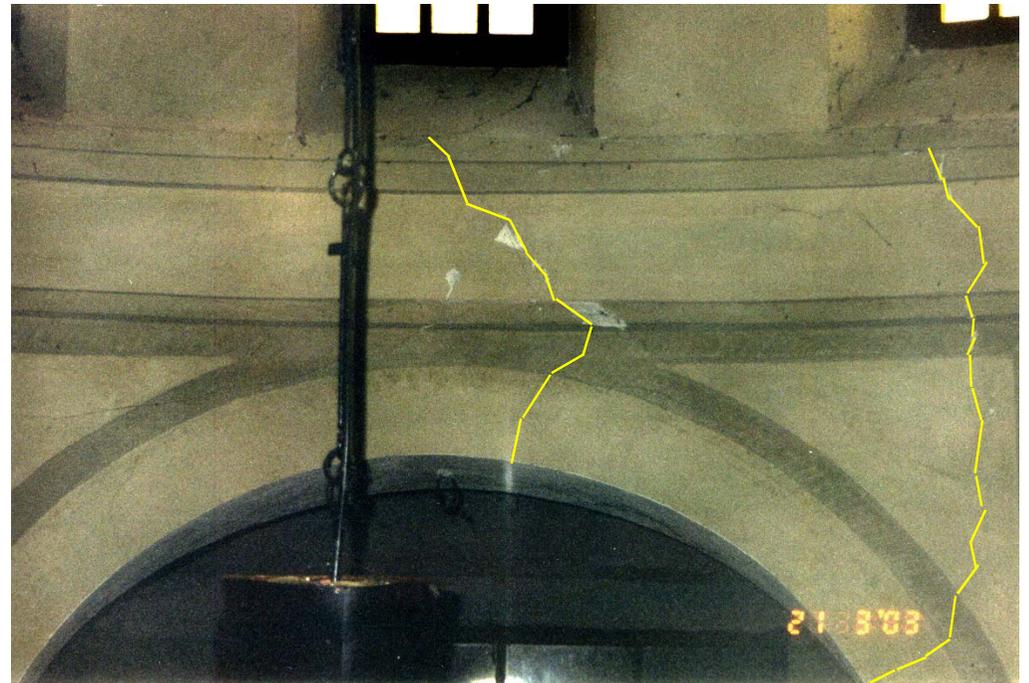
REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 2b: interno aula circolare



FOTO 2c: interno aula, particolare



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 3: avancorpo



FOTO 4: portale d'ingresso



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 5: campanile



FOTO 6: cella campanaria e guglia



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 7: interno tiburio verso l'altare



FOTO 8: copertura tiburio



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 9: arco di collegamento destro fra anello centrale dell'aula e presbiterio



FOTO 10: arco di collegamento destro fra anello centrale dell'aula e avancorpo d'ingresso



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 11: arco di collegamento sinistro
fra anello centrale dell'aula e avancorpo d'ingresso



FOTO 12: copertura dell'anello esterno



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 13: arco di collegamento destro
fra anello centrale dell'aula e avancorpo d'ingresso

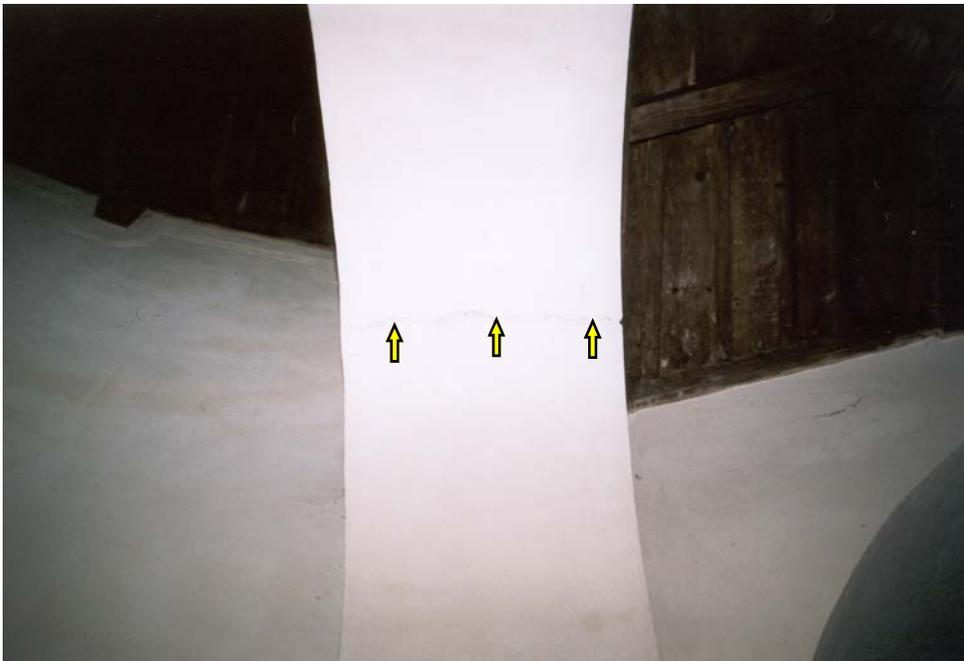
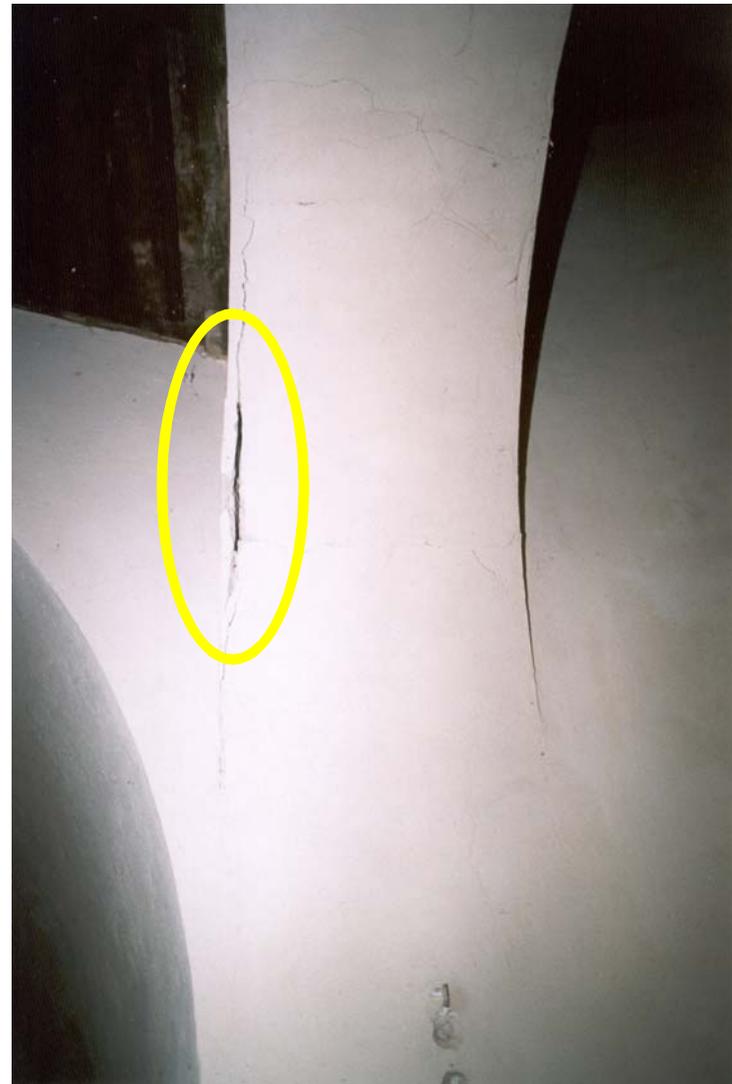


FOTO 14: arco di collegamento sinistro
fra anello centrale dell'aula e avancorpo d'ingresso



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 15: chiave dell'arco di collegamento destro
fra anello centrale dell'aula e avancorpo d'ingresso - particolare.

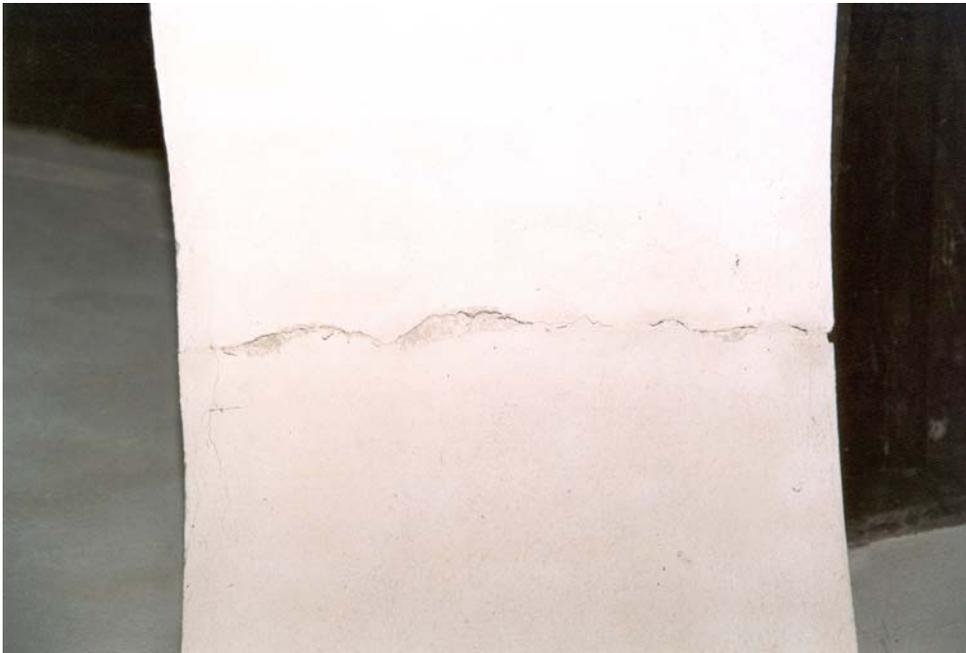


FOTO 16: tamburo (lato sinistro)



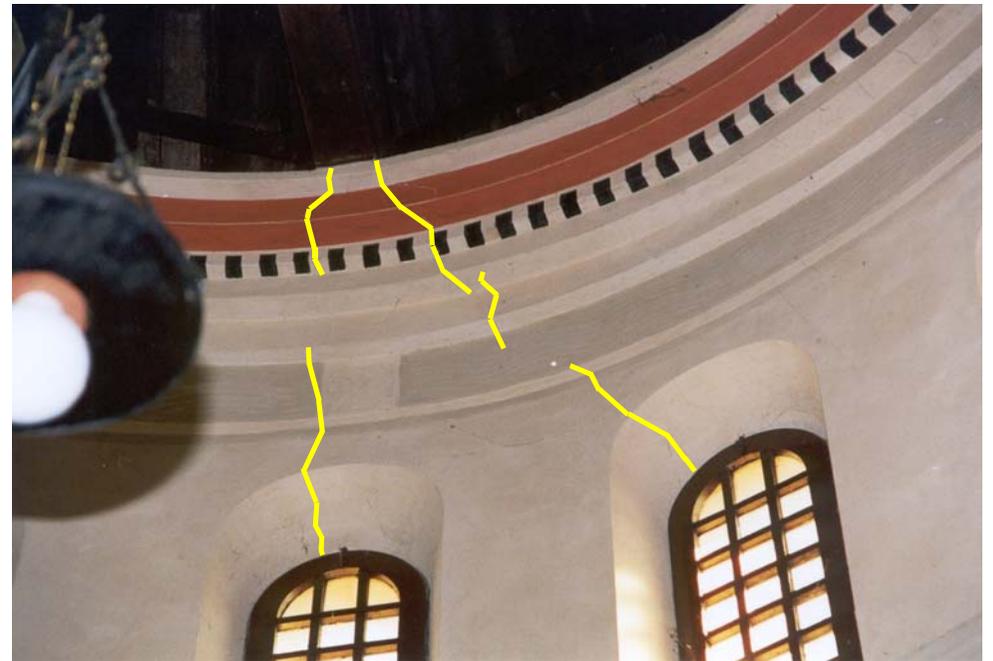
REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 17a: tamburo



FOTO 17b: tamburo



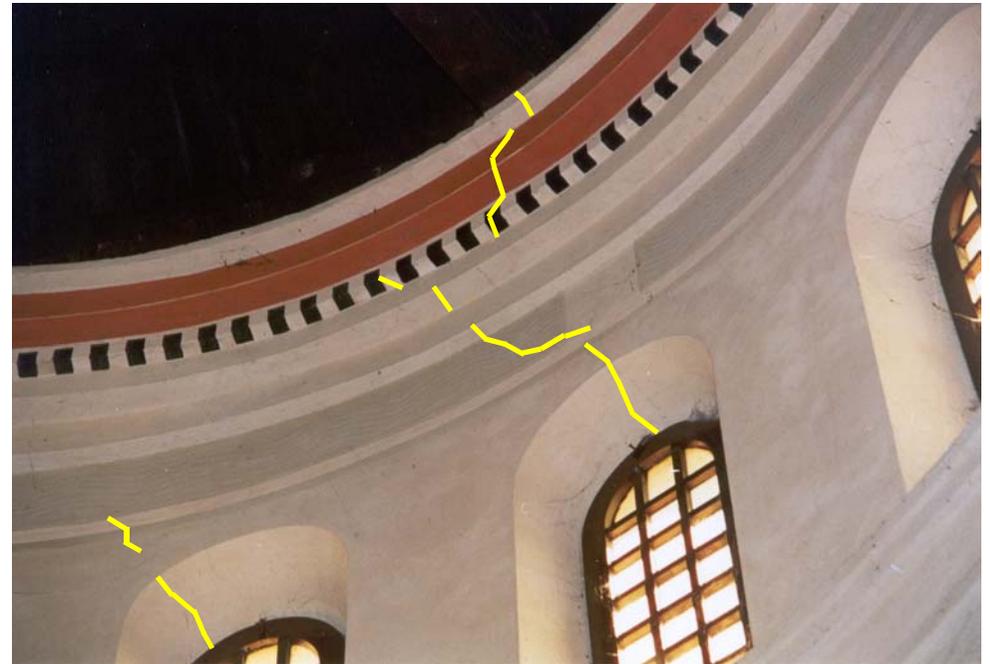
REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 18a: tamburo



FOTO 18b: tamburo



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 19: anello esterno

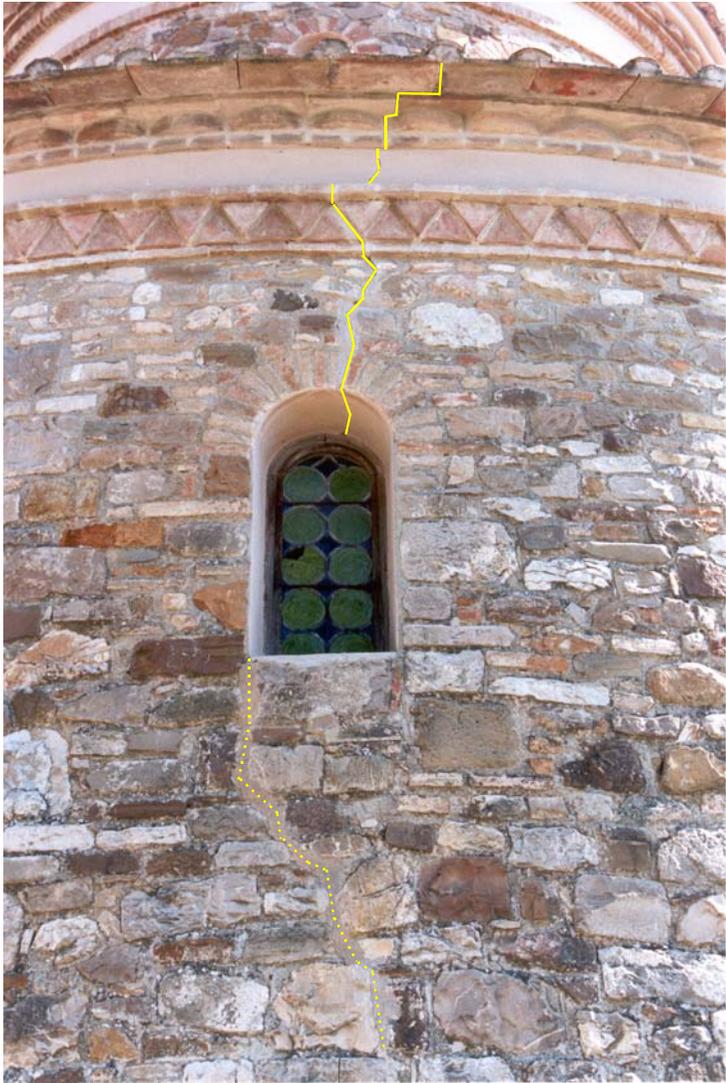


FOTO 20: anello esterno - confessionali



RAPPORTO DI SOPRALLUOGO 02

Comune di Anghiari (AR) Santuario della Madonna del Carmine



MARZO 2003



ARX S.C.R.L. — VENZONE (UD)

RAPPORTO DI SOPRALLUOGO 02

- **DENOMINAZIONE** Santuario della Madonna del Carmine
 - **COMUNE** Anghiari
 - **LOCALITA'** -
 - **DATA SOPRALLUOGO** 11.07.2002
 - **RILEVATORI** Deganutti, Di Marco, Moretti, Papini
-

▪ **CARATTERISTICHE GENERALI DELLA CHIESA**

La pianta della chiesa è croce latina con abside rettangolare.

La facciata, di ampie dimensioni, è caratterizzata da una ridotta foratura: il portone d'ingresso e un piccolo rosone nel timpano.

Nello spessore delle pareti laterali sono state ricavate delle ampie nicchie per l'inserimento di altari (tre per ogni lato) sormontati da finestre.

Le pareti della navata sono collegate all'arco trionfale mediante archi a tutto sesto.

Così come le pareti laterali dell'aula, che ospitano nella loro sezione nicchie e forature, anche le pareti del transetto seguono lo stesso schema strutturale.

La struttura portante di copertura dell'aula è a capriate mentre quella del transetto è costituita da arcarecci orizzontali. Il manto è in coppi poggianti su pianelle laterizie a vista. L'abside è sormontata da una volta a crociera. La copertura dell'abside a due falde è costituita da una orditura principale in arcarecci tipo "fiume" (sezione circolare) disposta alla "piemontese"; il cordolo di copertura è sezionato dalle teste delle travi lignee principali perdendo di continuità.

**RIF.
FOTO**

2

1

3

4

2

**2,4,
6**

La chiesa è stata oggetto di interventi strutturali recenti (inizio anni '80); sono attualmente in corso ulteriori interventi finalizzati alla riparazione e miglioramento sismico dei danni conseguenti il terremoto del 1997.

▪ **CARATTERISTICHE GENERALI DEL SOPRALLUOGO**

Il sopralluogo si è limitato all'osservazione di alcuni danni segnalati come prodotti dal sisma del 2001.

La volta dell'abside presenta deformazioni e alcune lesioni e per tale elemento strutturale non è prevista attualmente l'esecuzione di lavori.

La presenza dei ponteggi di cantiere ha consentito l'esame visivo ravvicinato delle strutture indagate.

Non è stato possibile effettuare ulteriori considerazioni in merito alle forme di vulnerabilità presenti nella fabbrica non essendo completati i lavori di riparazione e miglioramento sismico.

▪ **COMPOSIZIONE ARCHITETTONICO/STRUTTURALE DELLA CHIESA**

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1. Facciata | 3. Transetto: facciate, pareti, copertura |
| 2. Aula: pareti laterali e copertura | 4. Abside |

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

▪ GRADO DI COMPLETEZZA DEL SOPRALLUOGO**PARTE / MACROELEMENTO:** Facciata

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spancamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Abside

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spancamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

DANNI

PARTE / MACROELEMENTO	TIPO DI DANNO OSSERVATO	ENTITA' DEL DANNO	RIF. FOTO
Volta dell'abside	Deformazione della volta. La volta a crociera presenta deformazioni di notevole entità accompagnate da inversioni di curvatura che producono alcune lievi lesioni all'intradosso. Il danno non è imputabile - se non in minima parte - agli ultimi eventi sismici.	La deformazione è pregressa e di notevole entità; all'estradosso è però presente una cappa in calcestruzzo con curvatura regolare. Questa circostanza fa ritenere che la valutazione dell'entità del danno vada ricondotta all'effettiva situazione statica conseguita in seguito ad eventuali interventi strutturali precedenti. Per esprimere una valutazione circa le risorse strutturali si ritiene necessario un approfondimento conoscitivo che riguardi la ricostruzione cronologica degli interventi strutturali e/o l'esecuzione di sondaggi volti ad accertare gli effettivi schemi statici esistenti. Non è infatti da escludere che i lavori precedentemente eseguiti abbiano contribuito a consolidare la struttura in una configurazione deformata.	7 8 9
Facciata	Ribaltamento di facciata. Sono riscontrabili lesioni nelle fasce di sovrapposizione con le pareti laterali in corrispondenza delle finestre, indicative di un ribaltamento di facciata.	Le lesioni macroscopicamente osservabili sono di lieve entità.	1 10 11
	Meccanismo di scorrimento nel piano. La facciata è stata interessata da azioni nel piano della muratura che hanno prodotto lesioni nella fascia centrale di muratura fra portale e copertura.	Le lesioni macroscopicamente osservabili sono di lieve entità.	12

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

▪ VULNERABILITA'

PARTE / MACROELEMENTO	FORME DI VULNERABILITA' OSSERVATE	RIF. FOTO
Volta dell'abside	Deformazione dovuta a danno pregresso (si vedano le considerazioni relative al danno).	7,8, 9
	Interruzione dei cordoli di sommità e presumibile mancanza di adeguato collegamento tra muratura e orditura principale copertura.	6
Pareti laterali navata e transetto	Indebolimento della sezione muraria per inserimento di altari.	2,3
Transetto	Riduzione di sezione muraria per la presenza di ampi fori alla base.	5
Transetto /abside	Carenza di collegamento tra l'arco sinistro della navata e l'arco trionfale "denunciato" dalla presenza di una lesione.	4

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 1: facciata



FOTO 2: aula



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 3: angolata fra parete laterale destra e facciata



FOTO 4: arco trionfale e archi del transetto



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 5: facciata del transetto di destra

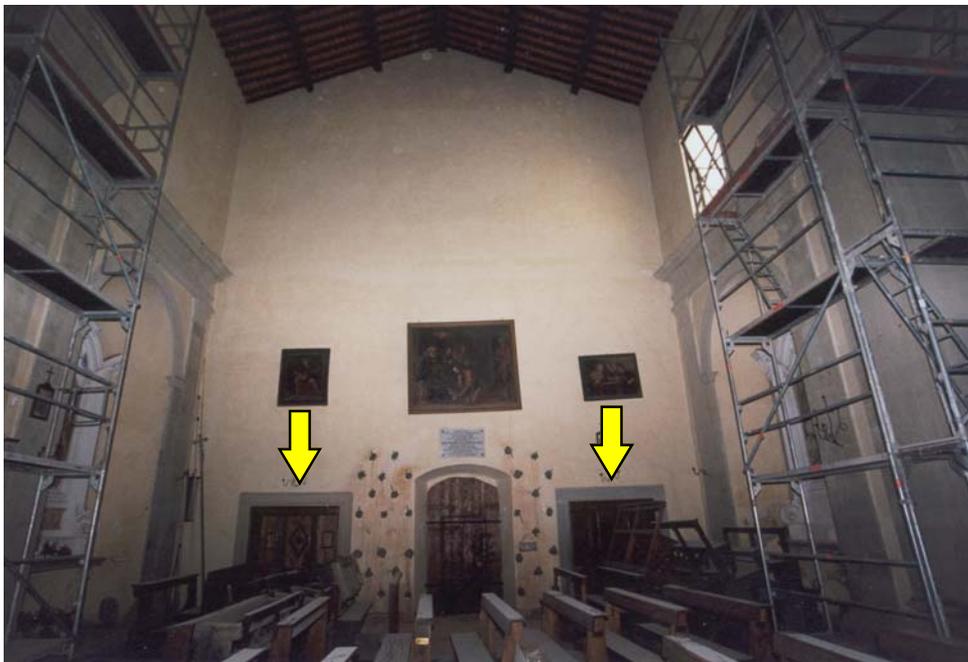


FOTO 6: copertura dell'abside



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 7: volta dell'abside



FOTO 8: volta dell'abside - particolare della reformazione



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 9: volta dell'abside
particolare della deformazione



FOTO 10: parete laterale sinistra
fascia di sovrapposizione con la facciata



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 11: parete laterale sinistra
fascia di sovrapposizione con la facciata - particolare

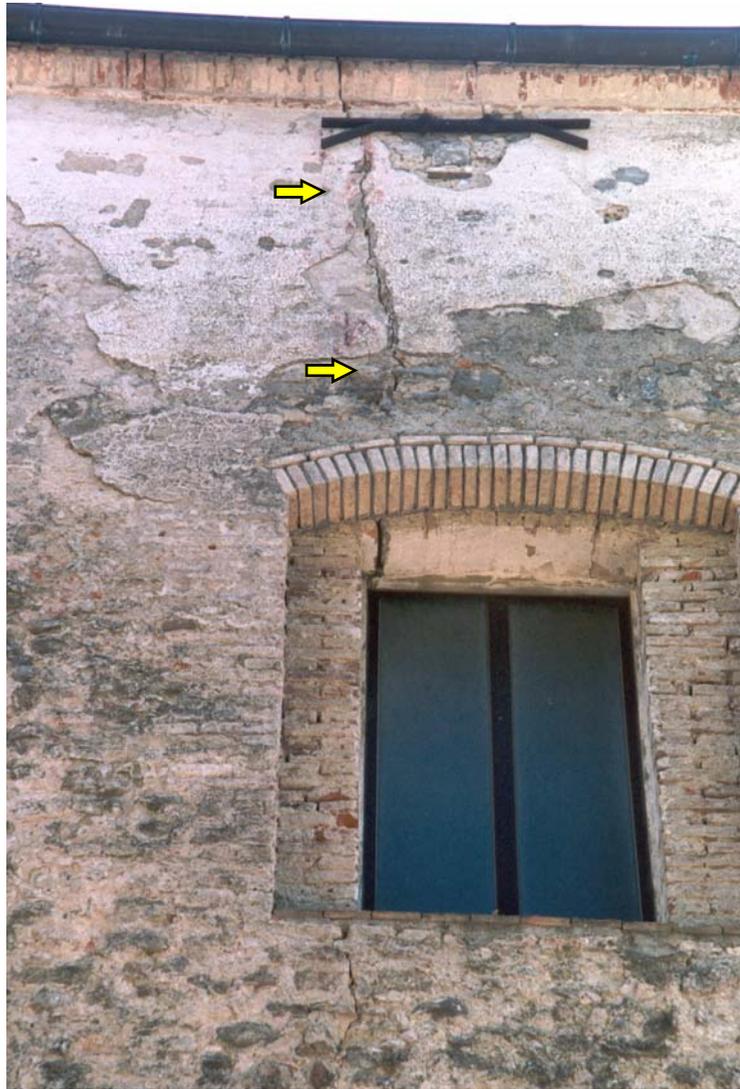
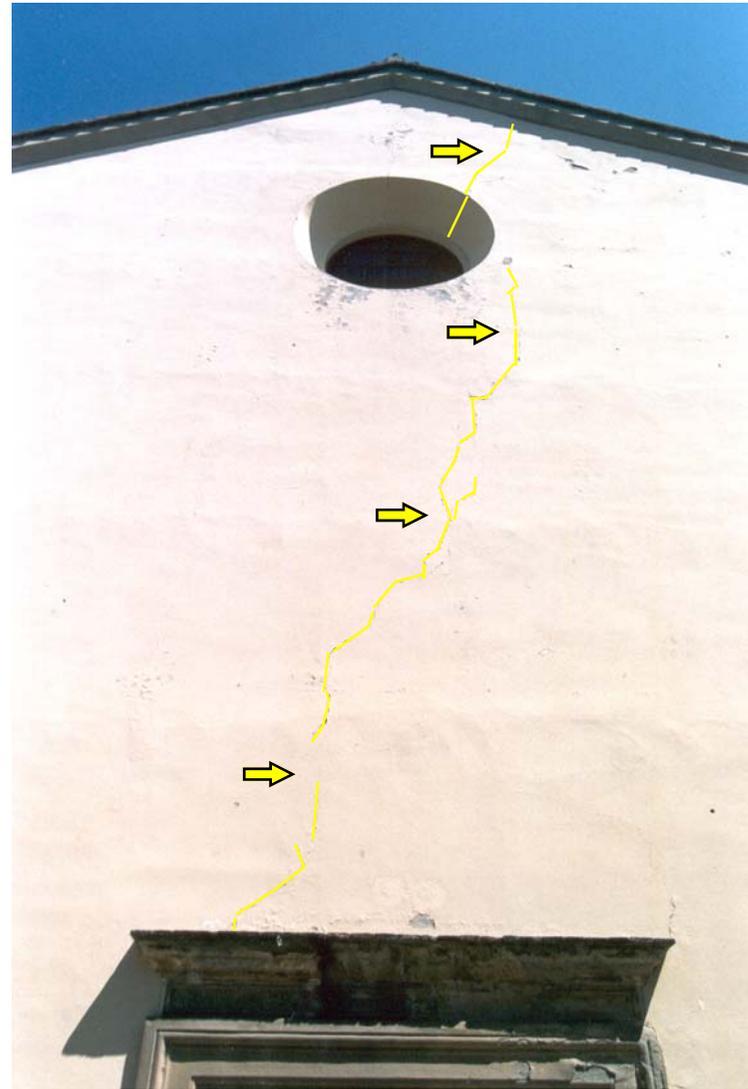


FOTO 12: timpano di facciata



REGIONE
TOSCANA

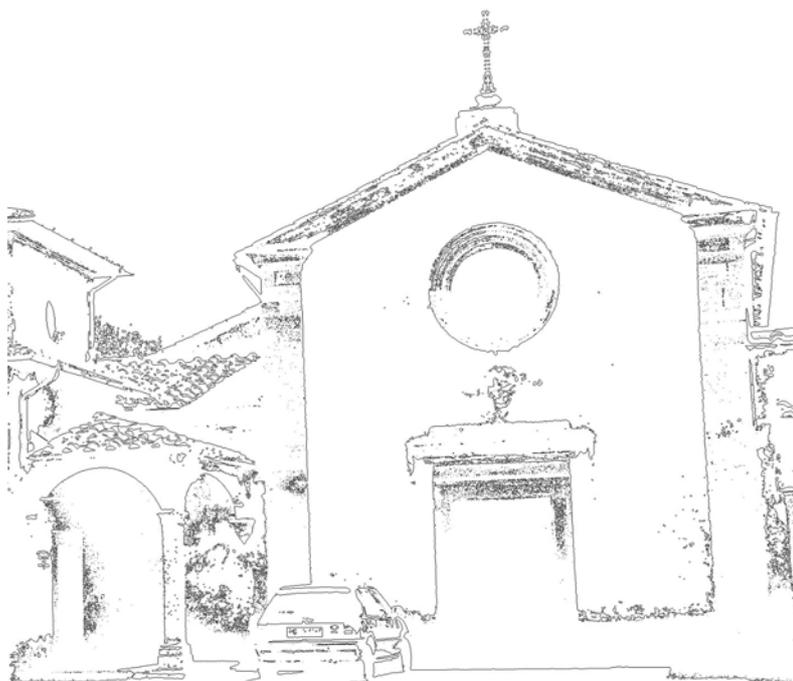


REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

RAPPORTO DI SOPRALLUOGO 03

Comune di Anghiari (AR) Chiesa di Nostra Signora del Cenacolo a Montauto



MARZO 2003



ARX S.C.R.L. – VENZONE (UD)

RAPPORTO DI SOPRALLUOGO 03

- **DENOMINAZIONE** Chiesa di Nostra Signora del Cenacolo
 - **COMUNE** Anghiari
 - **LOCALITA'** Montauto
 - **DATA SOPRALLUOGO** 11.07.2002
 - **RILEVATORI** Deganutti, Di Marco, Moretti, Papini
-

▪ **CARATTERISTICHE GENERALI DELLA CHIESA**

La chiesa, di dimensioni contenute, fa parte del complesso conventuale omonimo; la parte laterale destra costituisce uno dei lati del chiostro. La chiesa è inserita in un contesto edilizio articolato per la presenza di altri edifici del convento.

**RIF.
FOTO**
1,2

Chiesa a navata unica con arco trionfale che delimita il presbiterio con cappelle laterali sul lato sinistro. La struttura portante della copertura della navata è costituita da capriate lignee, mentre il presbiterio è voltato.

3

La parete laterale destra, in comune con il chiostro, presenta due confessionali inseriti nella sezione muraria.

4

La struttura della chiesa ha risentito in maniera modesta dell'azione sismica mentre la struttura del convento presenta un quadro fessurativo/deformativo che rileva uno stato di danno non esclusivamente di origine sismica ma legata a fattori locali quali ad esempio cedimenti fondali. Nel convento sono stati osservati quadri deformativi diffusi di origine non chiara od univoca.

5,6,7

La chiesa si presenta in buone condizioni manutentive.

▪ **CARATTERISTICHE GENERALI DEL SOPRALLUOGO**

Sopralluogo a vista della chiesa dall'interno e degli atri locali attigui al presbiterio della chiesa; vista parziale dall'esterno.

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali

AREA - Servizio Sismico Regionale

▪ **COMPOSIZIONE ARCHITETTONICO/STRUTTURALE DELLA CHIESA**

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Facciata | 3. Presbiterio e arco trionfale |
| 2. Aula: pareti laterali e copertura | 4. Cappelle laterali |

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

▪ GRADO DI COMPLETEZZA DEL SOPRALLUOGO**PARTE / MACROELEMENTO:** Aula

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Presbiterio e arco trionfale

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA*Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali*

AREA - Servizio Sismico Regionale

▪ DANNI

PARTE / MACROELEMENTO	TIPO DI DANNO OSSERVATO	ENTITA' DEL DANNO	RIF. FOTO
Parete laterale destra	La parete è interessata da alcune lesioni isolate in prossimità della riduzione muraria per l'inserimento dei confessionali. La muratura risulta intonacata su entrambi i paramenti (interno ed esterno); l'intonaco, a base cementizia, risulta di una notevole consistenza e rende difficile l'osservazione di tutti i possibili meccanismi di danno.	Danno di lieve entità.	4,8

REGIONE TOSCANA*Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali*AREA - Servizio Sismico Regionale

▪ VULNERABILITA'

PARTE / MACROELEMENTO	FORME DI VULNERABILITA' OSSERVATE	RIF. FOTO
Parete laterale destra	Riduzione della sezione della muratura dovuta all'inserimento di due confessionali.	4
	Indebolimento (costituito da una porta di passaggio) in corrispondenza della fascia di sovrapposizione con la facciata.	9
Presbiterio	Indebolimento della parete di fondo dovuto alla presenza di due porte laterali.	3
Intera fabbrica	Possibili interazioni dinamiche con altri corpi del complesso del convento.	1

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 1: facciata e corpi annessi



FOTO 2: chiostro e parete laterale destra della chiesa sullo sfondo



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 3: aula e presbiterio



FOTO 4: parete laterale destra



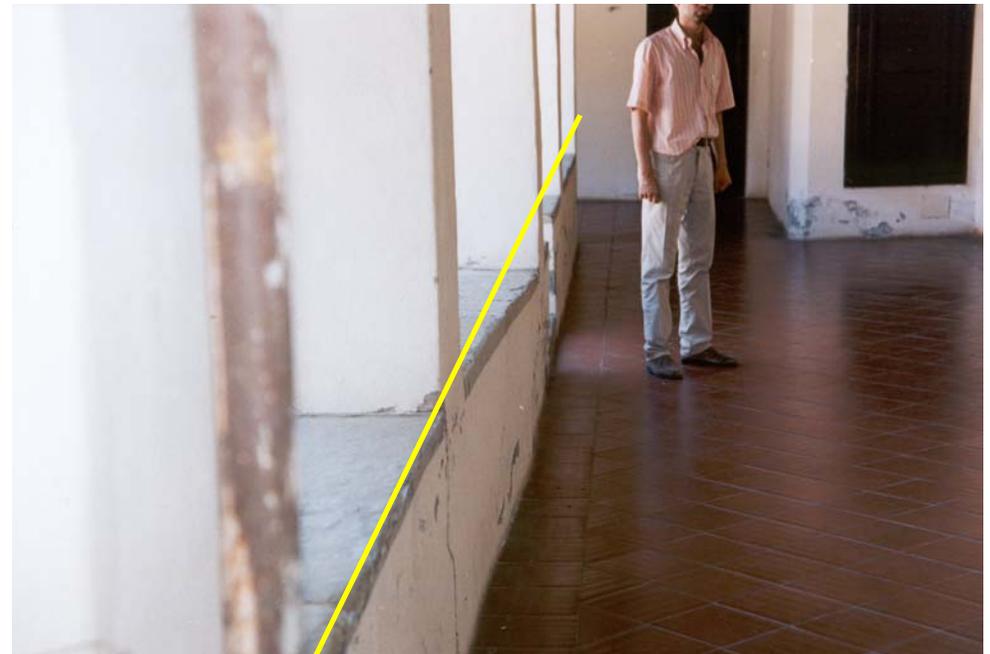
REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 5: colonnato del chiostro



FOTO 6: colonnato del chiostro



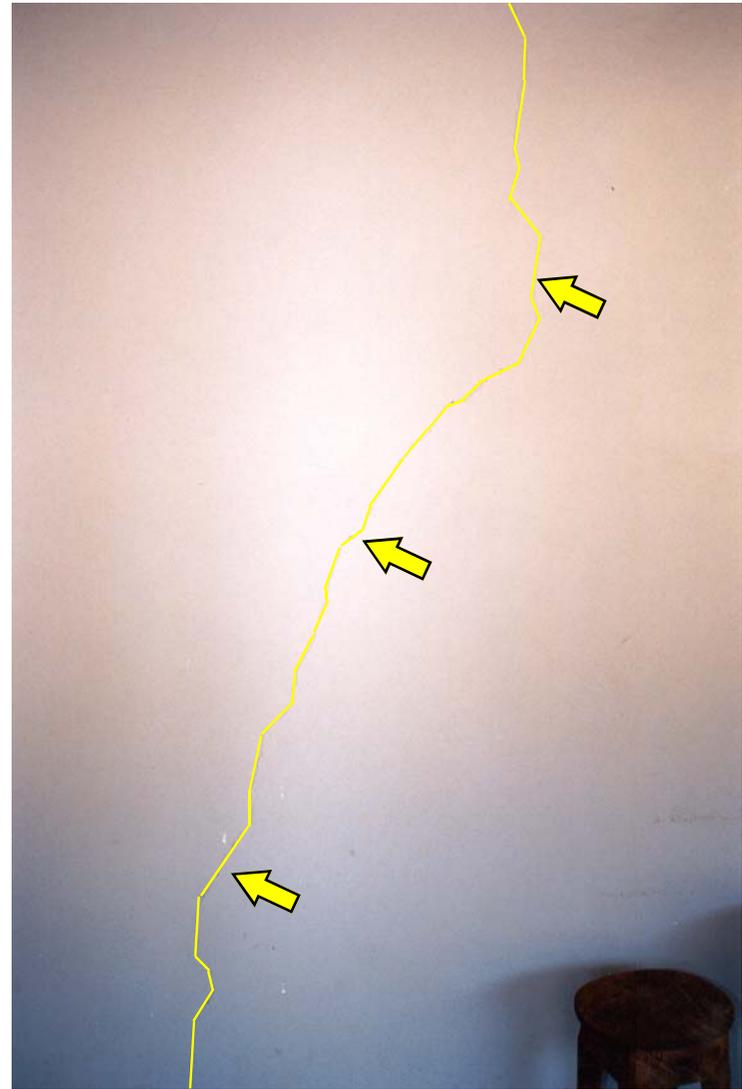
REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 7: interno del convento



FOTO 8: parete laterale destra - lesione sul lato esterno



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 9: fascia di sovrapposizione tra facciata e parete laterale destra



REGIONE
TOSCANA



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

RAPPORTO DI SOPRALLUOGO 04

Comune di Anghiari (AR) Chiesa della SS. Annunziata a Pieve Sovara



MARZO 2003



ARX S.C.R.L. – VENZONE (UD)

RAPPORTO DI SOPRALLUOGO 04

▪ DENOMINAZIONE	Pieve della SS. Annunziata
▪ COMUNE	Anghiari
▪ LOCALITA'	Pieve alla Sovara
▪ DATA SOPRALLUOGO	11.07.2002
▪ RILEVATORI	Deganutti, Di Marco, Moretti, Papini

▪ **CARATTERISTICHE GENERALI DELLA CHIESA**

Chiesa a tre navate e tre absidi semicircolari; l'impianto originario del "IX/X secolo radicalmente rifatta nel 1469-80 e riportata alle primitive linee romaniche liberando le tre belle absidi anteriori al mille"¹. La parte più antica è costituita dalla zona absidale e dal presbiterio; la navata ed il transetto sono di origine medievale mentre le navate laterali costituiscono l'ampliamento rinascimentale. Sul lato destro si articolano i corpi di fabbrica della sagrestia e canonica. La chiesa è stata oggetto di interventi di restauro nell'immediato dopoguerra (1947-51).

**RIF.
FOTO**
1,2,3,
4,5

Nella facciata a salienti della chiesa è ancora leggibile l'antico campanile-torre che nelle fasi di ampliamento e di ridefinizione funzionale della chiesa fu inglobato a costituire la parte centrale di essa. L'antico impianto murario del campanile-torre è riconoscibile in pianta e costituisce all'interno della chiesa un ambiente di ingresso voltato e sovrastato da una cantoria.

6

La navata centrale ha una copertura a capriate con terzere, correntini e pianelle in laterizio; la copertura delle navate laterali è invece a puntoni con terzere, correntini e pianelle laterizie. Le tre navate sono separate da un colonnato in pietra e archi a tutto sesto con ghiera in pietra squadrata.

3,4,7

Le murature d'ambito delle navate laterali sono costituite da murature senza fori e/o nicchie.

3,4

¹ Touring Club Italiano - Guida d'Italia Toscana V edizione Milano 1997 pag. 812.

Le absidi hanno volte a semicupola.

Il campanile è affiancato alla navata laterale sinistra in prossimità del presbiterio con una semplice cella campanaria con doppia feritoia sui lati e copertura a quattro falde.

La chiesa è in buono stato di conservazione.

4

2,8,9

▪ **CARATTERISTICHE GENERALI DEL SOPRALLUOGO**

Sopralluogo a vista dell'intera chiesa (interno/esterno) ad esclusione dell'interno del campanile.

▪ **COMPOSIZIONE ARCHITETTONICO/STRUTTURALE DELLA CHIESA**

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. Facciata | 5. Abside centrale |
| 2. Navata centrale | 6. Abside laterale destra |
| 3. Navata laterale destra | 7. Abside laterale sinistra |
| 4. Navata laterale sinistra | 8. Campanile |

▪ **GRADO DI COMPLETEZZA DEL SOPRALLUOGO**

PARTE / MACROELEMENTO: Facciata

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Navata centrale

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Navata laterale destra

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Navata laterale sinistra

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Absidi (centrale, destra, sinistra)

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA*Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali*

AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Campanile

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

▪ DANNI

PARTE / MACROELEMENTO	TIPO DI DANNO OSSERVATO	ENTITA' DEL DANNO	RIF. FOTO
Facciata	Ribaltamento di facciata. Si osserva il ribaltamento della parte alta della facciata con la formazione delle caratteristiche lesioni diagonali nella fascia di sovrapposizione con le pareti della navata centrale e il mutuo scorrimento fra le terzere e il timpano di facciata. La parte che ribalta è quella situata al di sopra della volta dell'antico campanile-torre. La presenza di questo nucleo murario massiccio all'ingresso, inibisce significativamente la tendenza alla rotazione della facciata al piede. La rotazione fuori piano non è simmetrica, ma più accentuata sul lato destro in relazione alle caratteristiche della tessitura muraria esterna: il differenziale di comportamento fra parte destra e sinistra della facciata ha un possibile riscontro nella presenza di pietre angolari nella parte anteriore sinistra, assenti invece nella zona simmetrica di destra.	Evidenza di dissesti e leggibilità complessiva di meccanismi attivati nell'insieme del macroelemento; tali meccanismi sono in fase iniziale di sviluppo con dissesti di limitata entità.	6 10 11 12 13 14 15
Navata centrale	Risposta trasversale della navata. E' leggibile lo scorrimento fra orditura di copertura delle navate laterali e le pareti della navata centrale, fenomeno sintomatico di un'oscillazione trasversale della navata centrale.	Prima evidenza degli stati di dissesto connessi alla fase iniziale del meccanismo, visibile solo ad una osservazione accurata.	16 17

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

▪ VULNERABILITA'

PARTE / MACROELEMENTO	FORME DI VULNERABILITA' OSSERVATE	RIF. FOTO
Facciata	Mancanza di efficaci connessioni fra timpano e copertura della navata centrale.	
Navata centrale	Danno pregresso che ha interessato gli archi di navata prossimi alle absidi. Ad una lettura attenta è possibile osservare delle dislocazioni di conci della ghiera che evidenziano una deformazione non visibile sulle murature recentemente intonacate. E' opportuno un approfondimento diagnostico sull'eventuale stato di danno pregresso non efficacemente riparato derivante da precedenti eventi sismici.	18 19
	Probabile discontinuità muraria fra la facciata e la parete laterale della navata destra.	
Parete laterale sinistra	Danno pregresso che ha interessato la parete esterna: è chiaramente osservabile un fuori piombo dell'intera parete, non compensato da adeguati presidi.	20 21
Campanile	Presenza di un'apertura sul lato posteriore ad un'altezza corrispondente alla copertura della parete laterale. Oltre alla riduzione di sezione resistente dovuta al foro, è presente una zona di muratura con pietre di pezzatura irregolare e scarsamente ingranate. In tale zona si possono inoltre verificare gli effetti dell'interazione dinamica fra il campanile stesso e la parete laterale.	22 23
	Cella campanaria snella e con tessitura muraria di ridotta pezzatura e priva di angolate adeguate.	

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

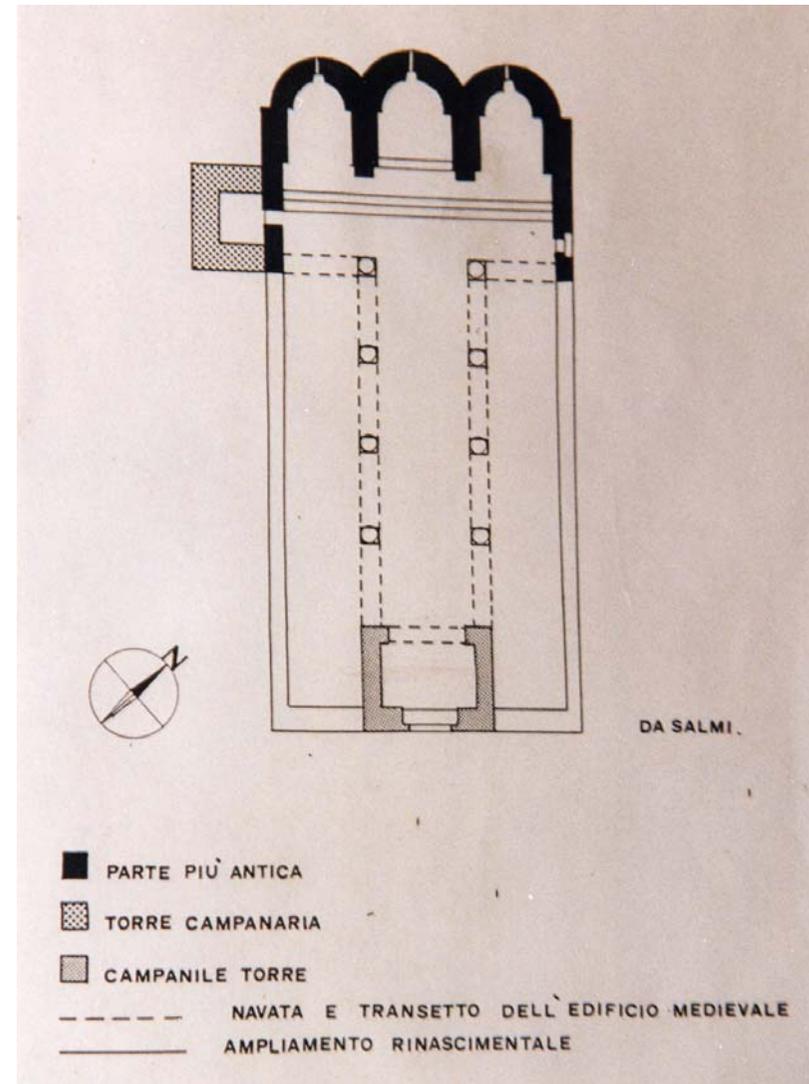
REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 1: facciata



FOTO 2: pianta con l'individuazione della storia costruttiva



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 3: navata centrale verso l'ingresso



FOTO 4: navata centrale verso l'abside



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 5: abside



FOTO 6: ingresso e parete laterale destra della navata centrale



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 7: interno presso la zona absidale



FOTO 8: campanile



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 9: cella campanaria



FOTO 10: copertura della navata centrale e timpano di facciata



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 11: navata centrale - parete laterale destra

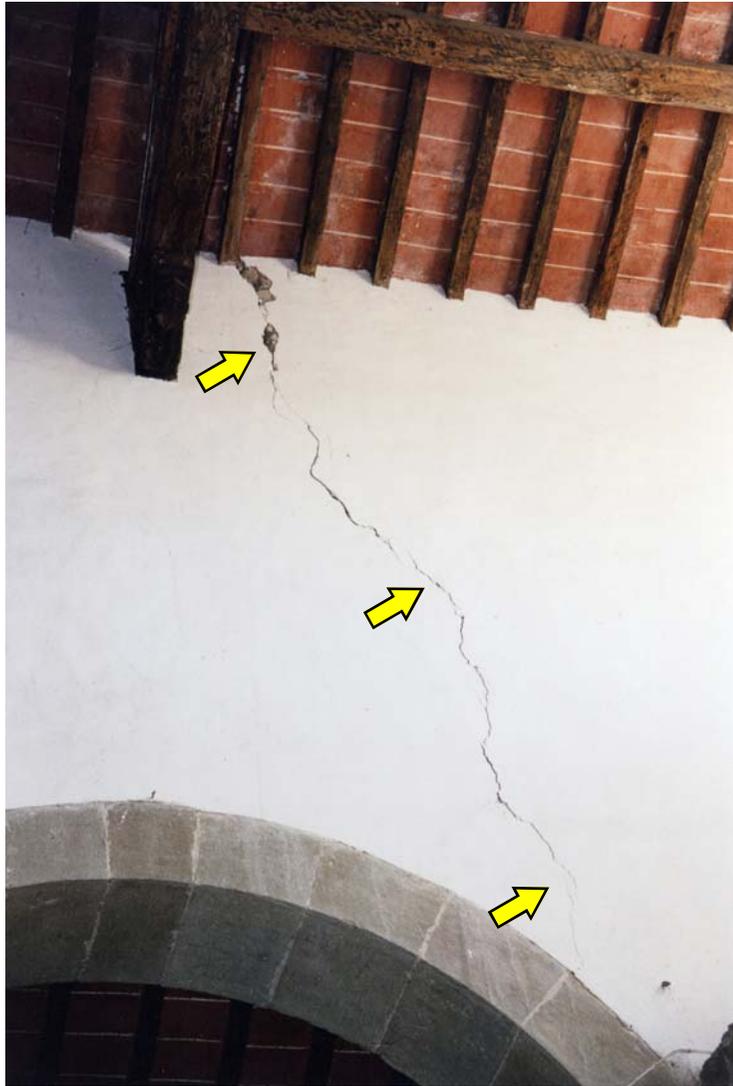
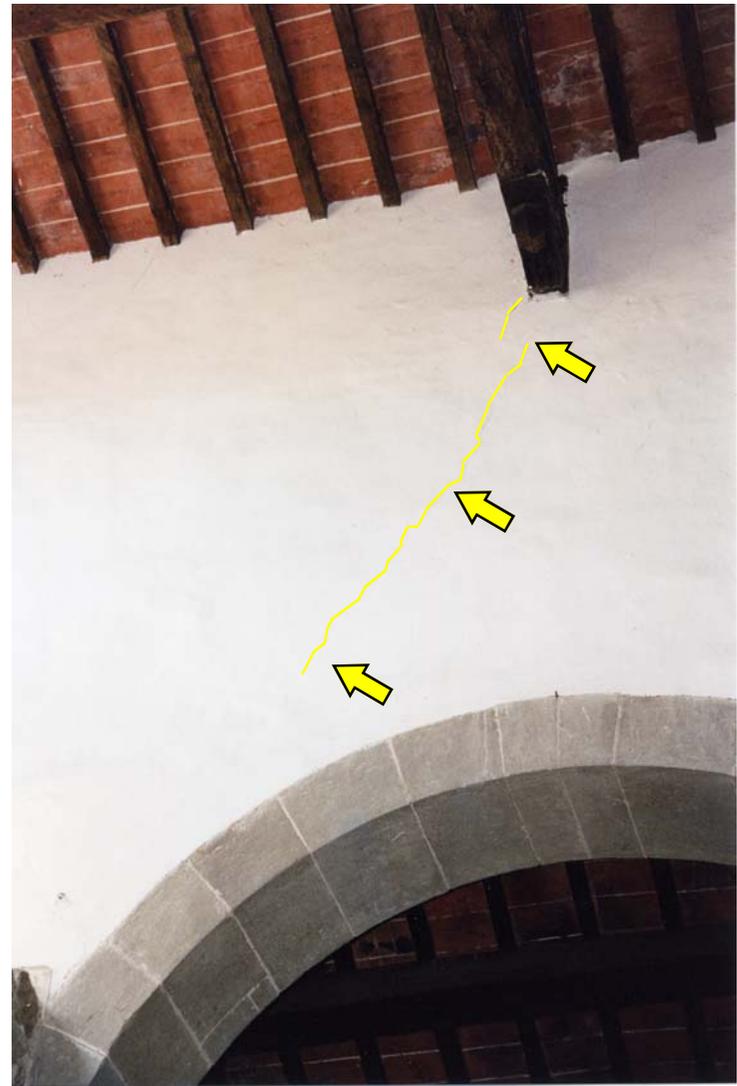


FOTO 12: navata centrale - parete laterale sinistra



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 13: facciata - parte sinistra

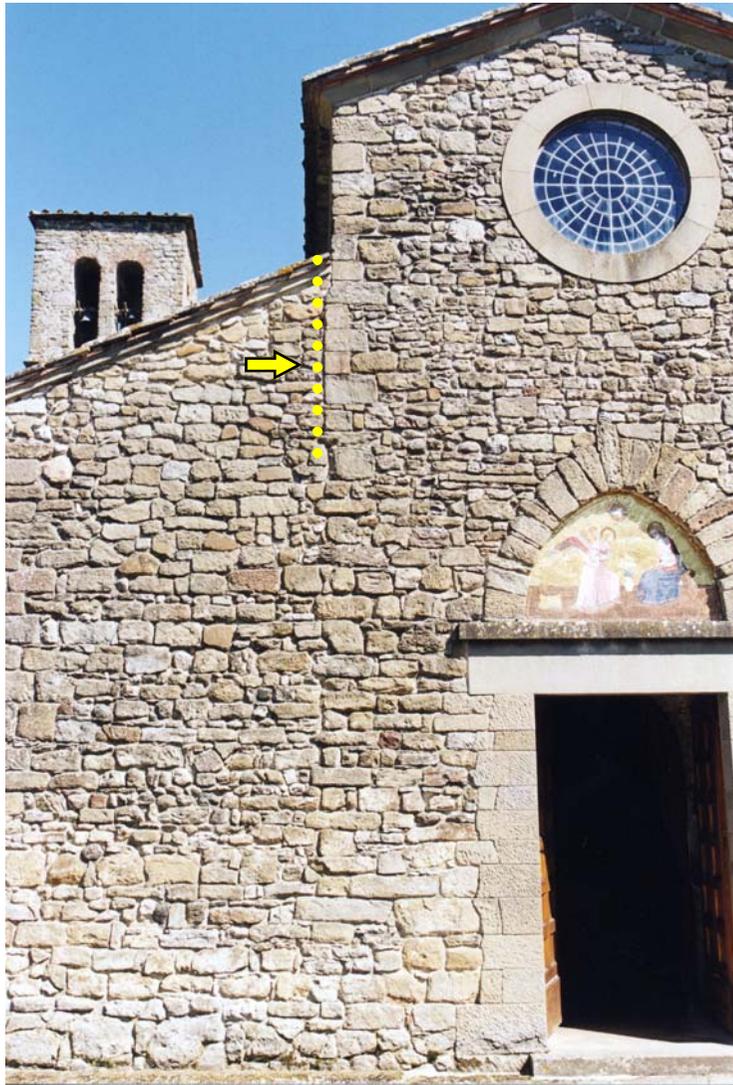


FOTO 14: facciata - parte destra



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 15a: parete laterale destra della navata centrale; fascia di sovrapposizione con la facciata

FOTO 15b: parete laterale destra della navata centrale; fascia di sovrapposizione con la facciata



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 16: copertura della navata laterale destra

FOTO 17: copertura navata laterale destra - particolare



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 18: arco della navata laterale destra in prossimità delle absidi



FOTO 19: parete laterale della navata sinistra



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 20: parete laterale della navata sinistra

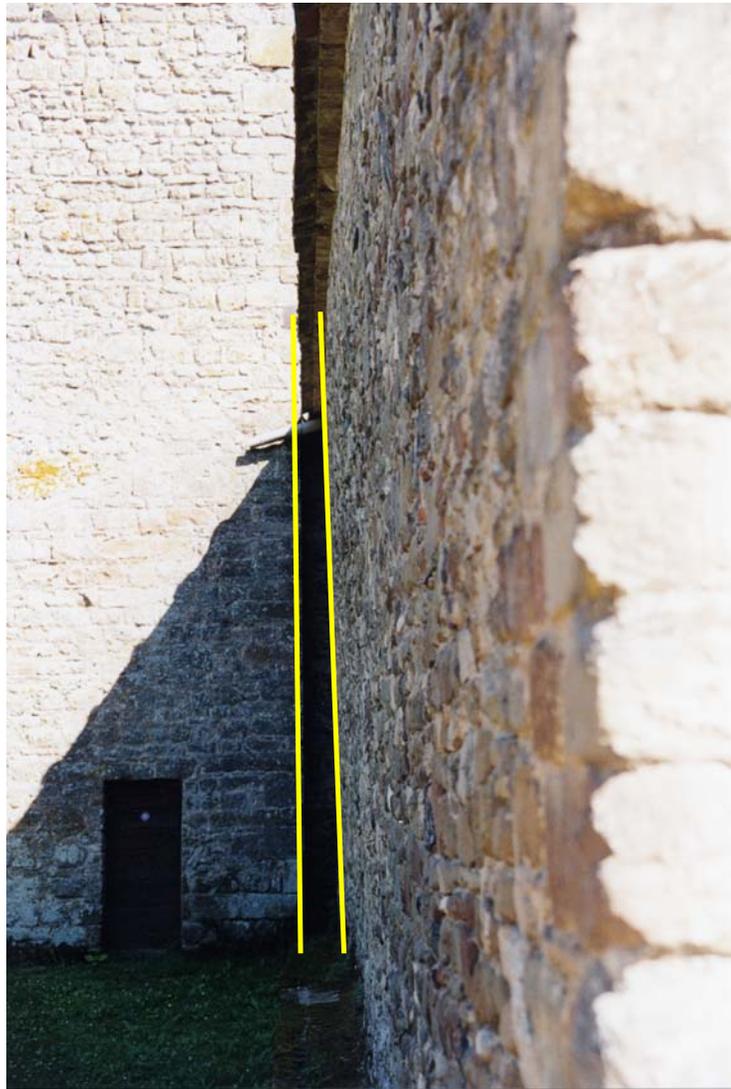


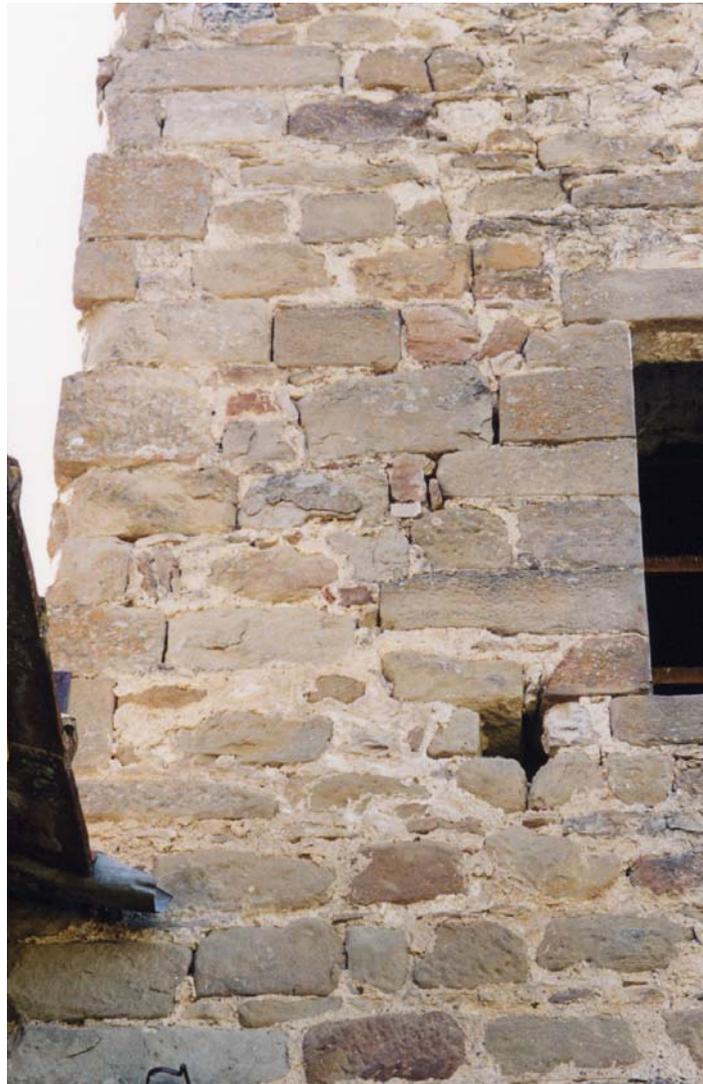
FOTO 21: campanile lato posteriore



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 22: campanile - particolare del lato posteriore



REGIONE
TOSCANA

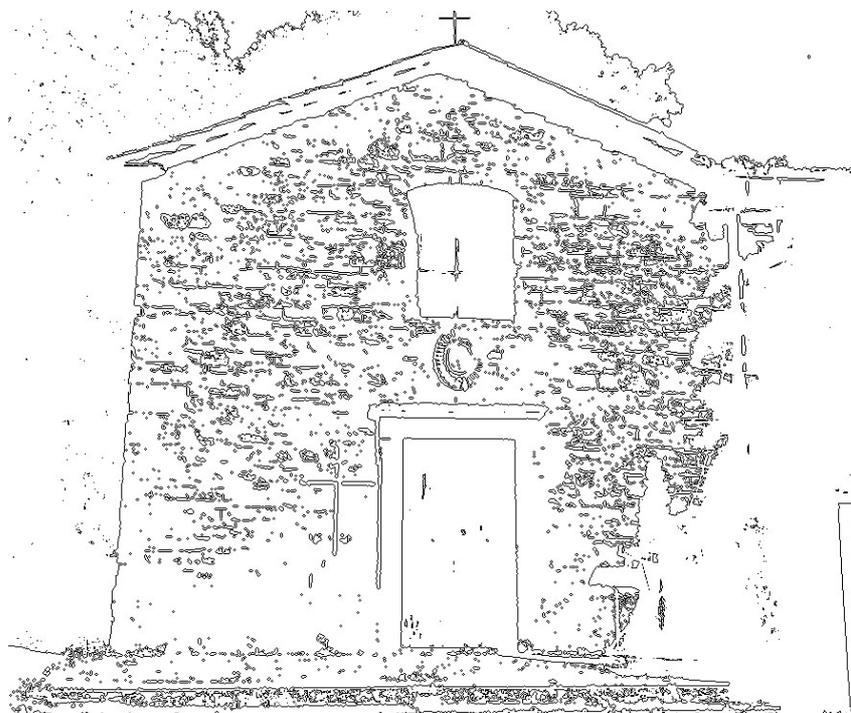


REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

RAPPORTO DI SOPRALLUOGO 05

**Comune di Pieve Santo Stefano (AR)
Chiesa della SS.Trinità a Bulcianella**



MARZO 2003



ARX s.c.r.l. – VENZONE (UD)

RAPPORTO DI SOPRALLUOGO 05

- **DENOMINAZIONE** Chiesa della SS. Trinità
 - **COMUNE** Pieve Santo Stefano
 - **LOCALITA'** Bulcianella
 - **DATA SOPRALLUOGO** 12.07.2002
 - **RILEVATORI** Deganutti, Moretti, Papini
-

▪ **CARATTERISTICHE GENERALI DELLA CHIESA**

Chiesa di dimensioni contenute, ad aula unica con copertura a capriate con terzere, correntini e pianelle in laterizio e abside circolare con volta a semicupola in pietra e copertura non nota.

L'impianto edilizio della chiesa è datato 1212.

La tessitura del paramento murario esterno è discreta; tale paramento risulta realizzato con conci a vista e buona stilatura dei giunti di malta; il paramento murario interno risulta invece intonacato e questo impedisce una lettura certa della muratura per la conoscenza della struttura resistente dell'intera fabbrica.

Il lato destro dell'aula è a contatto con il fabbricato adibito a canonica con interclusa la sagrestia.

L'intero complesso della chiesa è interessato da un grave stato di degrado dovuto, con tutta probabilità, ad un effetto differito del sisma: sconnessione del manto di copertura con infiltrazioni di acque meteoriche; tale degradazione ha comportato piccoli crolli dovuti a cedimenti localizzati dell'orditura minuta del tetto dell'intera aula.

Si riscontrano sulle murature abbondanti tracce di umidità di risalita che nel tempo deteriorano il legante e i supporti della muratura riducendo la resistenza meccanica della stessa muratura.

**RIF.
FOTO**

1,2

3,4

5

1

14,15

18

▪ **CARATTERISTICHE GENERALI DEL SOPRALLUOGO**

Sopralluogo a vista dell'intera chiesa (interno/esterno) con esecuzione di limitati sondaggi meccanici nelle murature.
Non è stato possibile raccogliere sufficienti informazioni per ricostruire con precisione lo stato pre-sisma della fabbrica.

▪ **COMPOSIZIONE ARCHITETTONICO/STRUTTURALE DELLA CHIESA**

- | | |
|--------------------------------------|-------------------|
| 1. Facciata | 3. Arco trionfale |
| 2. Aula: pareti laterali e copertura | 4. Abside |

▪ **GRADO DI COMPLETEZZA DEL SOPRALLUOGO**

PARTE / MACROELEMENTO: Facciata

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PARTE / MACROELEMENTO: Aula

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Arco trionfale

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Abside

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

DANNI

PARTE / MACROELEMENTO	TIPO DI DANNO OSSERVATO	ENTITA' DEL DANNO	RIF. FOTO
Arco trionfale	L'arco è interessato da un meccanismo di ribaltamento monolaterale della spalla sinistra, con formazione di cerniera in chiave dell'arco. Si rileva che la catena ha lavorato per contrastare il meccanismo, deformando il capochiave a paletto sulla parete laterale sinistra; è presente comunque uno scorrimento della catena nella muratura come testimoniato dal sollevamento dell'intonaco.	Il danno osservabile è di moderata entità, certamente è pregresso come rilevabile dalla stuccatura recente eseguita in chiave in malta cementizia. La deformazione del paletto è significativa di una deformazione complessiva dell'arco piuttosto accentuata, anche se non è possibile conoscere la reale entità della lesione in quanto stuccata in chiave. La presenza di una lesione nella stuccatura stessa è indice di una progressione del meccanismo verificatosi in occasione dell'ultimo evento sismico.	3 7 8 9
Abside	L'abside è interessata da un meccanismo composto: scorrimento verso l'esterno, con lesione diagonale sulla parte sinistra e separazione della muratura, con lesioni verticali nella parte centrale e destra. La lesione diagonale sinistra, tipicamente di origine sismica, è innescata dalla presenza di un foro tamponato visibile sul lato esterno. Le lesioni verticali osservate alla zona centrale di destra del catino absidale hanno origine da sollecitazioni prodotte dalla volta dell'abside con direzione radiale.	Le lesioni visibili sull'intonaco interno del paramento sono dell'ordine del millimetro ma si tratta di lesioni ristuccate nel corso del tempo. E' possibile avere un riferimento sulla reale ampiezza di tali lesioni dall'osservazione della distanza fra i conci sia sul paramento esterno sia su quello interno (quest'ultimo visibile dalla rimozione dell'intonaco nel saggio eseguito).	10 11 12 13

REGIONE TOSCANA*Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali*

AREA - Servizio Sismico Regionale

Copertura dell'aula	La copertura è interessata da alcuni crolli localizzati del manto costituito di tavelle laterizie. Si tratta di danni non direttamente imputabili al sisma ma, probabilmente di effetti differiti. E' probabile che la sconnessione del manto provocata o accentuata dal sisma abbia generato fenomeni di infiltrazioni d'acqua piovana portando all'immarcamento dell'orditura minuta del tetto. Tali infiltrazioni interessano anche la zona absidale.	Allo stato attuale i crolli sono localizzati in due diversi punti e sono, comunque, di limitata estensione. Le infiltrazioni di acqua che interessano l'intera copertura determinano una situazione potenzialmente pericolosa in quanto è possibile l'immarcamento delle teste lignee della struttura di copertura con conseguenti ulteriori crolli estesi.	4 5 14 15
	Scorrimento relativo fra le capriate e pareti laterali e le terzere e il timpano di facciata.	Il danno è di live entità con osservazione di semplici accenni di sconnessione.	19 20

REGIONE TOSCANA*Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali*

AREA - Servizio Sismico Regionale

▪ VULNERABILITA'

PARTE / MACROELEMENTO	FORME DI VULNERABILITA' OSSERVATE	RIF. FOTO
Abside	Presenza di volta in pietra che esercita elevate sollecitazioni anche in fase statica; è possibile che il carico sia aggravato da materiale di riempimento nei rinfianchi.	3
	Cattiva qualità del legante utilizzato nella muratura. Sul perimetro interno il legante, di tipo terroso, ha scarse capacità di adesione e resistenza; la grana fine e la quantità stessa di legante impiegato potrebbero rappresentare una difficoltà per un eventuale intervento di rigenerazione della muratura mediante iniezioni. All'esterno invece il paramento non intonacato presenta delle stilature di buona fattura con materiali compatibili ai supporti in pietra: tali stilature hanno conferito al paramento esterno una discreta compattezza.	2 10 16 17
	Presenza di un'apertura tamponata senza ammorsamenti sufficienti.	11
Arco trionfale	Esigue dimensioni delle spalle e dell'altezza dell'arco. Le ridotte dimensioni costituiscono un fattore che favorisce la formazione di cerniere.	3
	Possibile scarsa efficacia residua del tirante. Il capochiave ha già subito una forte sollecitazione che lo ha deformato.	6
Copertura dell'aula	Elevato debito manutentivo.	
	Insufficiente collegamento fra capriate e murature riscontrabile da limitati scorrimenti osservabili anche attualmente agli appoggi.	19 20

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 1: facciata



FOTO 2: abside



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 3: arco trionfale - abside



FOTO 4: parete laterale destra



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 5: parete laterale sinistra

FOTO 6: parete laterale sinistra - abside: vista esterna



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 7: arco trionfale: spalla sinistra



FOTO 8: arco trionfale: particolare tirante - spalla sinistra



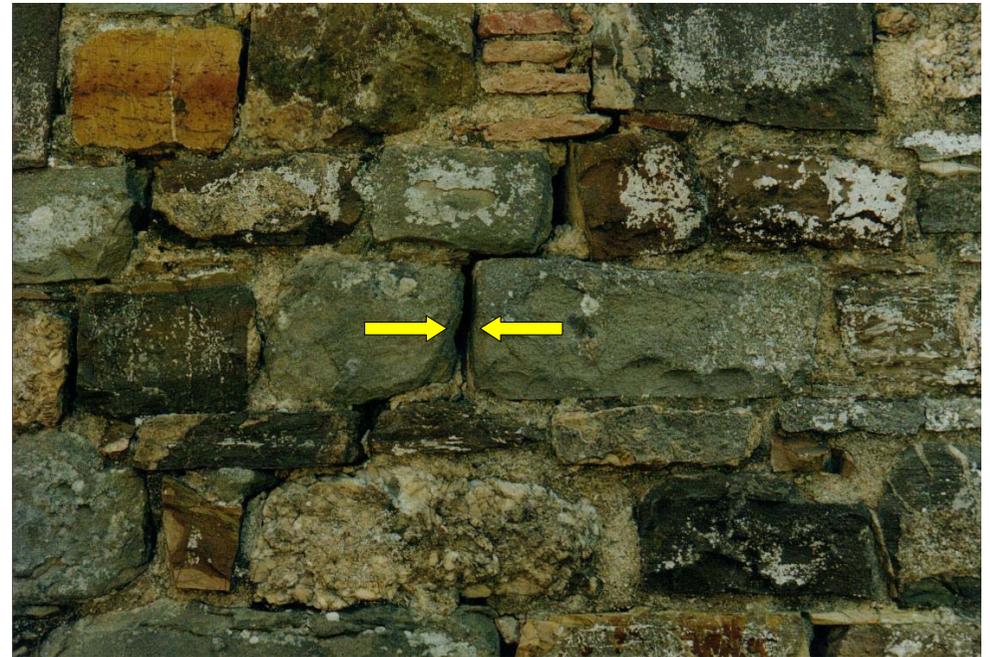
REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 9: arco trionfale: chiave



FOTO 10: particolare abside: lesione e apparecchiatura muraria



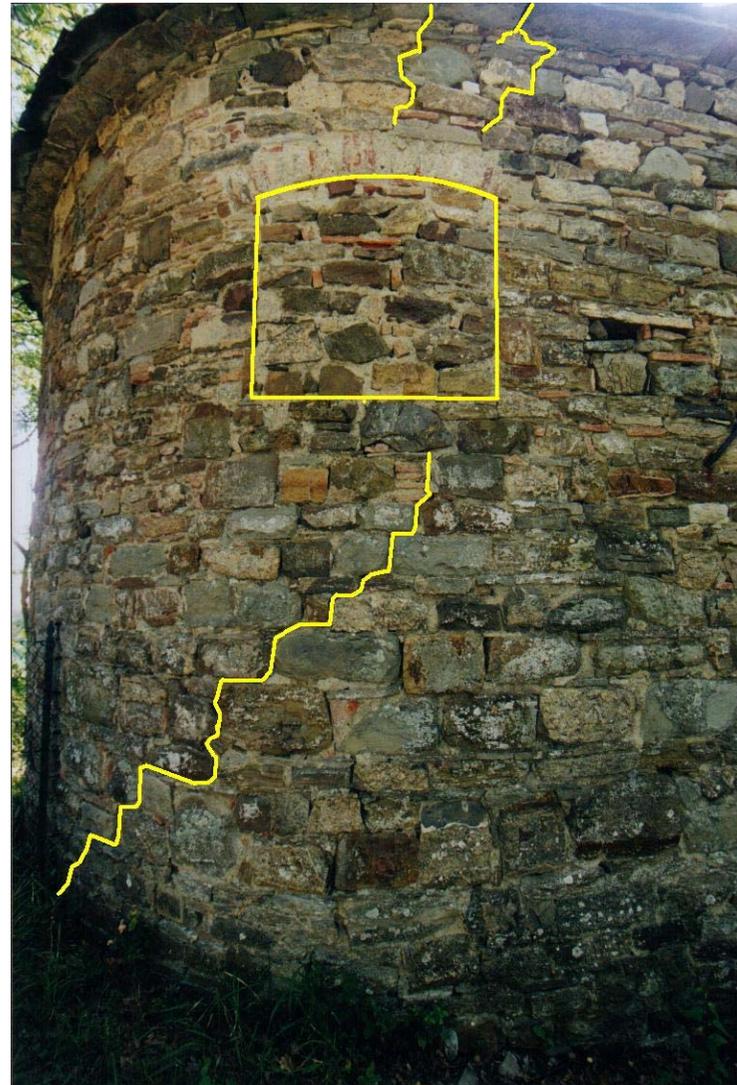
REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 11a: abside - esterno



FOTO 11b: abside esterno



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 12: abside: lesione centrale
lesioni sull'intonaco ed effettiva larghezza della lesione



FOTO 13: abside: lesione centrale - particolare



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 14: copertura aula - particolare del crollo parziale



FOTO 15: copertura aula - infiltrazioni d'acqua



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 16: abside: consistenza del legante

FOTO 17: abside: consistenza del legante



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 18: volta abside in pietra visibile grazie al degrado

FOTO 19, 20: scorrimento fra capriate e murature





REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

RAPPORTO DI SOPRALLUOGO 06

Comune di Chitignano (AR) Chiesa di S.Vincenzo e Pietro



MARZO 2003



ARX S.C.R.L. — VENZONE (UD)

RAPPORTO DI SOPRALLUOGO 06

- **DENOMINAZIONE** Chiesa dei SS. Vincenzo e Pietro
 - **COMUNE** Chitignano
 - **LOCALITA'** -
 - **DATA SOPRALLUOGO** 12.07.2002
 - **RILEVATORI** Deganutti, Moretti, Papini
-

▪ **CARATTERISTICHE GENERALI DELLA CHIESA**

La chiesa è di modeste dimensioni, composta da abside a pianta rettangolare e due cappelle laterali adiacenti all'arco trionfale e disposte sui due lati opposti. Sul lato sinistro della chiesa si trova un corpo di fabbrica a due piani con piano terra porticato, collegato alla canonica. Sul lato destro, invece, è presente il campanile di modesta altezza che termina con una copertura piana a balaustra in pietra.

Lungo la restante parte della parete laterale destra sono addossati dei corpi di servizio, di altezza inferiore a quella della chiesa.

L'abside è inclusa in un corpo di fabbrica autonomo, realizzato in continuità alla casa canonica e, per effetto della variabilità della quota del terreno, occupa parte del secondo piano dell'edificio.

La facciata, con un frontone curvilineo, è caratterizzata dalla presenza di due paraste ai bordi laterali e da due piccole aperture lobate; è vincolata lateralmente a sinistra dal corpo di fabbrica porticato e a destra dal campanile.

La copertura dell'aula è costituita da capriate con arcarecci, correntini e pianelle laterizie; in tempi recenti è stata realizzata un cappa in calcestruzzo all'estradosso delle pianelle. Nelle murature dell'aula sono disposte due catene longitudinali a sezione rettangolare che attraversano finestre e nicchie i cui capochiave a paletto sono visibili in facciata.

L'abside e le cappelle laterali hanno delle volte a crociera per le quali non è stato possibile individuare i materiali e tecniche costruttive; l'abside è in adiacenza con due locali di servizio e comunica mediante due porte in prossimità dell'arco trionfale. L'arco trionfale è dotato di catena disposta affiancata alla muratura.

**RIF.
FOTO**

**1,2
3,4**

5

1,2

**3,6,
7,8**

**9,10,
11,12,
13**

Attualmente addossata al campanile è stata realizzata una impalcatura a protezione dalla caduta di elementi lapidei della balausta.
La chiesa è in buono stato di conservazione.

▪ **CARATTERISTICHE GENERALI DEL SOPRALLUOGO**

Sopralluogo a vista dell'intera chiesa (interno/esterno) ad esclusione dell'interno del campanile.

▪ **COMPOSIZIONE ARCHITETTONICO/STRUTTURALE DELLA CHIESA**

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. Facciata | 4. Corpo di fabbrica porticato adiacente |
| 2. Aula: pareti laterali e copertura | 5. Cappelle laterali |
| 3. Abside | 6. Campanile |

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

▪ GRADO DI COMPLETEZZA DEL SOPRALLUOGO**PARTE / MACROELEMENTO:** Facciata

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Aula

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Abside

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Cappelle laterali

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA*Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali*

AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Campanile

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA*Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali*

AREA - Servizio Sismico Regionale

▪ DANNI

PARTE / MACROELEMENTO	TIPO DI DANNO OSSERVATO	ENTITA' DEL DANNO	RIF. FOTO
Abside	Rototraslazione della parete di fondo. Nelle pareti longitudinali dell'abside è presente un sistema di lesioni inclinate diffuse - indice di qualità muraria scadente - che interessano entrambi i paramenti murari. Le lesioni principali rivelano uno scorrimento con componenti di spostamento orizzontali e verticali. In particolare lo spigolo di fondo destro è interessato da un fenomeno di espulsione dell'angolata leggibile dalla presenza di lesioni convergenti anche in prossimità della parete, innescate dall'apertura. La rototraslazione della parete si ripercuote anche nella volta provocando lesioni isolate e accenno di deformazioni.	Evidenza di stati di dissesto e leggibilità complessiva di meccanismo attivato all'interno del macroelemento; tale meccanismo risulta in fase iniziale di sviluppo con dissesti di limitata entità. Le lesioni isolate nel pannello murario di fondo manifestano situazioni diverse senza avere un esatto corrispondente tra il lato interno e quello esterno. È possibile che i corrispondenti spostamenti esterni siano stati distribuiti nell'intera massa muraria in considerazione della scarsa qualità della tessitura muraria e del legante impiegato e della probabile mancanza di collegamento fra il paramento interno e quello esterno.	12 11 14 15 16 17 9
Cella campanaria	Danni non strutturali agli elementi lapidei già ammalorati della balaustra in pietra con disgregazione del materiale originario.	Parti al limite di crollo. E' stato eseguito un intervento provvisorio di cerchiatura e contenimento.	18

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

▪ VULNERABILITA'

PARTE / MACROELEMENTO	FORME DI VULNERABILITA' OSSERVATE	RIF. FOTO
Aula	Il capochiave del tirante longitudinale destro è stato reciso e non fornisce adeguate garanzie di tenuta.	7
Copertura dell'aula	Le capriate dell'aula hanno il monaco che scarica direttamente sulla catena impegnando quest'ultima a flessione; inoltre non è chiara la connessione fra gli elementi costituenti la capriata stessa. Si ritiene necessaria la verifica statica complessiva dell'elemento strutturale, anche in relazione all'interasse piuttosto elevato fra le capriate e alle dimensioni dell'orditura di secondo ordine.	3 19
	Probabile danno pregresso costituito da spostamento verso destra delle capriate: in corrispondenza degli appoggi si notano delle deformazioni localizzate della muratura in corrispondenza delle mensole di capriata.	20 21
Abside	Presenza delle aperture nelle pareti laterali nella fascia di sovrapposizione con l'arco trionfale.	11,12
	Tendenza al ribaltamento dell'intero pannello murario di fondo, probabilmente non adeguatamente trattenuto dagli orizzontamenti. Fungono inoltre da innesco al meccanismo i fori distribuiti sul perimetro del fronte, la spinta della volta a crociera, i rimaneggiamenti nelle forature che hanno alterato il regime degli sforzi nella muratura e la scadente qualità dell'apparecchiatura muraria.	5 17 22
Cappella laterale destra	Deformazione pregressa del costolone che può provocare dei fenomeni di danno localizzati.	23
Cella campanaria	Rischio di caduta di parti di elementi lapidei della balaustra. I componenti lapidei della balaustra sono degradati per effetti di disgregazione dovuta ai naturali fenomeni meteorici (ghiaccio, fulmini, ecc.) e risultano non adeguatamente vincolati alle estremità.	18
	Snellezza dei piedritti in pietra della cella non adeguatamente ammorsati alla muratura.	24

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 1: facciata e campanile



FOTO 2: corpo di fabbrica porticato adiacente



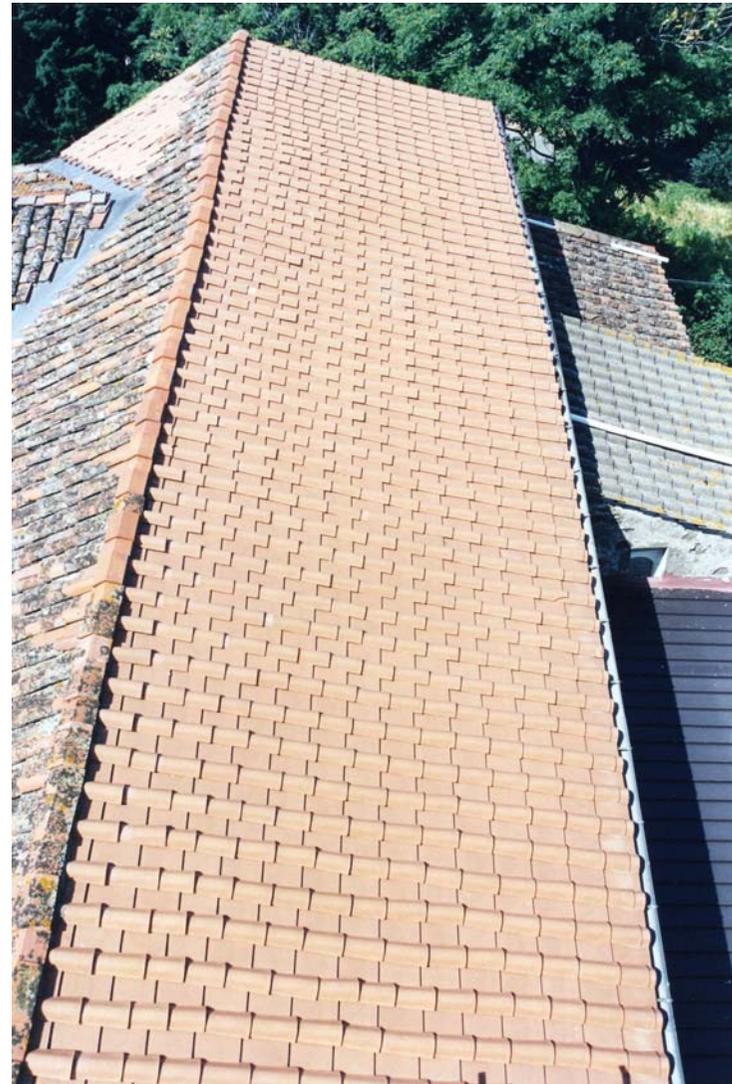
REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 3: aula



FOTO 4: copertura dell'aula



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 5: parete di fondo dell'abside

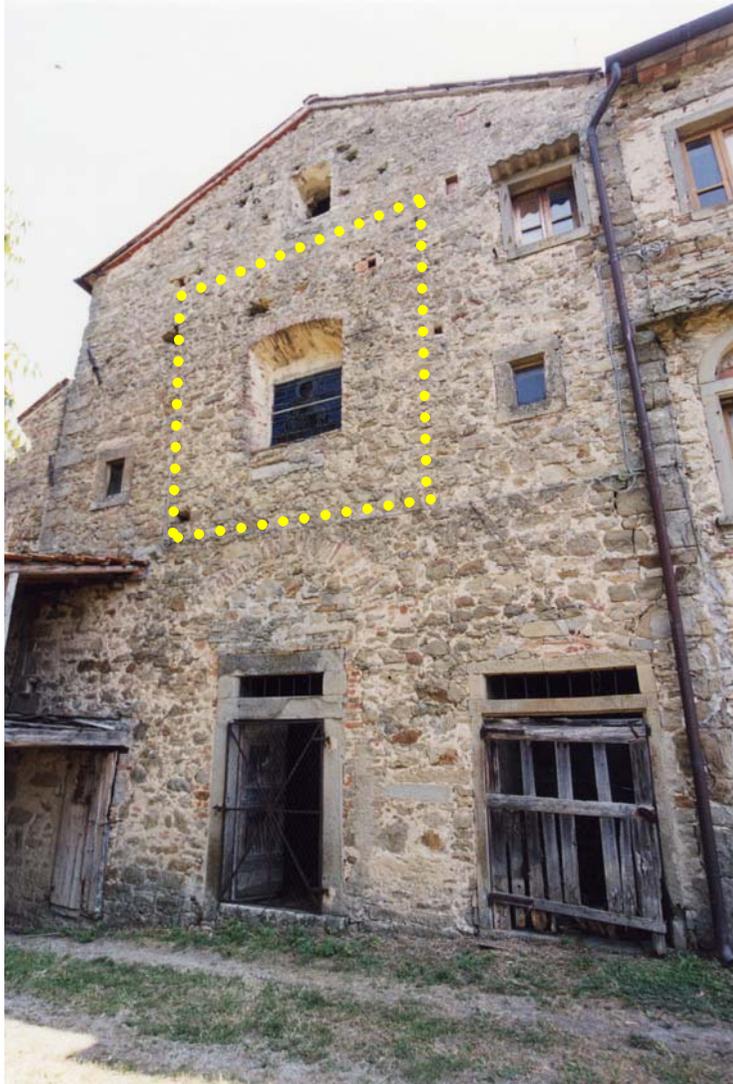


FOTO 6: apertura nella parete laterale destra e catena longitudinale



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 7: capochiave del tirante longitudinale destro



FOTO 8: capochiave del tirante longitudinale sinistro



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 9: volta dell'abside

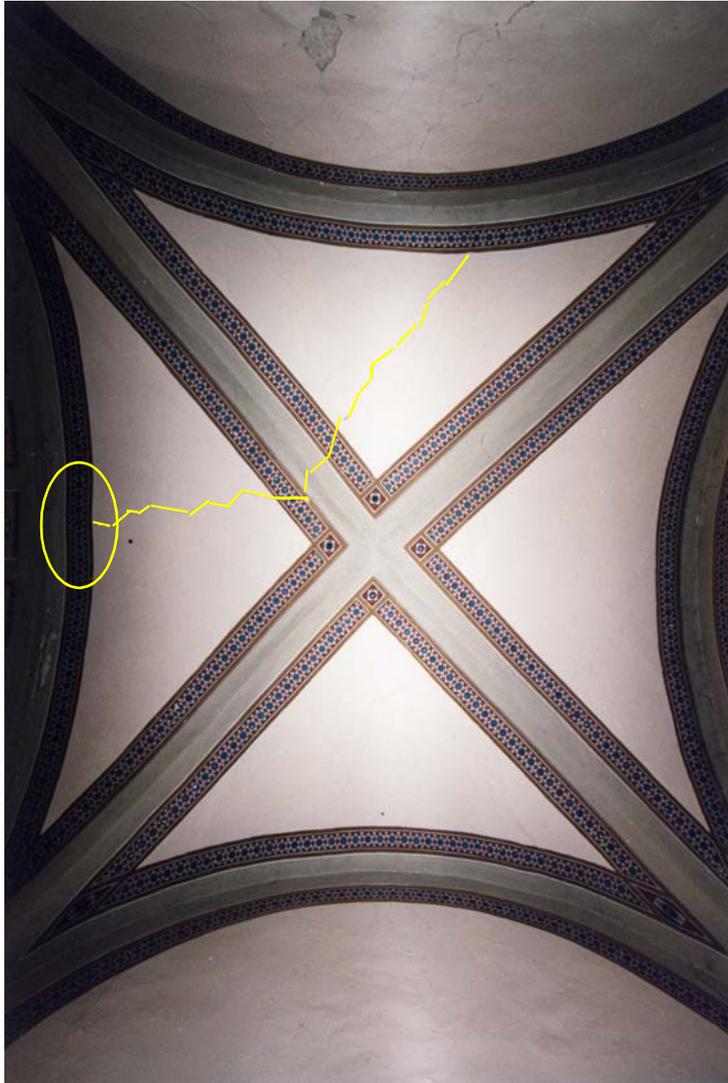


FOTO 10: parete di fondo dell'abside



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 11: parete sinistra dell'abside

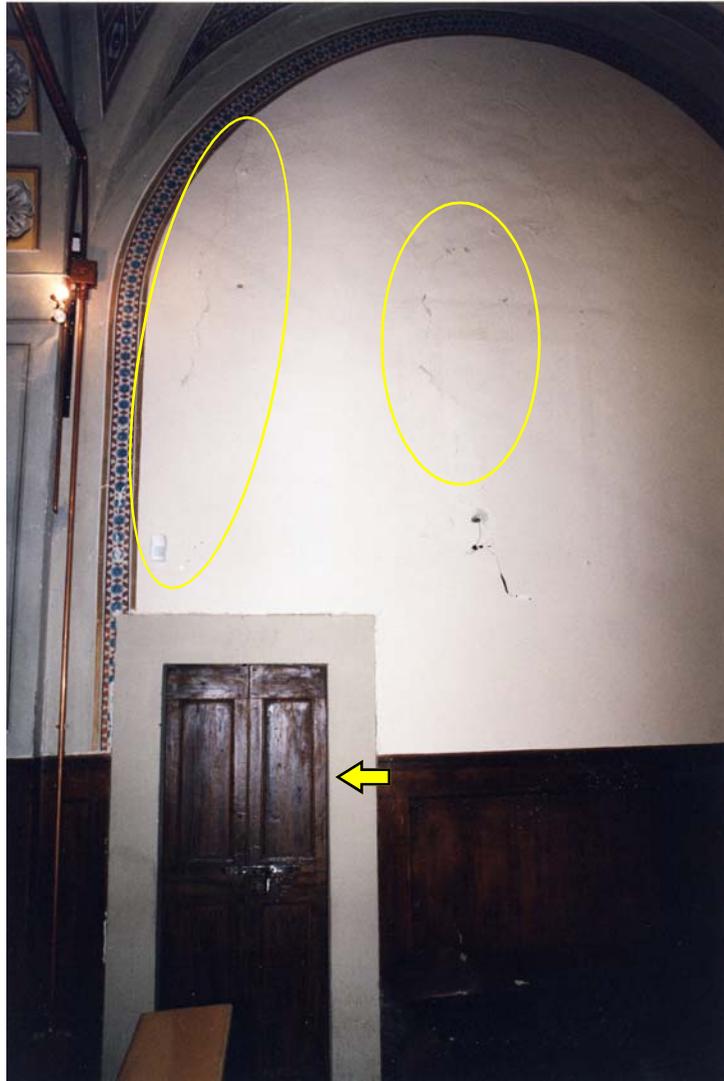


FOTO 12: parete destra dell'abside



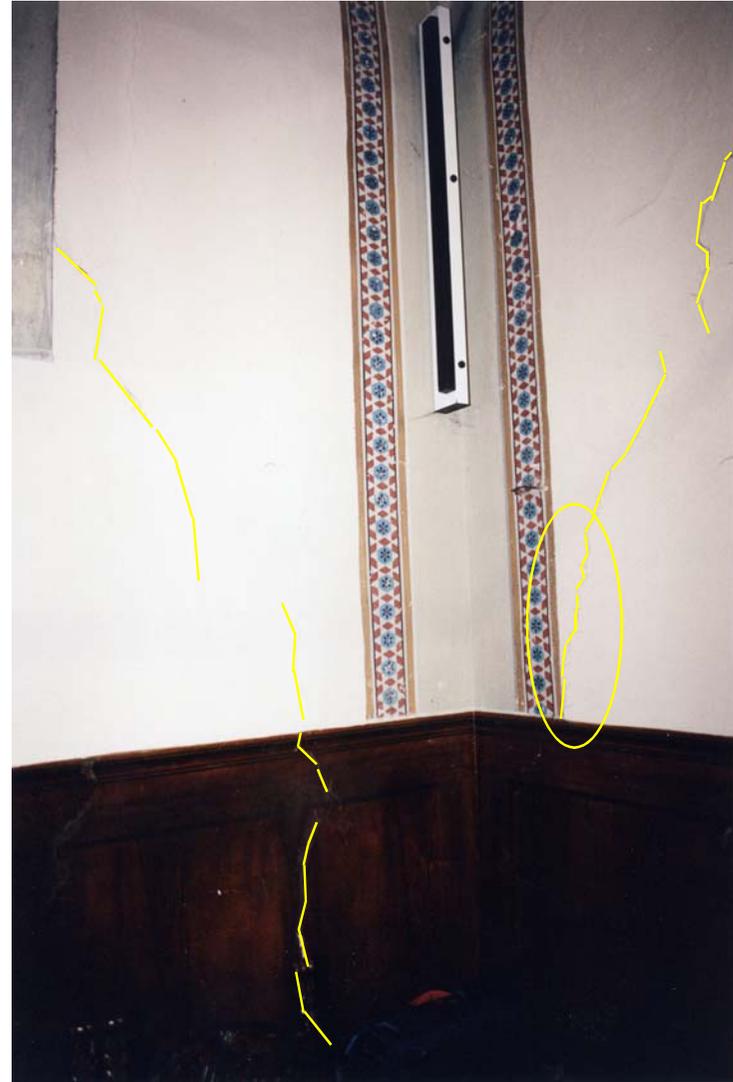
REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 13: arco trionfale: spalla destra



FOTO 14: angolata destra dell'abside



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 15: angolata destra dell'abside



FOTO 16: angolata destra dell'abside



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 17: parete di fondo dell'abside



FOTO 18: balaustra del campanile



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 19: particolare delle capriate

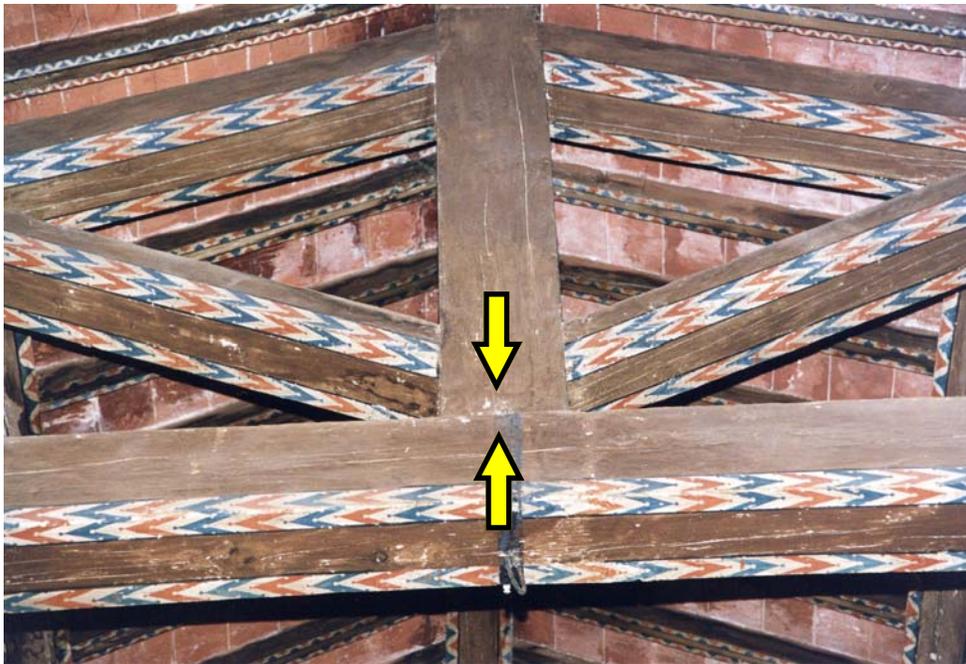
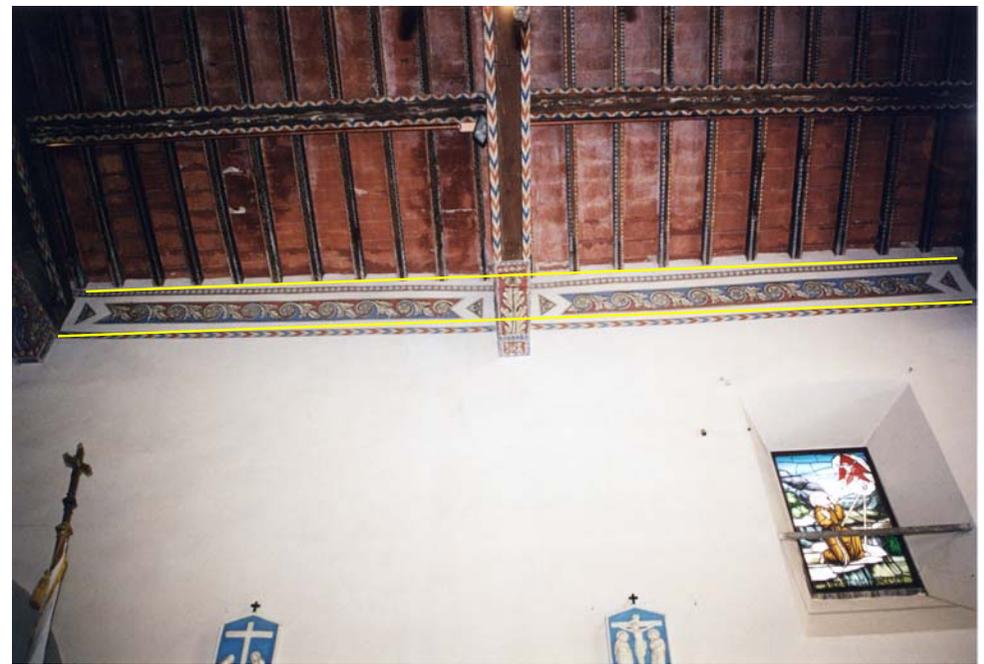


FOTO 20: appoggio della capriata sulla parete laterale destra



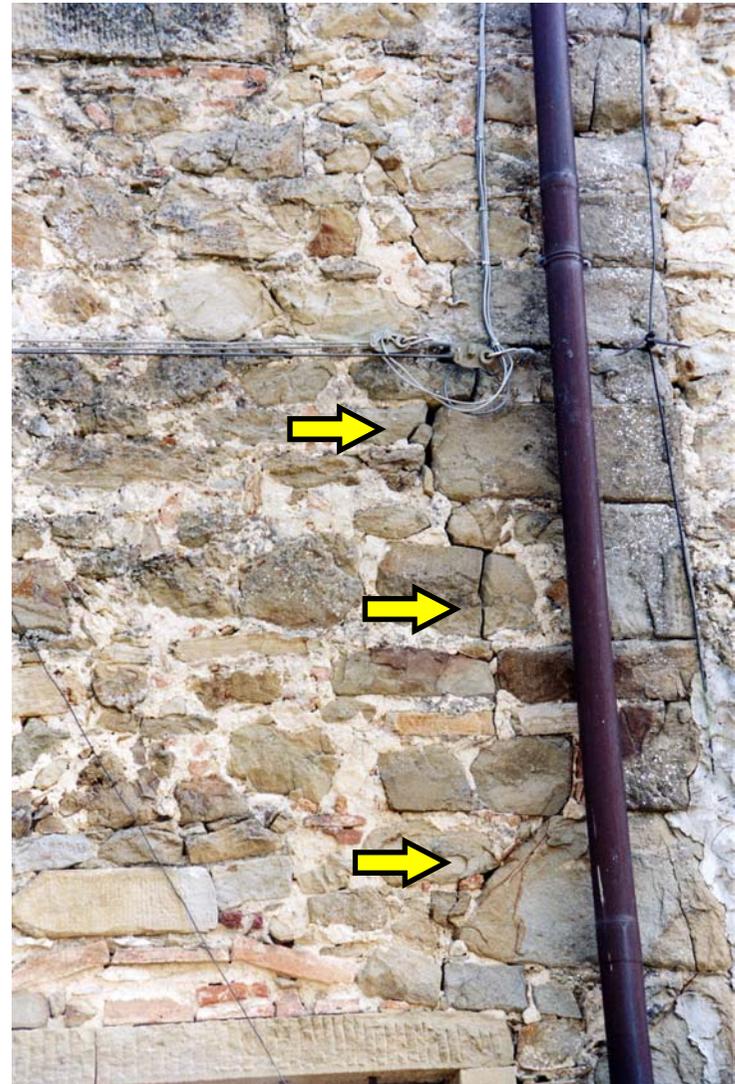
REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 21: appoggio della capriata sulla parete laterale destra



FOTO 22: parete di fondo dell'abside



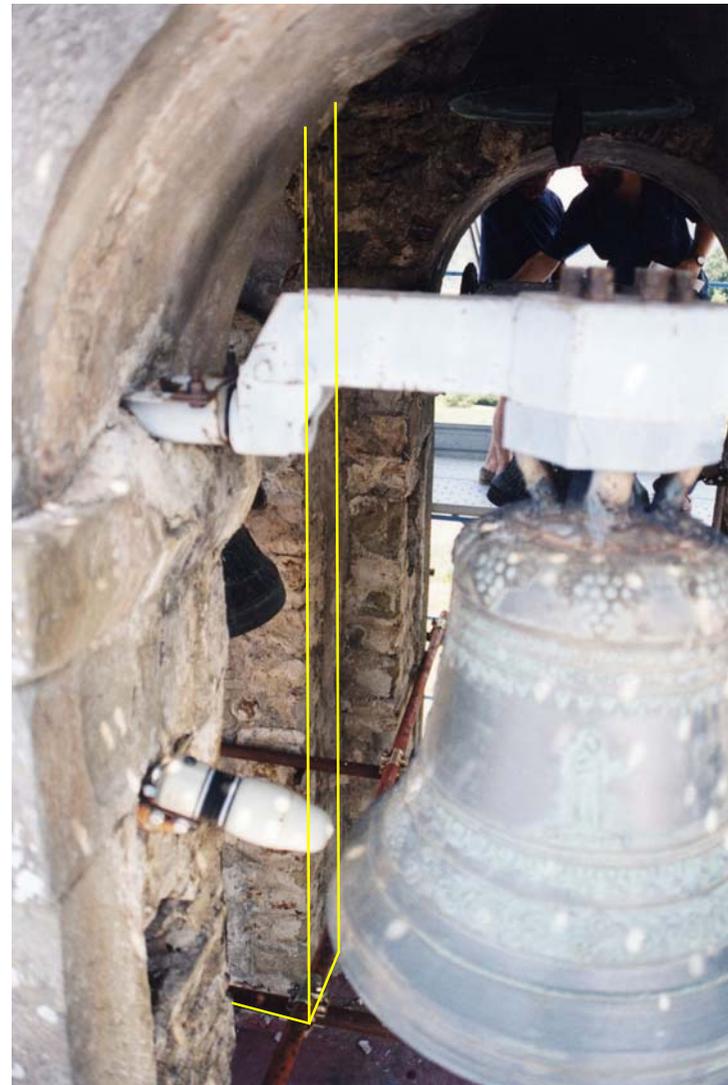
REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 23: cappella laterale destra



FOTO 24: cella campanaria



REGIONE
TOSCANA



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

RAPPORTO DI SOPRALLUOGO 07

**Comune di Castel Focognano (AR)
Chiesa di S.Giovanni Evangelista**



MARZO 2003



ARX S.C.R.L. — VENZONE (UD)

RAPPORTO DI SOPRALLUOGO 07

- **DENOMINAZIONE** Chiesa di S. Giovanni Evangelista
 - **COMUNE** Rassina
 - **LOCALITA'** Castel Focognano
 - **DATA SOPRALLUOGO** 12.07.2002
 - **RILEVATORI** Deganutti, Moretti, Papini
-

▪ **CARATTERISTICHE GENERALI DELLA CHIESA**

Chiesa ad aula unica ad archi trasversali che sorreggono la struttura lignea di copertura costituita da terzere, correntini e sottomanto in piastrelle laterizie; le quattro campate fra gli archi trasversali sono voltate a tutto sesto con struttura in piastrelle laterizie di spessore esiguo (2-3 cm).

L'abside è di forma pressoché quadrata con catene longitudinali e la volta ha caratteri particolari in quanto raccorda i tre lati dell'abside con l'arco trionfale a tutto sesto. Ne deriva una geometria con cambi di curvatura e uno schema statico di difficile lettura.

La tessitura del paramento murario esterno è discreta/buona, realizzata con conci di media e grande dimensione e con una buona stilatura dei giunti di malta. Il paramento interno intonacato impedisce una lettura certa, a meno della parte anteriore sopra le volte che risulta visibile in corrispondenza della parte di volta crollata: la qualità muraria è simile a quella osservabile dall'esterno a meno delle stilature che non sono presenti sulla faccia interna.

Gli archi trasversali sono realizzati con ghiera in mattoni e in pietrame alle reni. Gli archi sono dotati di catene situate all'imposta.

La chiesa ha un piccolo campanile allineato alla facciata principale e incluso fra l'aula e il corpo di fabbrica della canonica. Strutturalmente il campanile poggia solo su due lati (aula - canonica) mentre alla base è realizzato un passaggio pedonale.

La chiesa si presenta in buone condizioni manutentive.

**RIF.
FOTO**

1,2

3,4

5,6

7,4

8,9

1,10

▪ **CARATTERISTICHE GENERALI DEL SOPRALLUOGO**

Sopralluogo a vista dell'intera chiesa (interno/esterno) con osservazione ravvicinata delle strutture di sottotetto.

▪ **COMPOSIZIONE ARCHITETTONICO/STRUTTURALE DELLA CHIESA**

- | | |
|---|----------------------------|
| 1. Facciata | 3. Abside e arco trionfale |
| 2. Aula: pareti laterali, archi trasversali | 4. Campanile |

▪ **GRADO DI COMPLETEZZA DEL SOPRALLUOGO**

PARTE / MACROELEMENTO: Facciata

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA*Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali*

AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Aula

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Abside e arco trionfale

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA*Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali*

AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Campanile

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA*Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali*

AREA - Servizio Sismico Regionale

▪ DANNI

PARTE / MACROELEMENTO	TIPO DI DANNO OSSERVATO	ENTITA' DEL DANNO	RIF. FOTO
Facciata	In facciata è presente un fascio di sottili lesioni con direzione centro-alto/esterno-basso. Le lesioni sono appena accennate e visibili solo con un'osservazione attenta e puntuale; sono con tutta probabilità pregresse e preesistenti all'intonacatura della facciata. L'andamento è però tipico di meccanismi di ribaltamento di pareti laterali per cui si rende necessario un approfondimento con eventuali saggi per verificare se tale meccanismo si sia effettivamente attivato.	Dall'esterno sono visibili sul paramento murario delle semplici cavillature: è comunque necessario verificare l'apertura al di sotto dell'intonaco.	11 12 15 16 17 18 19 20
Volte aula	Martellamento di una terza eccessivamente prossima alla volta a botte in laterizio. L'elemento strutturale che ha generato il crollo ha l'appoggio sul muro di facciata molto prossimo alla volta ed inoltre risulta fortemente inflesso. Lo spazio residuo fra trave e volta risultava eccessivamente ridotto consentendo il martellamento per effetto delle componenti verticali del sisma.	Crollo. Nell'entità del danno ha giocato lo spessore ridotto della volta che ha consentito la perdita di ingranamento fra le piastrelle anche per piccole deformazioni.	3 9 13 14

▪ **VULNERABILITA'**

PARTE / MACROELEMENTO	FORME DI VULNERABILITA' OSSERVATE	RIF. FOTO
Facciata	Presenza di un foro nella fascia di sovrapposizione con la parete laterale destra che può fungere da innesco per il ribaltamento verso l'esterno.	22
Copertura dell'aula	Mancanza di collegamento fra copertura e pareti laterali/timpani/archi e di connessioni fra elementi strutturali di copertura.	14 22
	Perdita di forma degli elementi lignei che hanno subito una deformazione permanente (da verificare le dimensioni ai fini della resistenza).	13
Volte dell'aula	Esiguo spessore delle volte a botte in laterizio. E' necessario verificare sistematicamente lo spazio libero fra l'orditura della copertura e le volte.	4 9 14
Archi trasversali	Effetti di intaglio dovuti all'appoggio delle capriate e dei fori di passaggio fra le varie campate ed esiguo spessore delle ghiera d'arco in mattoni.	21
	Posizionamento troppo basso delle catene d'arco che non contrasta la formazione di meccanismi interni all'arco e capochiave di dimensioni ridotte.	21
Parete laterale - facciata	Muratura allentata a tratti per la presenza di buche/assenza di fugature.	22
Volta dell'abside	Cambi di curvatura nella volta.	5
	Va verificato il sistema costruttivo e l'entità degli sforzi interni alla struttura anche con metodi di calcolo semplificati.	6

REGIONE TOSCANA*Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali*AREA - Servizio Sismico Regionale

Campanile	Mancanza di connessione con la parete laterale destra della chiesa.	23 24
	Grave deterioramento dell'orizzontamento sopra il passaggio pedonale.	-
	Snellezza della cella campanaria a doppio ordine senza orizzontamenti intermedi.	25

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali

AREA - Servizio Sismico Regionale

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 1: facciata



FOTO 2: volte dell'aula



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 3: volta e copertura dell'aula in prossimità della facciata



FOTO 4: volta e copertura dell'aula in prossimità della facciata



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 5: volta del presbiterio verso la parete di fondo

FOTO 6: volta del presbiterio verso l'arco trionfale



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 7: parete laterale destra



FOTO 8: sezione della volta dell'aula
nella campata prossima alla facciata e arco trasversale



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 9: particolare del collegamento fra volta e arco trasversale



FOTO 10: corpo del campanile fra aula e canonica



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 11: volta nella campata prossima alla facciata - crollo



FOTO 12: volta nella campata prossima alla facciata - crollo



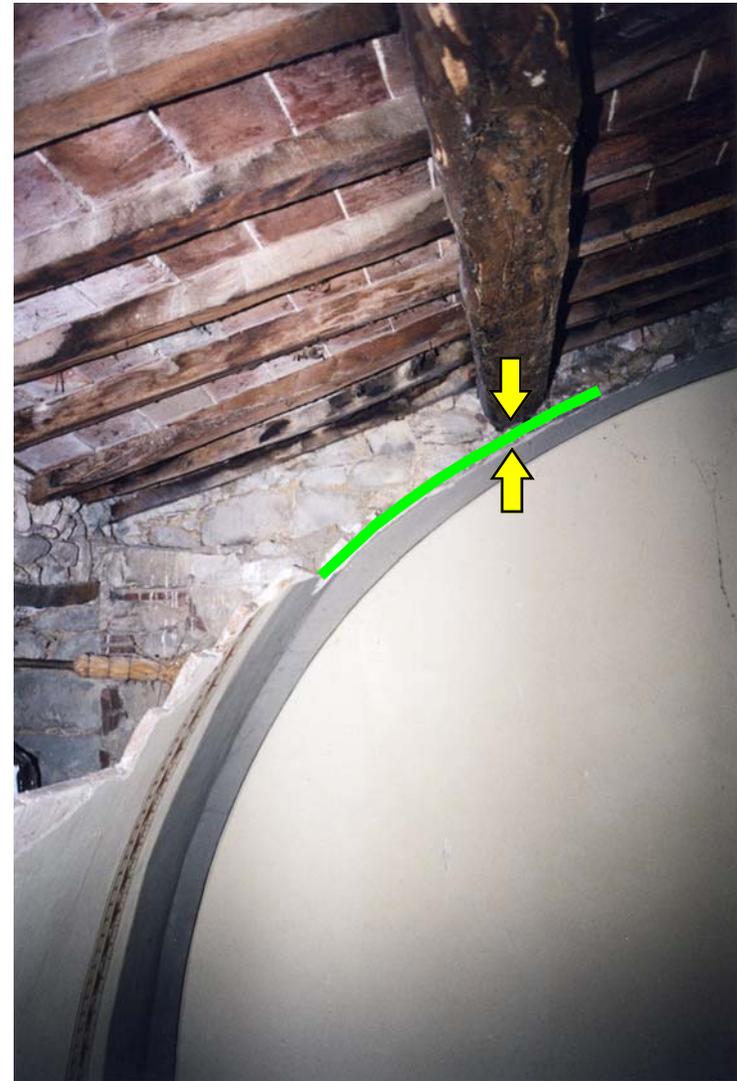
REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 13: copertura dell'aula in prossimità della facciata
particolare della deformazione delle travi principali



FOTO 14: copertura dell'aula in prossimità della facciata
particolare degli appoggi delle travi principali



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 15: facciata

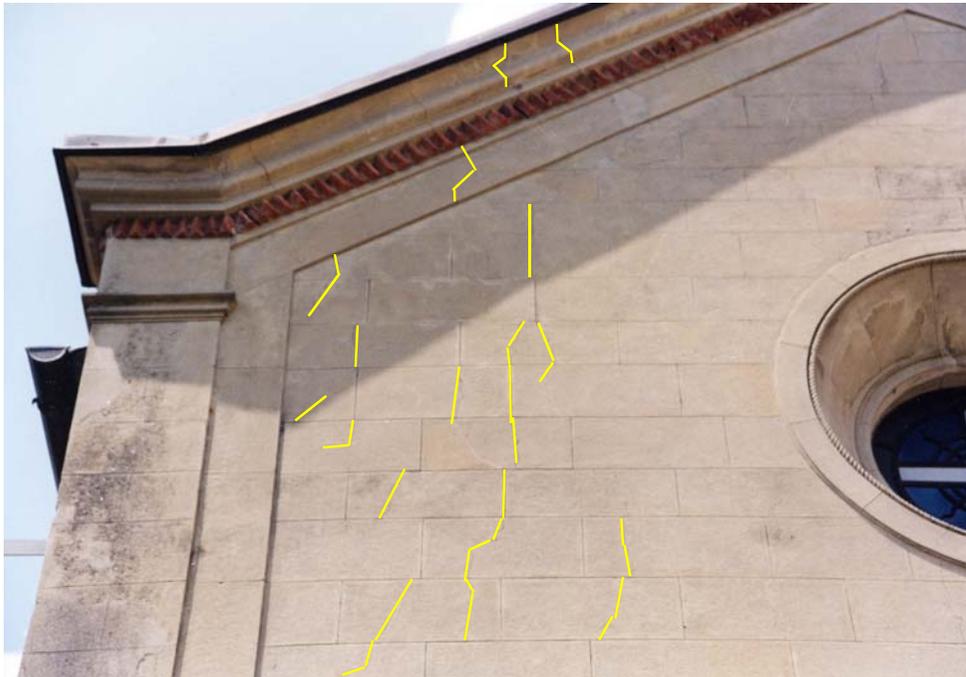


FOTO 16: facciata



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 17: facciata

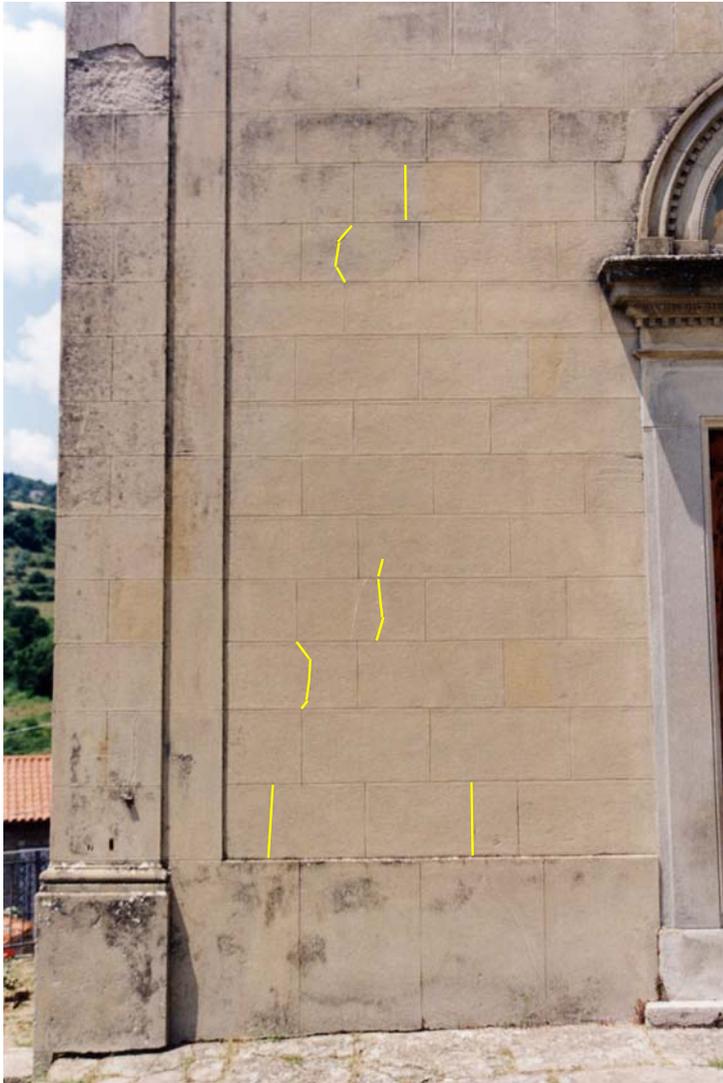


FOTO 18: facciata - fascia muraria centrale



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 19: facciata - parte a contatto con il campanile

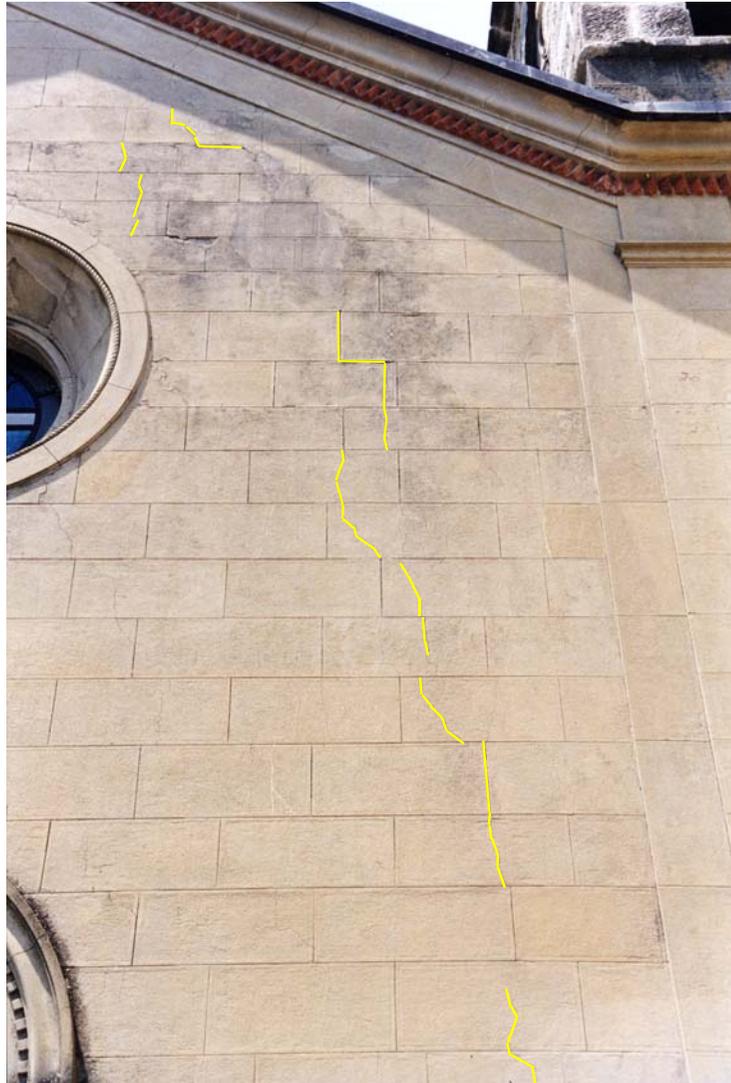


FOTO 20: facciata - parte a contatto con il campanile



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 21: arco trasversale e volta crollata

FOTO 22: fascia di sovrapposizione tra facciata e parete laterale destra



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 23: interno del campanile
discontinuità fra murature del campanile e muratura dell'aula

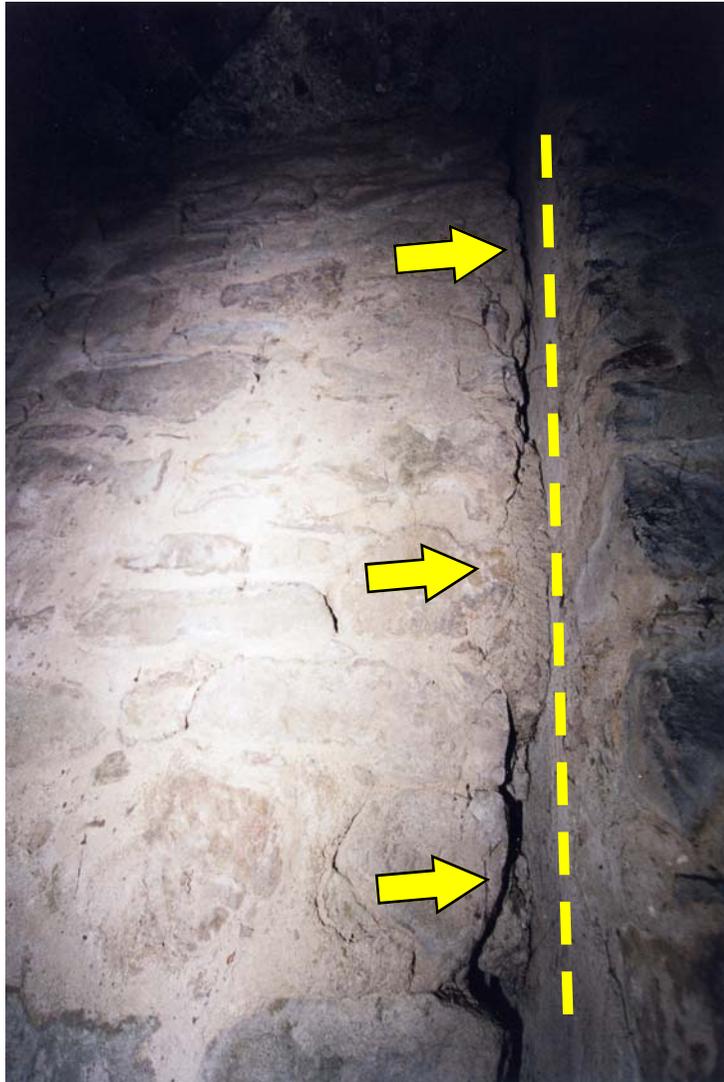
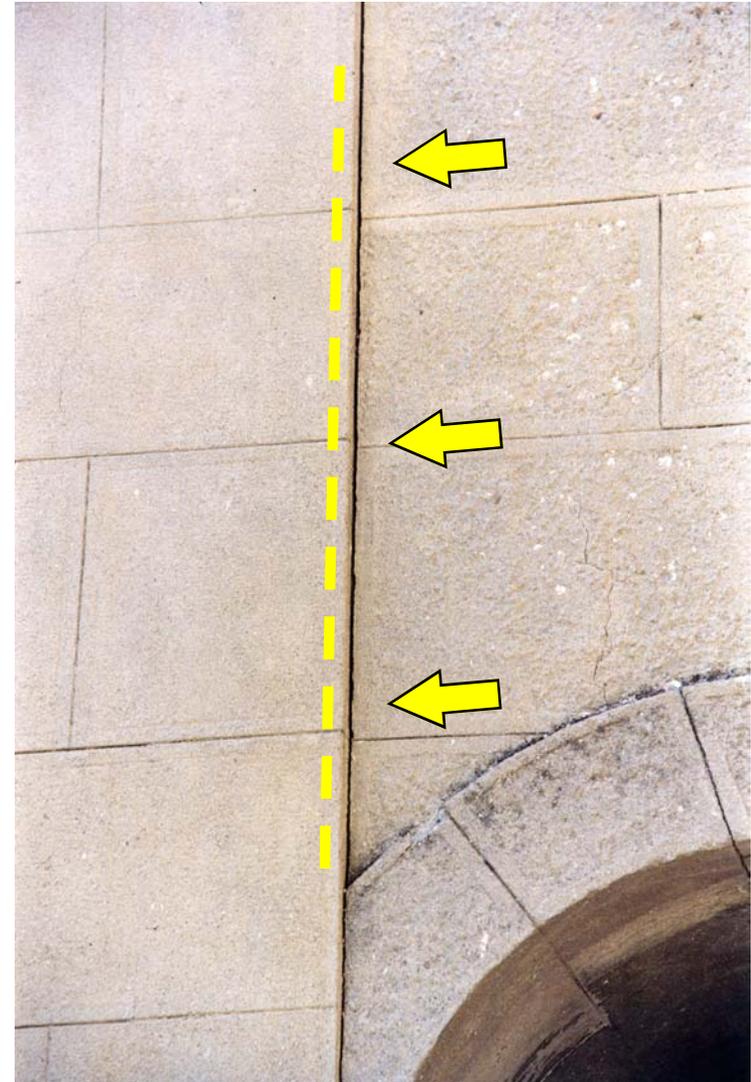


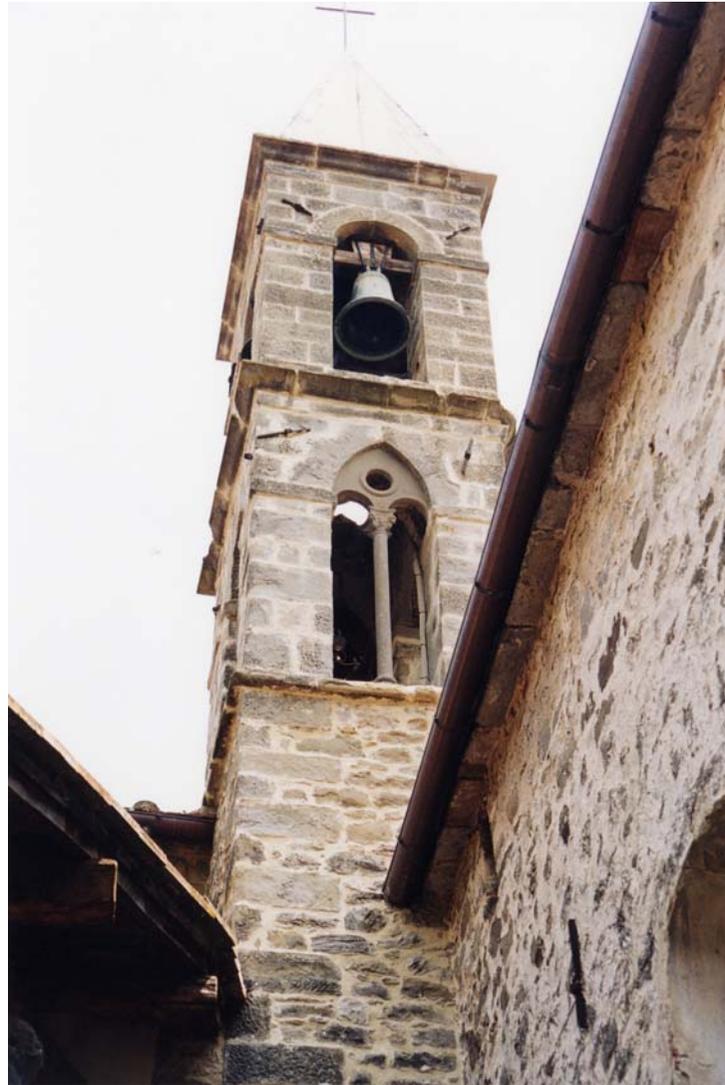
FOTO 24: esterno della facciata e campanile
discontinuità fra murature del campanile e muratura dell'aula



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 25: cella campanaria



REGIONE
TOSCANA

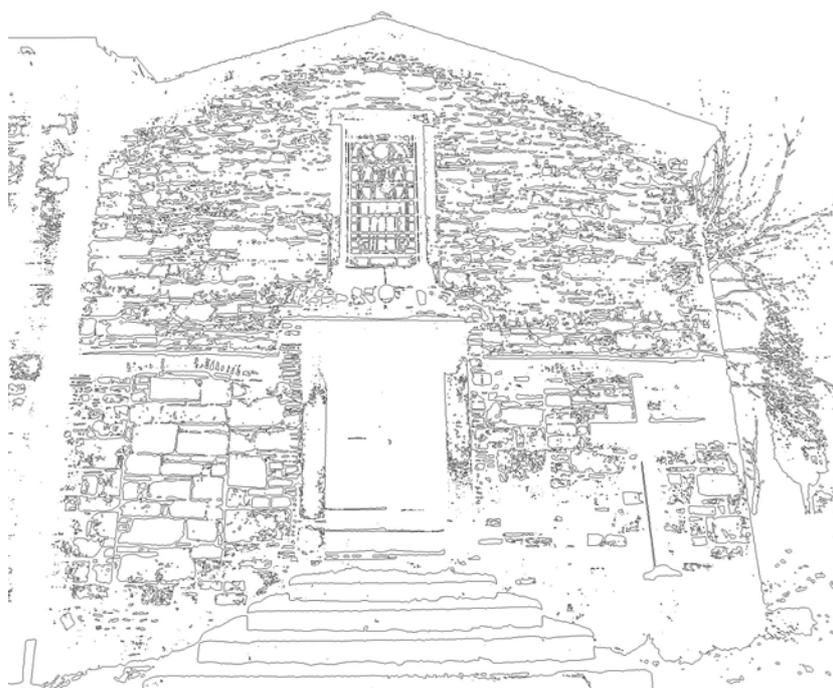


REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

RAPPORTO DI SOPRALLUOGO 08

Comune di Anghiari (AR) Chiesa di S. Giovanni Evangelista a Ponte alla Piera



MARZO 2003



ARX S.C.R.L. — VENZONE (UD)

RAPPORTO DI SOPRALLUOGO 08

- **DENOMINAZIONE** Chiesa di S.Giovanni
 - **COMUNE** Pieve S.Stefano
 - **LOCALITA'** Ponte alla Pietra
 - **DATA SOPRALLUOGO** 09.01.2003
 - **RILEVATORI** Bernabini, Di Marco, Moretti
-

▪ **CARATTERISTICHE GENERALI DELLA CHIESA**

Chiesa di piccole dimensioni composta da navata rettangolare e abside di minore altezza. Sul lato sinistro, l'aula è adiacente ad un corpo di fabbrica destinato a casa canonica e sagrestia. Sempre sullo stesso lato, per effetto della pendenza del terreno, le murature in corrispondenza della zona absidale raggiungono un'altezza considerevole, di circa 8-9 metri. Al di sopra dell'arco trionfale è situata la vela campanaria.

**RIF.
FOTO**
**1,2,3,
4,5,6,7**

Le murature dell'abside risultano di buona qualità, omogenee nella loro costituzione: blocchi squadrati in pietra di considerevoli dimensioni, ben organizzati, con fughe di malta estremamente ridotte.

8,1,9

Nella facciata sono presenti evidenti segni di ripetuti rimaneggiamenti (fori tamponati, riseghe nello spessore delle murature) e fra questi ci sono anche interventi eseguiti in epoche recenti: presenza di rifugature in malta cementizia.

Sulla parete laterale destra - dal lato esterno non intonacato - sono, anche qui, visibili tracce di rifacimenti resi evidenti dalla presenza di diversi tipi murari anche molto diversificati fra loro sia per tessitura muraria sia per materiale impiegato. Le rifugature cementizie rendono particolarmente evidenti gli interventi recenti eseguiti in prossimità delle teste delle capriate dell'aula.

L'aula ha una copertura a capriate con terzere, correntini e pianelle in laterizio; la copertura dell'abside è a sua volta costituita da correntini e pianelle sempre in laterizio.

2,3,18

La chiesa è in buono stato di conservazione.

▪ **CARATTERISTICHE GENERALI DEL SOPRALLUOGO**

Sopralluogo a vista dell'intera chiesa (interno/esterno) ad esclusione della casa canonica adiacente alla parete laterale sinistra dell'aula.

▪ **COMPOSIZIONE ARCHITETTONICO/STRUTTURALE DELLA CHIESA**

- | | |
|--------------------------------------|-------------------|
| 1. Facciata | 3. Arco trionfale |
| 2. Aula: pareti laterali e copertura | 4. Abside |

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

▪ GRADO DI COMPLETEZZA DEL SOPRALLUOGO**PARTE / MACROELEMENTO:** Facciata

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Aula: pareti laterali e copertura

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Arco trionfale

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Abside

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
 AREA - Servizio Sismico Regionale

▪ **DANNI**

PARTE / MACROELEMENTO	TIPO DI DANNO OSSERVATO	ENTITA' DEL DANNO	RIF. FOTO
Facciata	<p>Ribaltamento di facciata. Si osserva il ribaltamento della parte superiore della facciata che interessa solo la muratura all'interno del macroelemento. Si possono leggere le lesioni caratteristiche del meccanismo presenti nella parte alta in prossimità degli spigoli fra pareti laterali e timpano (che denotano il distacco fra le parte ortogonali) e le lesioni diagonali nei pannelli. Il meccanismo è leggibile anche attraverso il rigonfiamento dell'intonaco nell'area circostante alle terzere che poggiano direttamente sul timpano, sintomo di uno scorrimento fra muro e copertura.</p>	<p>Evidenza di dissesti e leggibilità complessiva di meccanismi attivati nell'intero macroelemento; tali meccanismi sono in fase iniziale di sviluppo con dissesti di limitata entità. Le lesioni visibili sul paramento interno non trovano una corrispondenza evidente - sia in termini di lesioni che di deformazioni - sul paramento esterno. Questa considerazione fa ritenere che si tratti di un meccanismo preesistente ai lavori eseguiti in facciata sul lato esterno - dove non ci sono segni di danno evidenti -, recidivato in occasione degli ultimi eventi sismici.</p>	<p>1 3 10 11 13 14</p>
	<p>Traslazione nel piano di facciata. La lesione che è presente nella parte destra della facciata, in prossimità dei fori centrali, denota uno spostamento fra le parti murarie in direzione orizzontale nel piano della facciata. Ciò indica un comportamento non unitario della facciata, interrotta da una significativa superficie forata in asse: si rileva una traslazione del pannello murario di destra delle forature centrali che non è vincolato da altri edifici adiacenti.</p>	<p>Evidenza di dissesti e leggibilità complessiva di meccanismi attivati nell'intero macroelemento; tali meccanismi sono in fase iniziale di sviluppo con dissesti di limitata entità. Anche per questo meccanismo si possono considerare valide le considerazioni espresse precedentemente riguardo alla presenza di preesistenti meccanismi.</p>	<p>3 10 12a 12b</p>

REGIONE TOSCANA*Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali*

AREA - Servizio Sismico Regionale

Aula	<p>Risposta trasversale dell'aula.</p> <p>In corrispondenza dell'appoggio delle capriate sulla parete sinistra si nota uno scorrimento relativo fra murature e capriate. Sulla parete opposta invece non sono presenti spostamenti relativi; è presumibile che ciò sia dovuto al rifacimento dei vincoli su tale parete in occasione di lavori recenti dei quali si notano evidenti tracce sul lato esterno.</p>	<p>Evidenza di dissesti e leggibilità complessiva di meccanismi attivati nell'insieme del macroelemento; tali meccanismi sono in fase iniziale di sviluppo con dissesti di limitata entità. Gli scorrimenti sono dell'ordine di mezzo centimetro.</p>	2 3 6
Parete laterale destra dell'aula	<p>Lesione isolata in corrispondenza della porta d'accesso alla sagrestia.</p> <p>La lesione non è chiaramente riconducibile ad un meccanismo leggibile nel suo complesso. Probabilmente la lesione è dovuta ad un fenomeno di indebolimento localizzato - anche per la presenza della porta della sagrestia - dell'intera angolata fra facciata e parete laterale. Il meccanismo deve essere letto con maggiore approfondimento e completezza, ma è possibile rilevare anche dall'esterno delle lesioni che interessano l'angolata del corpo di fabbrica e ne fanno ipotizzare il possibile ribaltamento.</p>	<p>Evidenza di dissesti e leggibilità complessiva di meccanismi attivati nell'intero macroelemento; tali meccanismi sono in fase iniziale di sviluppo con dissesti di limitata entità.</p>	15 16 17
Abside	<p>Lesione localizzata in corrispondenza dello spigolo fra parete laterale destra e arco trionfale.</p> <p>La lesione si trova alla base della muratura e qui la stessa muratura è suscettibile di fenomeni legati a cedimenti localizzati: in quel punto le murature alla base non scaricano direttamente a terra tramite la fondazione ma su altre murature.</p>	<p>Evidenza di dissesti e leggibilità complessiva di meccanismi attivati nell'intero macroelemento; tali meccanismi sono in fase iniziale di sviluppo con dissesti di limitata entità.</p>	20

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
 AREA - Servizio Sismico Regionale

▪ **VULNERABILITA'**

PARTE / MACROELEMENTO	FORME DI VULNERABILITA' OSSERVATE	RIF. FOTO
Facciata	Presenza di un'ampia riduzione di sezione in mezzeria per effetto della presenza dei fori; tale presenza costituisce una discontinuità fra le parti di pannello murario di destra e di sinistra della facciata.	1 3
	Riduzione di sezione per la presenza di una nicchia in corrispondenza del pannello laterale destro.	3
Parete laterale sinistra	Indebolimento dello spigolo in corrispondenza della facciata dovuto alla porta della sagrestia. Sull'architrave di quest'ultima si scarica direttamente una trave di solaio della casa canonica creando un punto di elevata vulnerabilità localizzata.	16
Copertura dell'aula	Le capriate dell'aula hanno il monaco che scarica direttamente sulla catena impegnando quest'ultima a flessione,	-
Arco trionfale	Presenza di danno pregresso con lesione in chiave.	19
	Tirante collocato in posizione non adeguata. Il tirante è situato in posizione eccentrica rispetto alla sezione muraria, affiancato alla superficie esterna. Il capochiave non ha una sufficiente superficie di contatto sulla quale trasferire la forza di trazione.	18 20 22
	Presenza di vela campanaria snella situata al di sopra dell'arco.	7
Abside	Discontinuità muraria fra pareti dell'arco trionfale e pareti dell'abside.	

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 1: facciata



FOTO 2: aula e abside



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 3: aula - facciata



FOTO 4: abside e aula sul lato sinistro



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 5: parete laterale destra



FOTO 6: parete laterale destra



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 7: vela campanaria



FOTO 8: abside: particolare



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 9: parete laterale destra: particolare



FOTO 10: facciata - parete laterale destra



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 11: particolare facciata - parete laterale destra

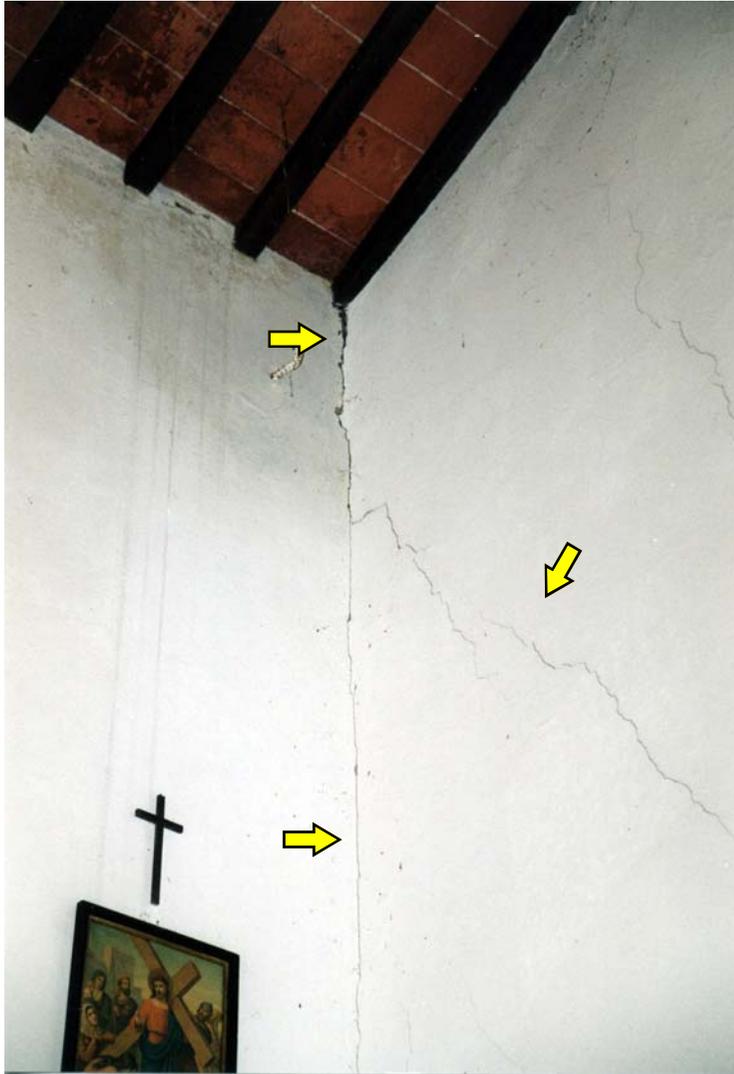


FOTO 12a: facciata



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 12b: particolare

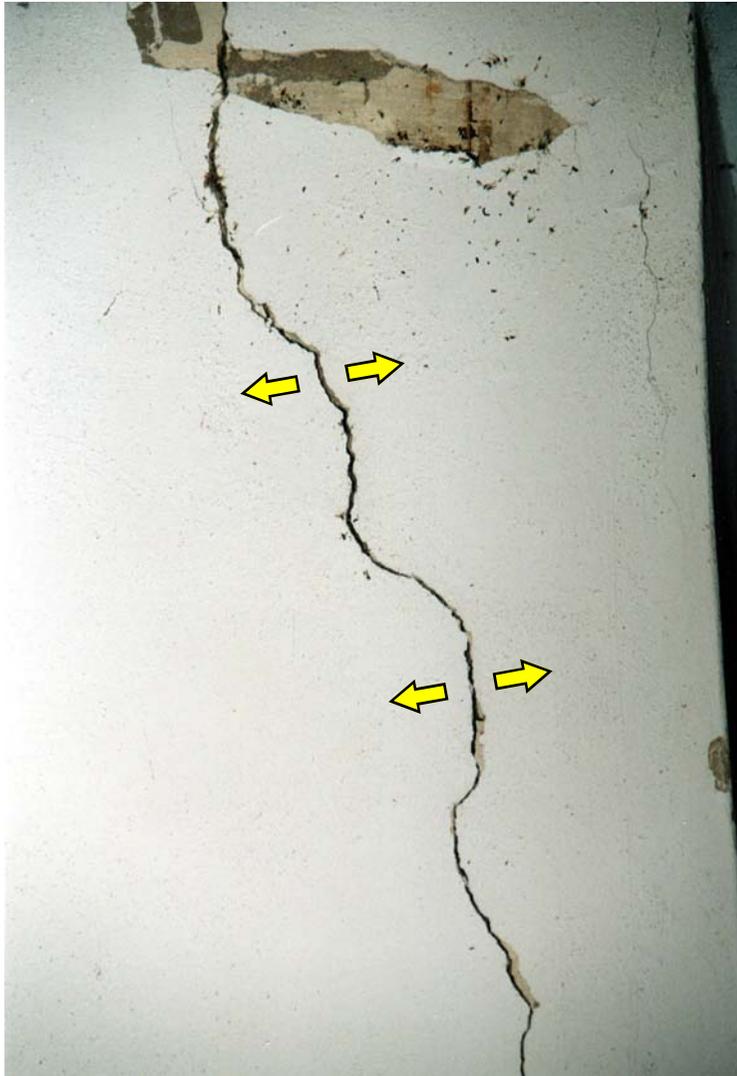
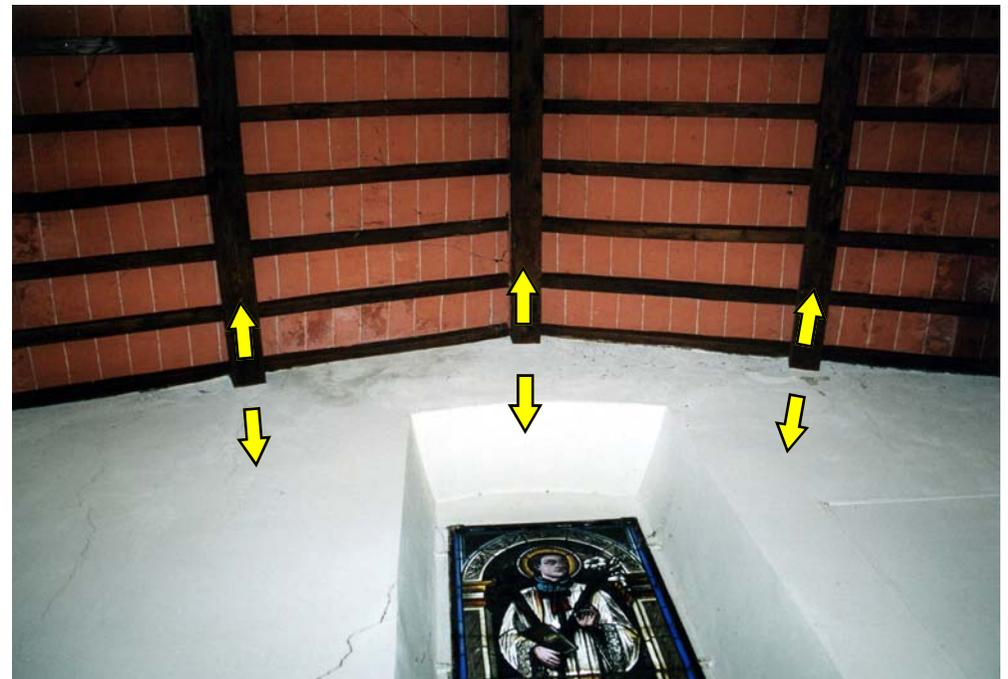


FOTO 13: timpano di facciata



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 14: facciata - parete laterale sinistra



FOTO 15: parete laterale sinistra



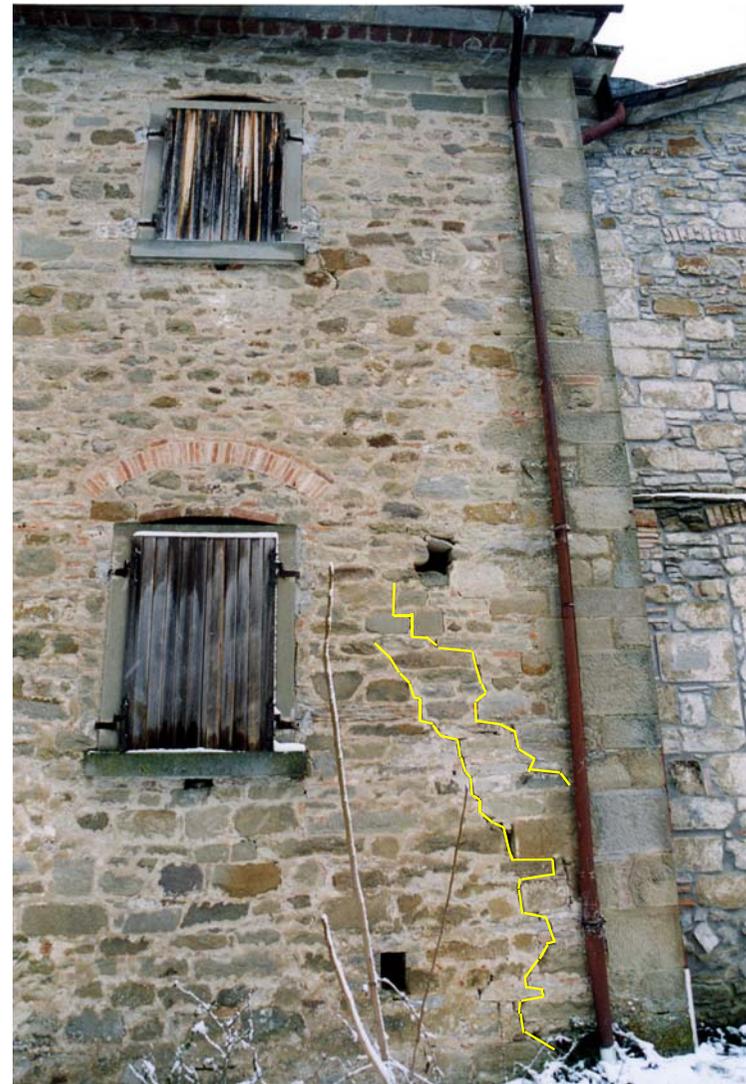
REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 16: parte della sacrestia



FOTO 17: sacrestia e canonica - facciata



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 18: arco trionfale



FOTO 19: chiave dell'arco trionfale



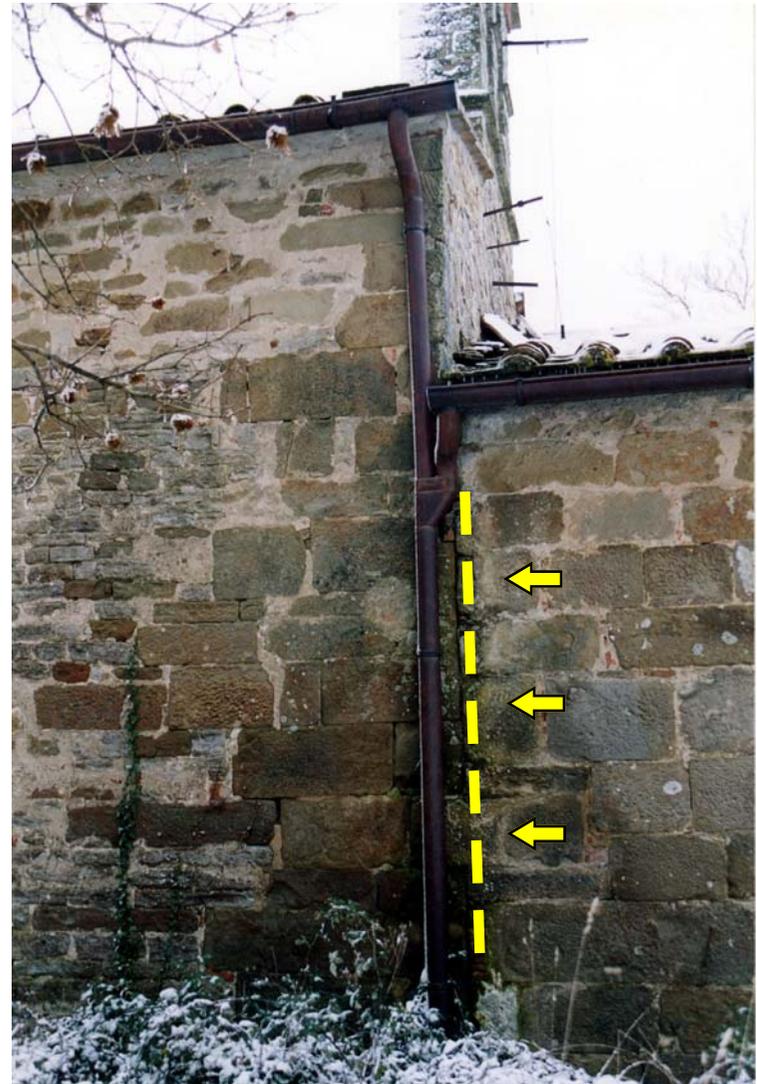
REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 20: arco trionfale e parete laterale sinistra dell'abside



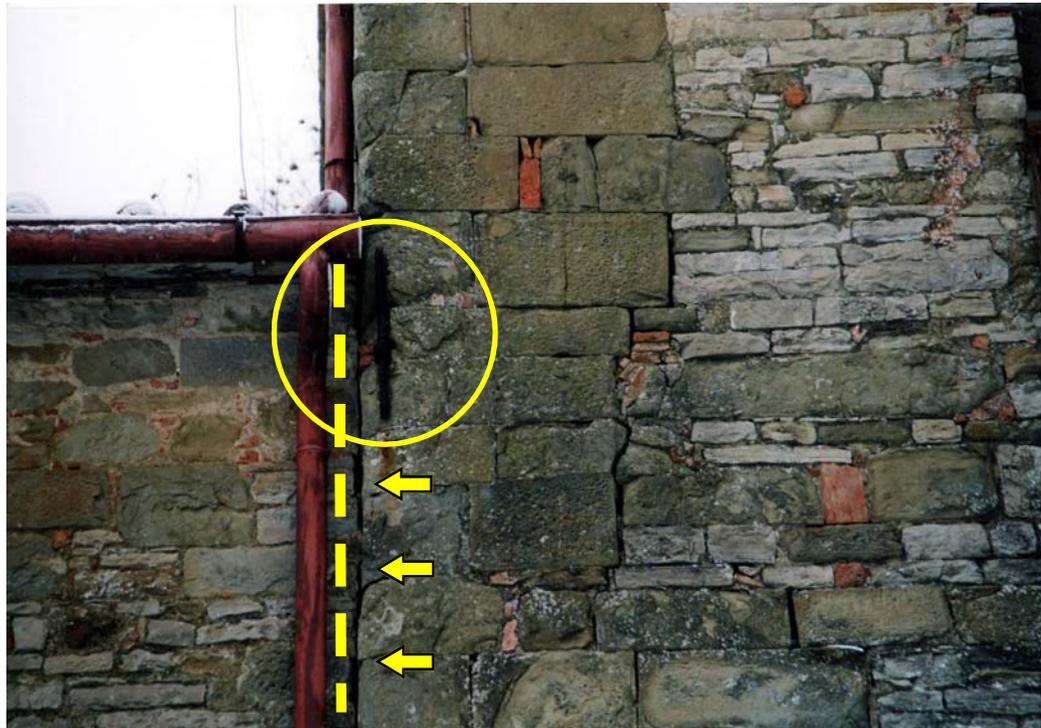
FOTO 21: parete laterale destra - abside



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 22: abside - parete laterale destra



REGIONE
TOSCANA



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

RAPPORTO DI SOPRALLUOGO 09

Comune di Pieve Santo Stefano (AR) Chiesa di S.Lorenzo a Baldignano



MARZO 2003



ARX S.C.R.L. — VENZONE (UD)

RAPPORTO DI SOPRALLUOGO 09

- **DENOMINAZIONE** Chiesa di S.Lorenzo
 - **COMUNE** Pieve Santo Stefano (AR)
 - **LOCALITA'** Baldignano
 - **DATA SOPRALLUOGO** 09.01.2003
 - **RILEVATORI** Bernabini, Deganutti, Di Marco, Moretti
-

▪ **CARATTERISTICHE GENERALI DELLA CHIESA**

Chiesa ad aula unica di contenute dimensioni, con arco trionfale e due arconi trasversali che sorreggono la copertura in legno. La chiesa si compone di: abside semicircolare, campanile allineato e interposto tra la facciata principale e la canonica e di una cripta. La chiesa è situata su terreno fortemente acclive in corrispondenza della zona absidale e il lato destro.

La datazione dell'impianto originario è del XII secolo, ma l'attuale configurazione della fabbrica è il risultato di forti rimaneggiamenti edilizi nel tempo dei quali tra i più recenti risulta essere quello del 1922. Ulteriori interventi di restauri sono stati eseguiti negli anni '80/'90 con opere significative sulla copertura, sugli intonaci e nella cripta.

La cripta, sottostante l'abside, è a forma circolare con volte in pietra a crociera sorrette da esili pilastri.

Le murature esterne sono prive di intonaco e quindi è possibile osservare la tessitura la cui eterogeneità evidenzia le diverse fasi di trasformazioni edilizie. La facciata è realizzata in pietra squadrata a corsi regolari e fughe in malta consistenti; la parete laterale destra è a conci regolari ma con disomogeneità della pezzatura e piuttosto irregolare nell'organizzazione.

Nella zona absidale - in corrispondenza della cripta - la muratura risulta composta prevalentemente da pezzatura irregolare, con gravi fenomeni di erosione del legante.

La copertura dell'aula, oggetto di recenti interventi di manutenzione straordinaria, è costituita da arcarecci poggianti sugli arconi trasversali, correntini e pianelle in laterizio; la copertura dell'abside, per quanto è stato possibile osservare, è costituita da puntoni disposti radialmente sui quali poggiano arcarecci, correntini e manto di copertura.

**RIF.
FOTO**

1

2

3

4

5

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA – Servizio Sismico Regionale

La volta dell'abside è a catino costituita da mattoni disposti in foglio.

5

La parete laterale destra, data la morfologia del sito in forte pendenza, raggiunge un'altezza considerevole in corrispondenza dell'attacco con l'abside: in prossimità degli arconi trasversali sono presenti due contrafforti. Tali contrafforti, realizzati in tempi successivi rispetto alla parete laterale, sono debolmente ammorsati all'interno di quest'ultima e privi di efficaci fondazioni.

6

La facciata principale, ricostruita all'inizio del '900, presenta una tipologia a salienti propria delle chiese a tre navate anche se la chiesa è ad aula unica. Il timpano centrale, che si eleva dalla copertura a due falde dell'aula, costituisce praticamente una vela controventata da due setti murari che scaricano verticalmente su travi lignee disposte in corrispondenza della cantoria, fra facciata e primo arcone trasversale. La facciata presenta nella fascia centrale notevoli fori: un portale d'ingresso costituito da quattro ordini di cornici in pietra arenaria squadrata, sovrastato da una bifora centrale con due monofore laterali e un rosone circolare nel timpano/vela con tre ordini di cornici anch'esse in arenaria squadrata; in corrispondenza dei due pannelli murari laterali sono presenti altre due bifore.

1

24

▪ CARATTERISTICHE GENERALI DEL SOPRALLUOGO

Sopralluogo a vista dell'intera chiesa (esterno/interno) con esecuzione di limitati sondaggi meccanici nelle murature. Dal sopralluogo sono esclusi l'interno del campanile e la copertura dell'abside.

▪ COMPOSIZIONE ARCHITETTONICO/STRUTTURALE DELLA CHIESA

- | | |
|--|--------------|
| 1. Facciata | 4. Cripta |
| 2. Aula: pareti laterali, archi trasversali, copertura | 5. Campanile |
| 3. Abside e arco trionfale | |

▪ **GRADO DI COMPLETEZZA DEL SOPRALLUOGO**

PARTE / MACROELEMENTO: Facciata

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA – Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Aula

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA – Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Abside/Cripta

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA – Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Campanile

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA – Servizio Sismico Regionale

DANNI

PARTE / MACROELEMENTO	TIPO DI DANNO OSSERVATO	ENTITA' DEL DANNO	RIF. FOTO
Facciata	<p>Meccanismo di scorrimento nel piano di facciata. E' presente un sistema di lesioni diagonali che interessano il pannello destro della facciata sia al di sopra che al di sotto della bifora e le sottili porzioni murarie fra bifora centrale/rosone e bifora centrale/portale. Tale sistema di lesioni indica lo scorrimento verso l'esterno della parte destra del macroelemento potenzialmente favorito dal sito che risulta in notevole pendenza; lo spostamento della parte opposta è invece contrastato dalla presenza del complesso campanile-canonica.</p> <p>Lo scorrimento nel piano è evidenziato dalla netta apertura tra i conci in pietra delle ghiera d'arco del portale e delle aperture intermedie. Lo scorrimento si rileva anche nella ghiera delle aperture basse di destra e nel rosone che ha causato il distacco di due elementi della cornice esterna.</p>	<p>Il grado di avanzamento del meccanismo di scorrimento è ad uno stato iniziale per cui non si riscontra un immediato rischio di crollo. Ciò nonostante sono possibili, per effetto dell'allentamento prodotto dallo scorrimento orizzontale, delle cadute localizzate di singoli conci che riquadrano i fori. Inoltre alcuni conci hanno subito un'azione di rottura a causa di sollecitazioni dovute a schiacciamento.</p>	1 7 8 9 10
	<p>Ribaltamento del timpano. Sono innescate le tipiche lesioni in corrispondenza della parte alta degli spigoli fra timpano e setti di controvento e lesioni verticali leggibili negli angoli interni tra l'attacco facciata - pareti laterali.</p>	<p>Il meccanismo descritto è in una fase iniziale di attivazione.</p>	11 12

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA – Servizio Sismico Regionale

	<p>Ribaltamento di facciata. Riguarda il lato libero, non collegato al complesso campanile/canonica. La lesione segue presumibilmente la superficie di ripresa della nuova facciata.</p>	<p>Il meccanismo descritto è in una fase iniziale di attivazione.</p>	<p>13</p>
<p>Parete laterale destra - archi trasversali</p>	<p>Meccanismo di ribaltamento verso l'esterno. Il meccanismo riscontrato deriva dal comportamento d'insieme della parete laterale - archi trasversali - contrafforti. Il danno osservato è particolarmente evidente in corrispondenza del primo arco trasversale: il piedritto destro (che è l'elemento più rigido) ha subito una rotazione verso l'esterno denunciata dalla lesione alla base con una leggera componente di scorrimento orizzontale. La parete è interessata da lesioni verticali in corrispondenza degli ammorsamenti dei contrafforti che possono dipendere da fenomeni di interazione dinamica fra parti a diversa rigidità. La parete laterale ha subito una deformazione più accentuata nella parte centrale, dovuta alla spinta puntuale degli arconi non incatenati.</p>	<p>L'attivazione del meccanismo in corrispondenza del primo arco trasversale è riscontrabile con alcune lesioni accentuate anche se in fase di limitato sviluppo. Tale meccanismo di ribaltamento è rilevato anche nel secondo arco (centrale) mentre è più evidente nell'arco trionfale in quanto non è presente il contrafforte all'esterno e all'interno il danno è accentuato dalla presenza di vuoti (nicchie per passaggi ed impianti).</p>	<p>14 15 16 17 18</p>

REGIONE TOSCANA*Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali*

AREA – Servizio Sismico Regionale

Archi trasversali	<p>Allontanamento delle basi d'appoggio degli archi. Lesione in chiave su tutti gli archi e fessurazioni radiali all'intradosso della ghiera che implicano allentamento delle basi d'appoggio. Effetti localizzati in corrispondenza degli appoggi degli arcarecci per effetto dello "scarico" delle azioni sismiche. Scorrimenti localizzati fra ghiera strutturale e muratura soprastante.</p>	<p>Il meccanismo descritto è in una fase iniziale di attivazione.</p>	5 19 20 21
Abside	<p>deformazione della volta. Lesioni nella volta dell'abside dovute alla particolare tessitura della volta stessa: non definiscono propriamente un meccanismo. Le lesioni più significative sono innescate dai fori delle monofore e proseguono nella volta a catino.</p>	<p>Il meccanismo descritto è in una fase iniziale di attivazione</p>	5 24 25
Copertura	<p>Scorrimento e martellamento degli arcarecci. Piccole lesioni dovute a scorrimento per effetto delle azioni sismiche nelle murature trasversali (principali e archi).</p>	<p>Il meccanismo descritto è in una fase iniziale di attivazione</p>	

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali

AREA – Servizio Sismico Regionale

Campanile	<p>Lesione isolata nella parete laterale sinistra.</p> <p>La lesione compare al centro del pannello murario, probabilmente innescata dalla porta di passaggio verso la canonica che si trova al di sotto di essa.</p> <p>Con i dati desumibili da un sopralluogo speditivo non è possibile formulare ipotesi precisa sul meccanismo attivato. Non è escluso che il fenomeno possa essere influenzato dalle diverse modalità con le quali i quattro lati del campanile scaricano a terra (la presenza di fori su tre lati)</p>	<p>Rispetto ad un possibile-probabile ribaltamento che si inneschi della lesione, si può dire che ci si trovi in una fase di sviluppo iniziale.</p>	35 36
------------------	---	---	------------------------

▪ **VULNERABILITA'**

PARTE / MACROELEMENTO	FORME DI VULNERABILITA' OSSERVATE	RIF. FOTO
Intera fabbrica	Distribuzione asimmetrica dei vincoli e delle rigidzze delle pareti laterali: il lato di destra rimane libero e risulta in pendio, quello di sinistra è contrastato dal campanile e dal complesso della canonica.	
Facciata	Disposizione sfavorevole ed entità delle forature: i fori in asse riducono in modo estremamente rilevante la sezione resistente di muratura; le aperture poste nelle zone laterali della facciata suddividono ulteriormente la sezione di muratura che scarica a terra le sollecitazioni. Ulteriore fattore di vulnerabilità specifica è costituito dall'assenza di ingranamento e legante fra i conci delle cornici, sia fra elementi dello stesso ordine sia fra ordini contigui.	1 7 9
	Il timpano in posizione elevata è privo di contrasto efficace: i setti laterali di vincolo non hanno continuità con il timpano stesso che è suscettibile di ribaltamento verso l'esterno.	24
	Mancanza di efficace ammortamento fra parete laterale destra e facciata.	27
Parete laterale destra	La costruzione dei due contrafforti esterni, scarsamente ammortati con la stessa parete laterale, hanno determinato un indebolimento della muratura non risarcito in modo adeguato sia per una carenza di ingranamento fra i paramenti sia per la carenza di legante.	28
	I contrafforti non presentano adeguata fondazione e ad una osservazione macroscopica risultano superficialmente appoggiati non contrastando adeguatamente le spinte orizzontali.	
	Disomogeneità delle murature dovute alle varie fasi costruttive di trasformazione edilizia..	3
	La parete laterale ha una elevata snellezza per effetto della pendenza del terreno; non è certa la presenza di contrasto a livello del pavimento dell'aula.	6

REGIONE TOSCANA*Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali*

AREA – Servizio Sismico Regionale

Archi trasversali	La conformazione geometrica dell'arco è ribassata; questa attiva una componente di spinta orizzontale rilevante non contrastata da catene. La ghiera in mattoni degli archi è molto sottile (due teste) e non offre sufficiente ingranamento a fronte di possibili deformazioni.	21
	Presenza di discontinuità e creazione di vuoti dovute a trasformazioni edilizie nel tempo in prossimità delle spalle dell'arco trionfale.	22 23
Abside	Snellezza della volta sottile che si rileva essere in mattoni disposti in foglio.	25
	Copertura spingente dovuta ai puntoni che dagli angoli esterni spingono sull'arco trionfale.	29
	Innesco di lesione della volta provocato dalle aperture del catino absidale.	30
Cripta	Muratura esterna con lacune/cavità, assenza di legante.	31
	Pilastrini snelli e deformati.	32
Campanile	Sezione alla base fortemente ridotta dalla presenza di quattro fori di passaggio: due sovrapposti (chiesa e contoria) sul lato destro, uno sul lato sinistro e uno verso l'abside.	34 36
	La guglia della cella campanaria ha masse elevate scarsamente connesse. La guglia è costituita da quattro pilastri d'angolo in muratura sormontati da quattro banchine in legno, senza collegamenti visibili. Le banchine, a loro volta sostengono dei tratti di muratura superiore solo sul paramento interno.	37 38

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

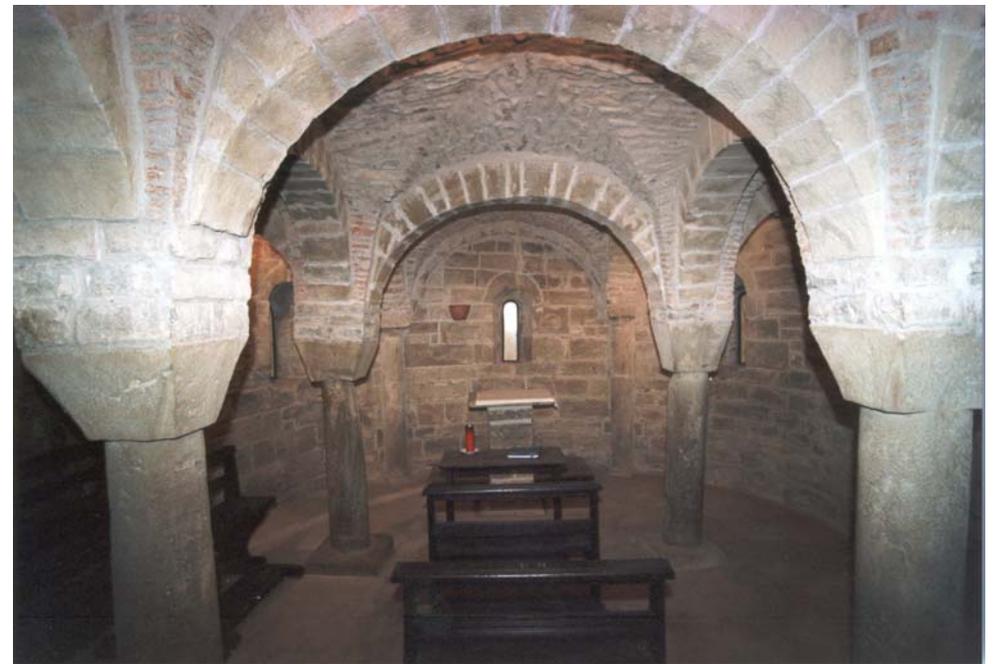
REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 1: facciata e campanile



FOTO 2: cripta



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 3: parete laterale destra fra aula e abside



FOTO 4: muratura della cripta sul lato sinistro



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 5: aula e abside



FOTO 6: facciata e parete laterale destra

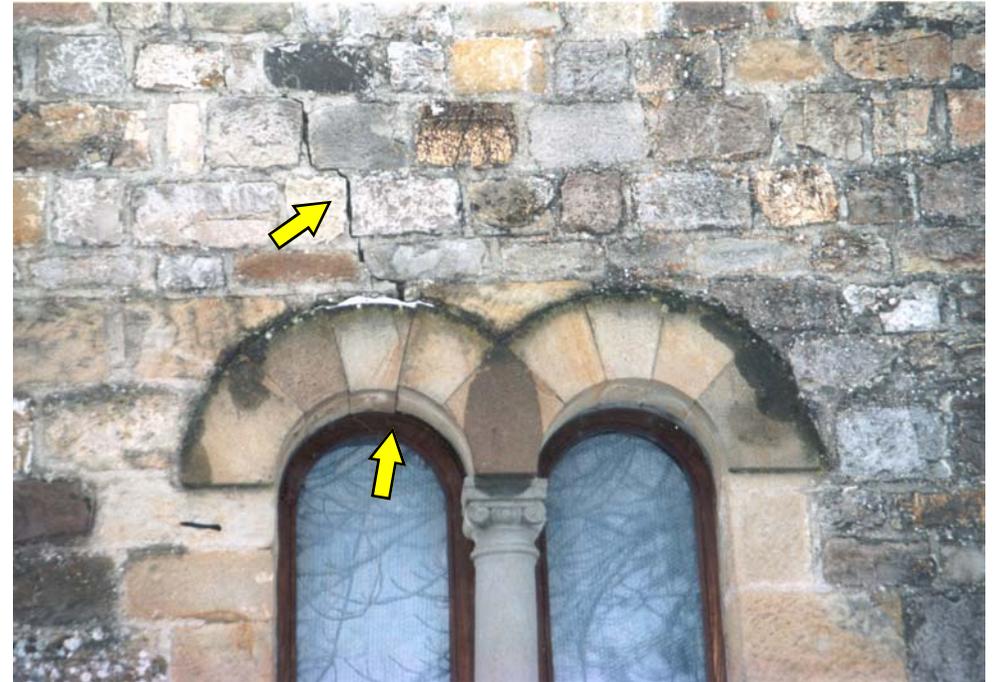
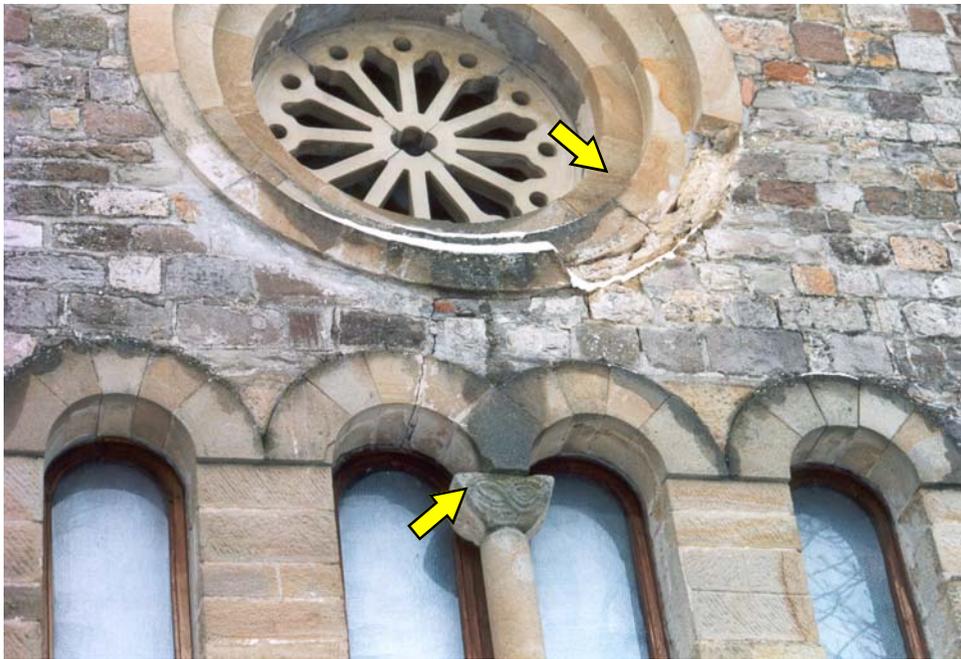


REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 7: rosone e bifore di facciata

FOTO 8: bifora nella lato destro della facciata



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 9: portale

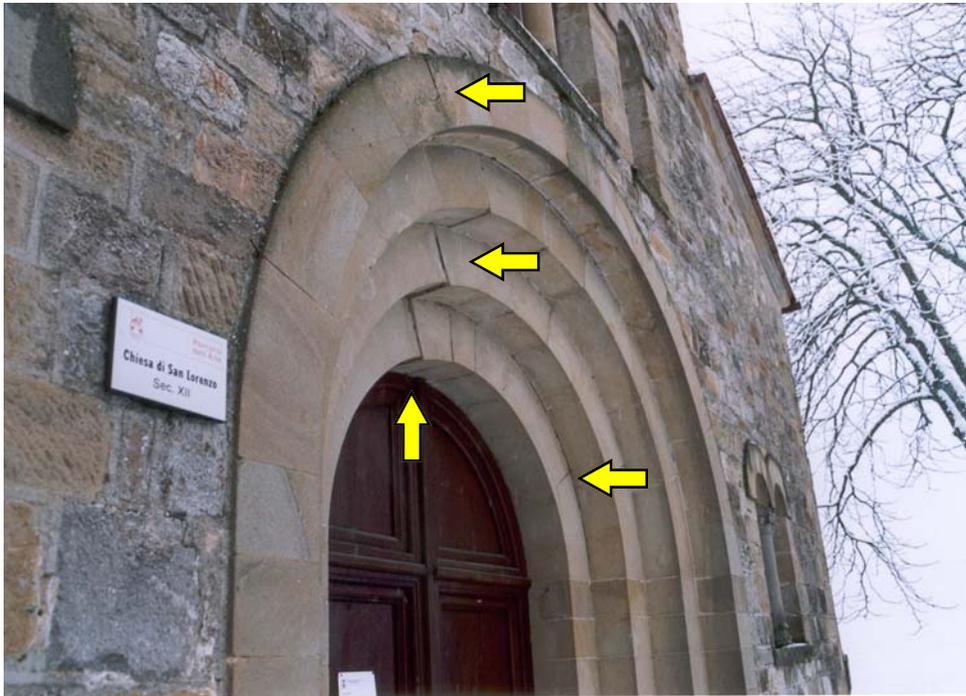


FOTO 10: lato destro della facciata



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 11: lato sinistro del timpano



FOTO 12: lato destro del timpano



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 13: fascia di sovrapposizione fra facciata e parete laterale destra

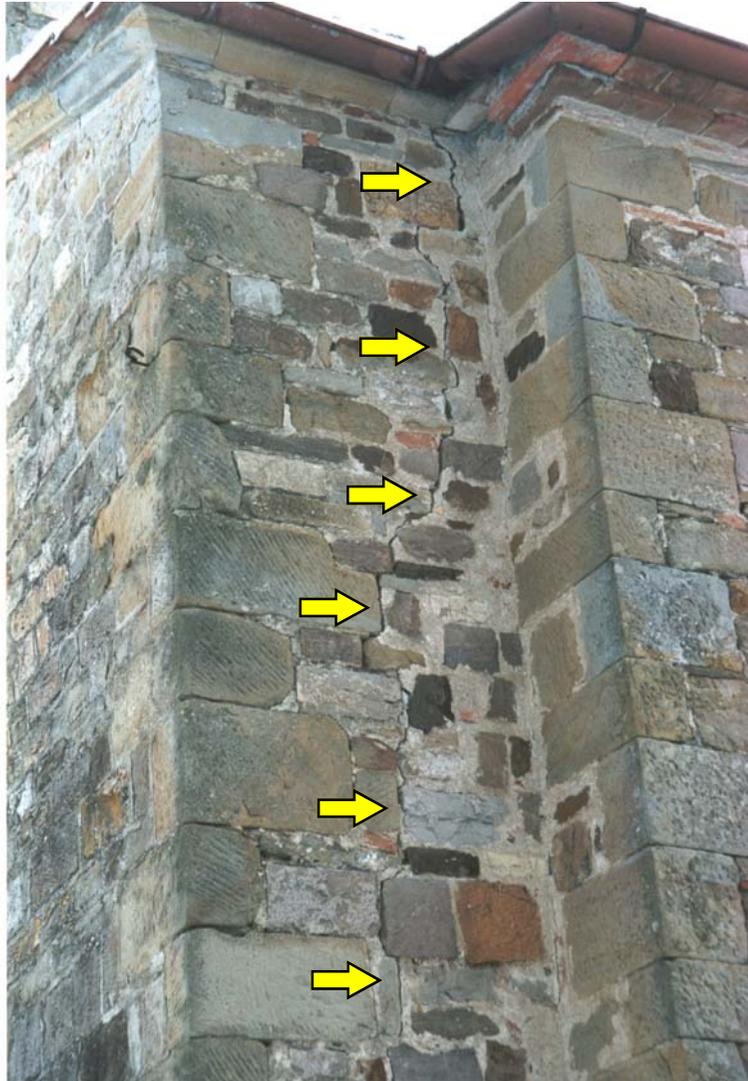


FOTO 14: piedritto destro del primo arco trasversale



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 15: base del piedritto destro del primo arco trasversale

FOTO 16: base del piedritto destro del primo arco trasversale



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 17: piedritto destro del primo arco trasversale destro



FOTO 18: piedritto destro del secondo arco trasversale destro



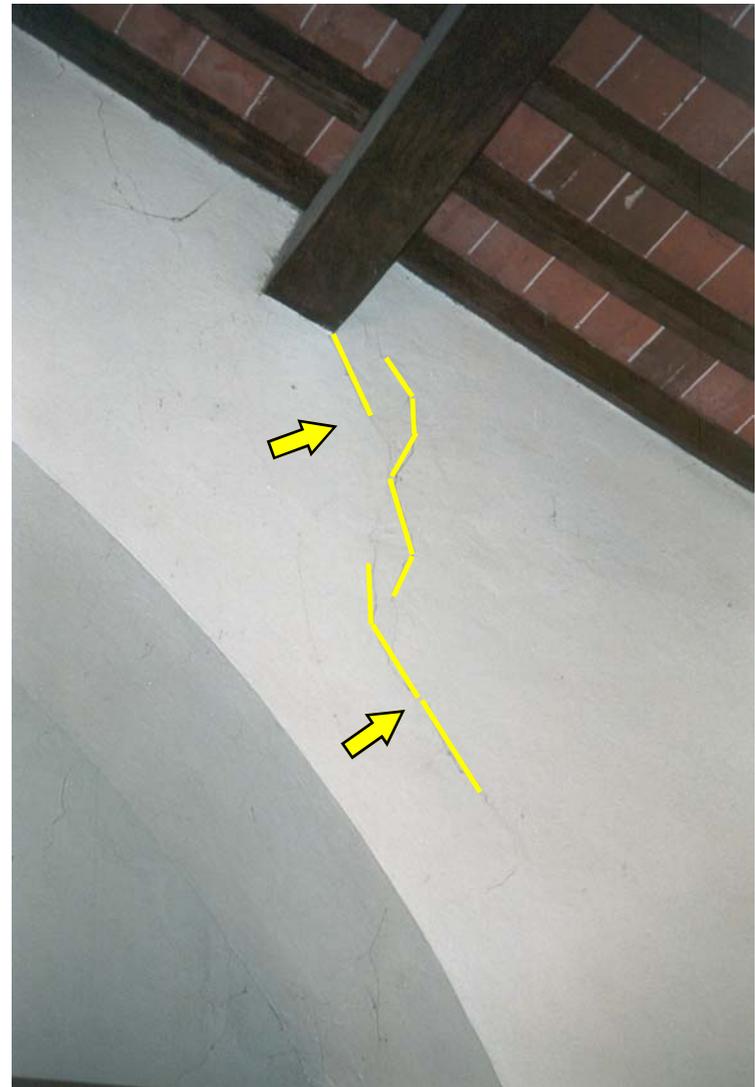
REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 19: secondo arco trasversale



FOTO 20: secondo arco trasversale



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 21: primo arco trasversale



FOTO 22: lato destro dell'arcone trionfale



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 23: lato destro dell'arcone trionfale

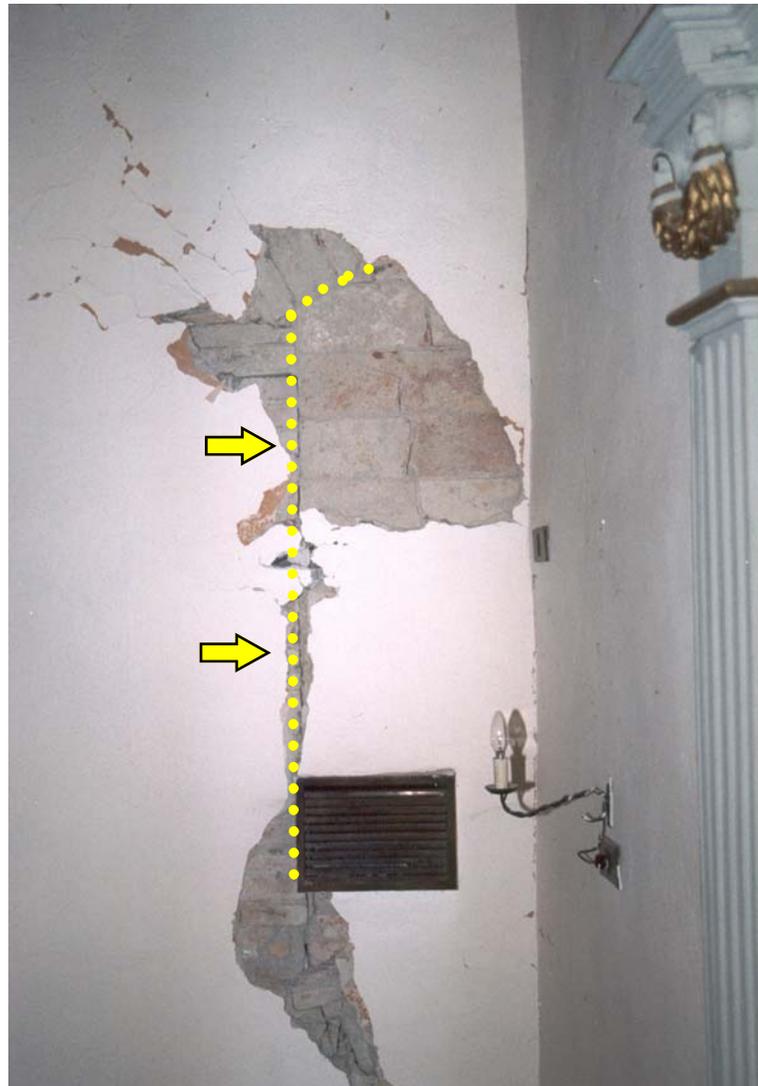


FOTO 24: lato destro del timpano di facciata



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 25: volta dell'abside



FOTO 26: volta dell'abside



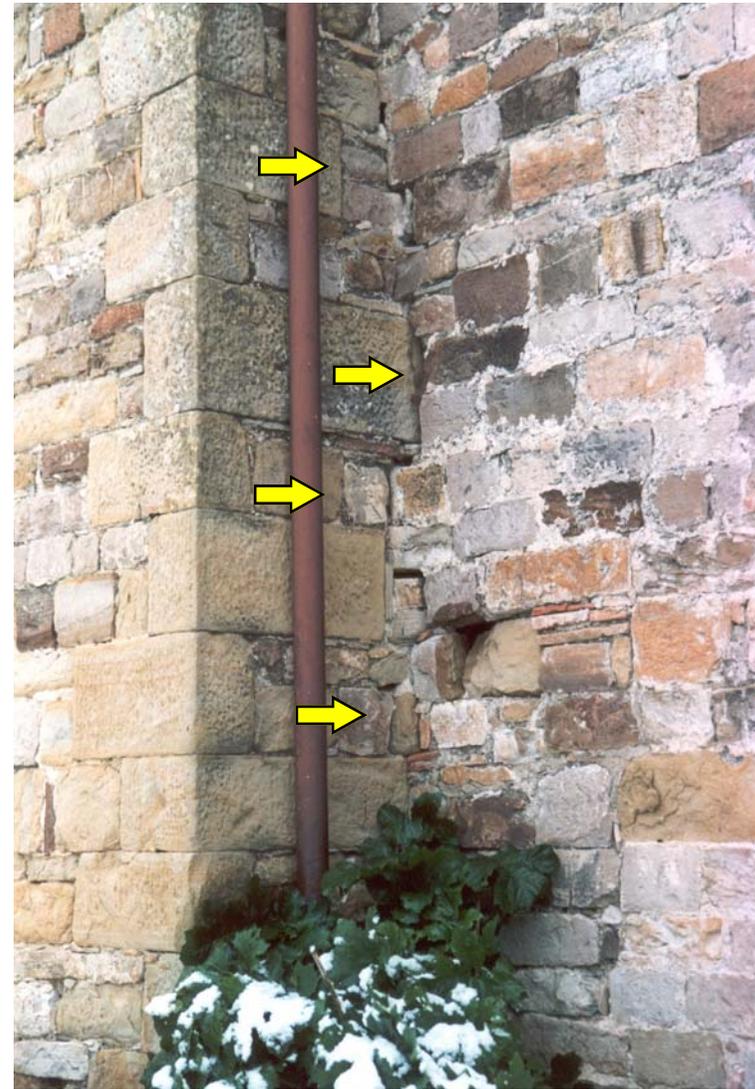
REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 27: fascia di sovrapposizione fra facciata
E parete laterale destra - interno



FOTO 28: primo contrafforte della parete laterale destra



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 29: copertura dell'abside



FOTO 30: monofora dell'abside



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 31: muratura dell'abside - paramento esterno



FOTO 32: colonna della cripta



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 33: facciata - lato interno



FOTO 34: passaggio chiesa - canonica al di sotto del campanile



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 35: parete laterale sinistra del campanile



FOTO 36: parete laterale sinistra del campanile



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 37: cella campanaria

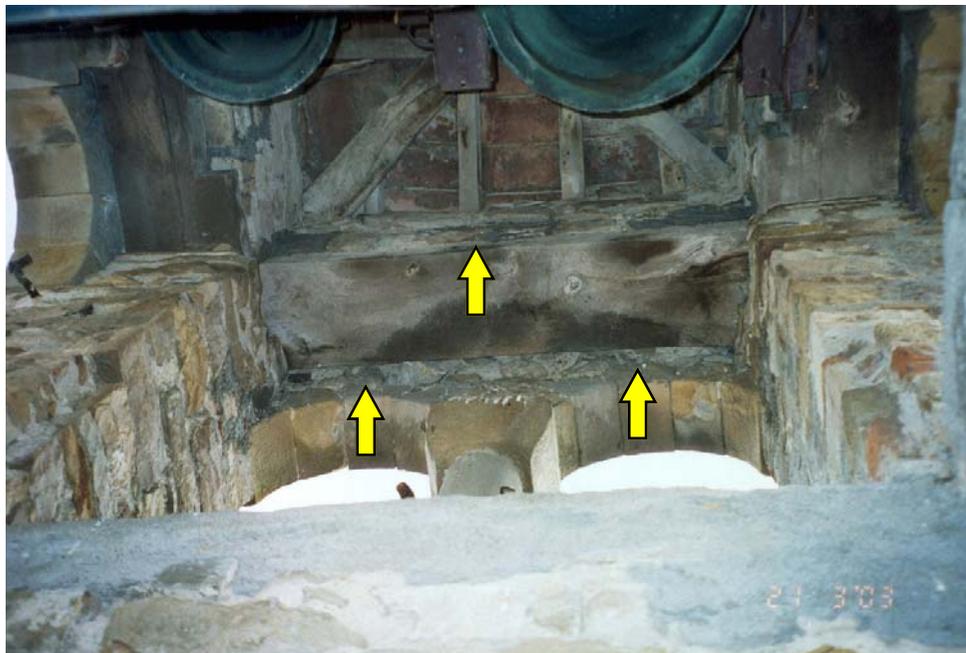


FOTO 38: cella campanaria



REGIONE
TOSCANA

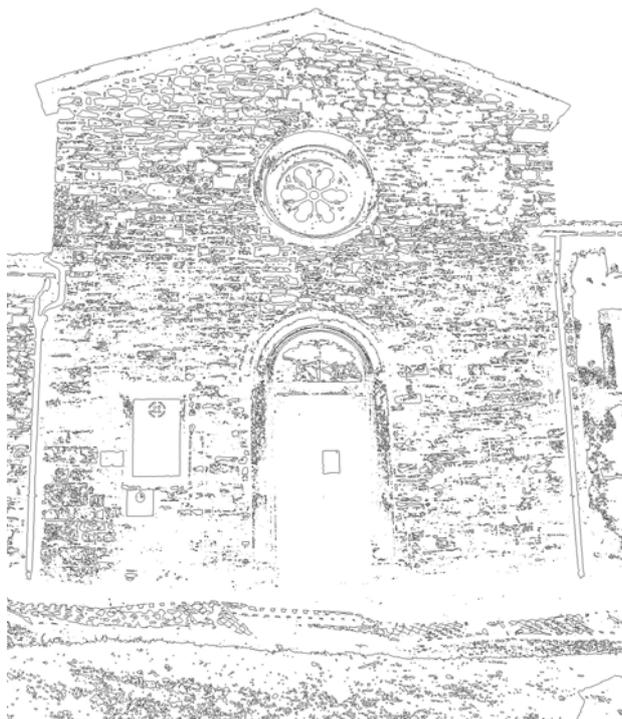


REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

RAPPORTO DI SOPRALLUOGO 10

Comune di Pieve Santo Stefano (AR) Chiesa di S. Giovanni Evangelista a Castelnuovo



MARZO 2003



ARX S.C.R.L. – VENZONE (UD)

RAPPORTO DI SOPRALLUOGO 10

▪ DENOMINAZIONE	Chiesa di S.Giovanni Evangelista
▪ COMUNE	Pieve S.Stefano
▪ LOCALITA'	Castelnuovo
▪ DATA SOPRALLUOGO	21.03.2003
▪ RILEVATORI	Bernabini, Di Marco, Marino, Moretti

▪ **CARATTERISTICHE GENERALI DELLA CHIESA**

Il corpo strutturale della chiesa è inglobato in un aggregato edilizio articolato, formato da altri corpi di fabbrica. Esso è vincolato sui lati: a sinistra dalla casa canonica e a destra da due corpi di più bassi dell'aula.

**RIF.
FOTO**
**1,2,
3,4,5**

La chiesa è ad aula unica con abside e una cappella sul lato sinistro. Lungo l'aula sono disposti tre archi trasversali piuttosto alti con piedritti snelli.

6,7,8

La copertura dell'aula è doppia: quella visibile dall'interno dell'aula è a due falde, con terzere, correntini e tavelle laterizie. Per effetto delle trasformazioni edilizie imposte dall'addossamento degli altri corpi di fabbrica, la copertura a due falde è stata sormontata da una seconda copertura a falda unica che, nella parte destra delimita una sorta di sottotetto. Le strutture portanti in legno della nuova copertura (che interessa solo la parte centrale della superficie coperta), scaricano sugli archi trasversali dell'aula.

**9
10
11**

L'abside è voltata: non sono note le caratteristiche costruttive della volta e non è noto il tipo di copertura soprastante.

12

Sulla parete di fondo dell'aula spicca la vela campanaria.

13

Le murature sono leggibili solamente in facciata e, parzialmente nella zone absidale: in facciata si rilevano evidenti disomogeneità costruttive dovute a interventi recenti, mentre nell'abside la muratura risulta essere di buona qualità, costituita da blocchi di pietra squadrata ben organizzati.

**14
15**

La chiesa è stata oggetto di interventi recenti; in particolare i lavori hanno riguardato il consolidamento del timpano di facciata

7

probabilmente con una cordolatura, il collegamento degli arcarecci all'arcone trionfale e al timpano di facciata mediante angolari metallici.

16

La chiesa presenta un medio debito manutentivo.

▪ **CARATTERISTICHE GENERALI DEL SOPRALLUOGO**

Sopralluogo a vista dell'intera chiesa (interno/esterno) ad esclusione del sottotetto dell'abside

▪ **COMPOSIZIONE ARCHITETTONICO/STRUTTURALE DELLA CHIESA**

- | | |
|--------------------------------------|----------------------|
| 1. Facciata | 3. Arco trionfale |
| 2. Aula: pareti laterali e copertura | 4. Abside |
| | 5. Cappella laterale |

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

▪ **GRADO DI COMPLETEZZA DEL SOPRALLUOGO**

PARTE / MACROELEMENTO: Facciata

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Aula: pareti laterali e copertura

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Arco trionfale

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Abside

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

PARTE / MACROELEMENTO: Cappella laterale

	ASSENTE	SI	IN PARTE	NO
E' stato possibile accedere / osservare l'intera parte / macroelemento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la costituzione della sezione muraria?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'eventuale presenza di interventi di consolidamento murario con tecniche recenti?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile avere notizie sulle fondazioni e su eventuali dissesti fondazionali pregressi?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali solai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra solai e murature?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di eventuali volte strutturali e l'assetto estradossale?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' nota la natura e il tipo di copertura?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare la connessione fra strutture di copertura e murature?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
E' stato possibile verificare l'andamento e l'efficacia di eventuali tiranti o altri presidi strutturali?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile valutare eventuali deformazioni significative delle strutture (fuoripiombo, spanciamenti ecc...)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E' stato possibile osservare con completezza i fenomeni di danno attuali e/o pregressi		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

DANNI

PARTE / MACROELEMENTO	TIPO DI DANNO OSSERVATO	ENTITA' DEL DANNO	RIF. FOTO
Parete laterale sinistra dell'aula	<p>Ribaltamento della parete laterale vincolata su tre lati. La parete laterale risulta vincolata, oltre che alla base, anche dai muri di spina della cappella laterale e al muro di separazione fra i due corpi annessi sul lato sinistro. La parete ha un'elevata snellezza, e su di essa si scaricano anche gli sforzi trasmessi dagli archi trasversali. In conseguenza delle azioni sismiche ha subito oscillazioni fuori piano nei due versi; le linee di cerniera sono diagonali alle estremità del pannello murario e orizzontali al centro.</p>	<p>Marcata evidenza di dissesti e leggibilità complessiva di meccanismo compiutamente attivato che interessa l'insieme del macroelemento, in fase intermedia di sviluppo.</p>	17 18 19 20
Archi trasversali	<p>Rotazione non simmetrica di una spalla. Gli archi trasversali dell'aula hanno le spalle che formano un'unica struttura con le pareti laterali; conseguentemente le spalle degli archi (il secondo - foto 18 e il terzo - foto 19) hanno subito una rotazione alla base. Il cinematismo che si forma produce l'apertura di lesioni in chiave all'intradosso e alle reni - estradosso della parte destra.</p>	<p>Marcata evidenza di dissesti e leggibilità complessiva di meccanismo compiutamente attivato che interessa l'insieme del macroelemento, in fase intermedia di sviluppo.</p>	18 19 25 26
Facciata	<p>Lesioni isolate in corrispondenza delle fasce di sovrapposizione con le pareti laterali. Tali lesioni sono tipiche di un ribaltamento di facciata.</p>	<p>Le lesioni compaiono solo nelle parti non interessate dagli interventi recenti per cui si ritiene che si tratti di sintomi di un meccanismo di ribaltamento di facciata, contrastato efficacemente dagli interventi recenti.</p>	21 22

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

Arco trionfale	<p>Meccanismo di espulsione della parte alta. Il meccanismo è innescato dagli intagli realizzati nella muratura per l'inserimento degli arcarecci.</p>	<p>Le lesioni compaiono solo nelle parti non interessate dagli interventi recenti per cui si ritiene che si tratti di sintomi di un meccanismo di ribaltamento contrastato efficacemente dagli interventi recenti.</p>	27
Parete laterale destra dell'aula	<p>Lesioni isolate verticali al centro delle campate fra gli archi trasversali. La parete laterale destra è vincolata al ribaltamento dai corpi annessi (casa canonica); è possibile che le lesioni verticali siano dovute all'azione resistente di muri di spina della canonica non allineati con gli archi trasversali. L'ipotesi va verificata esaminando l'effettiva disposizione delle murature in pianta.</p>	<p>Evidenza di dissesti e leggibilità complessiva di meccanismi attivati nell'insieme del macroelemento; tali meccanismi sono in fase iniziale di sviluppo con dissesti di limitata entità.</p>	23 24
Abside	<p>Lesioni in corrispondenza dei pennacchi della volta. La lesione compare nel pennacchio fra la parete di fondo e la parete laterale. E' possibile che la lesione sia dovuta ad una concentrazione di sforzi normali generati in conseguenza all'apertura di un vano nella parete laterale, in prossimità della parete di fondo</p>	<p>Marcata evidenza di dissesti e leggibilità complessiva di meccanismo compiutamente attivato che interessa l'insieme del macroelemento, in fase intermedia di sviluppo.</p>	28

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

▪ VULNERABILITA'

PARTE / MACROELEMENTO	FORME DI VULNERABILITA' OSSERVATE	RIF. FOTO
Aula	Presenza di archi trasversali di elevata snellezza e ghiera d'arco di ridotto spessore. Gli archi sono inoltre privi di catene.	6 7
	Pareti laterali snelle; in particolare la parete laterale sinistra è indebolita per la presenza dell'apertura per l'accesso alla cappella laterale, confessionale e nicchia.	8
	Copertura superiore (a falda unica) parzialmente spingente sul lato sinistro. Inoltre l'orditura è priva di adeguate connessioni fra gli elementi strutturali.	10 11
Parete di fondo dell'abside	Vela campanaria di elevata snellezza, costituita da blocchi in pietra instabilmente collegati fra loro.	13
Abside	Indebolimento costituito da un foro nella parete laterale destra, prossimo alla parete di fondo e finestra tamponata nella parete di fondo.	28

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 1: facciata



FOTO 2: lato sinistro - corpi annessi



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 3: parete di fondo dell'abside



FOTO 4: corpi annessi sul lato sinistro - casa canonica



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 5: fronte principale



FOTO 6: aula - abside



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 7: aula - facciata



FOTO 8: parete laterale sinistra cappella



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 9: copertura dell'aula - archi trasversali



FOTO 10: copertura dell'aula



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 11: appoggio della copertura superiore sugli archi trasversali



FOTO 12: vista dell'abside



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 13: vela campanaria



FOTO 14: muratura della facciata



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 15: muratura della parete di fondo dell'abside



FOTO 16: timpano della facciata



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 17: parete laterale destra dell'aula



FOTO 18: parete laterale destra dell'aula



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 19: base a sinistra di un arco trasversale

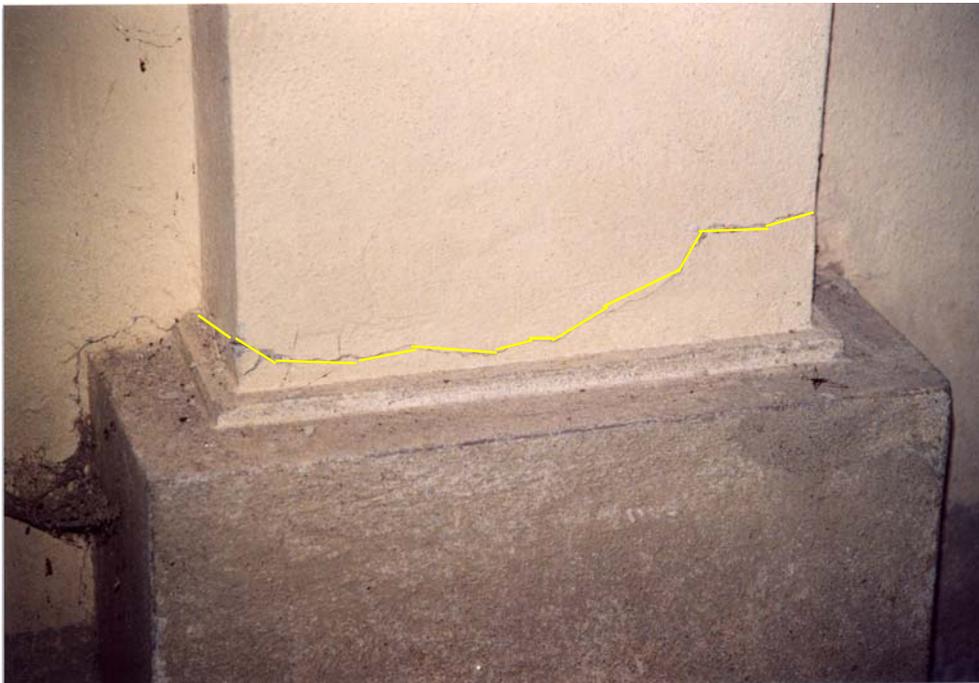
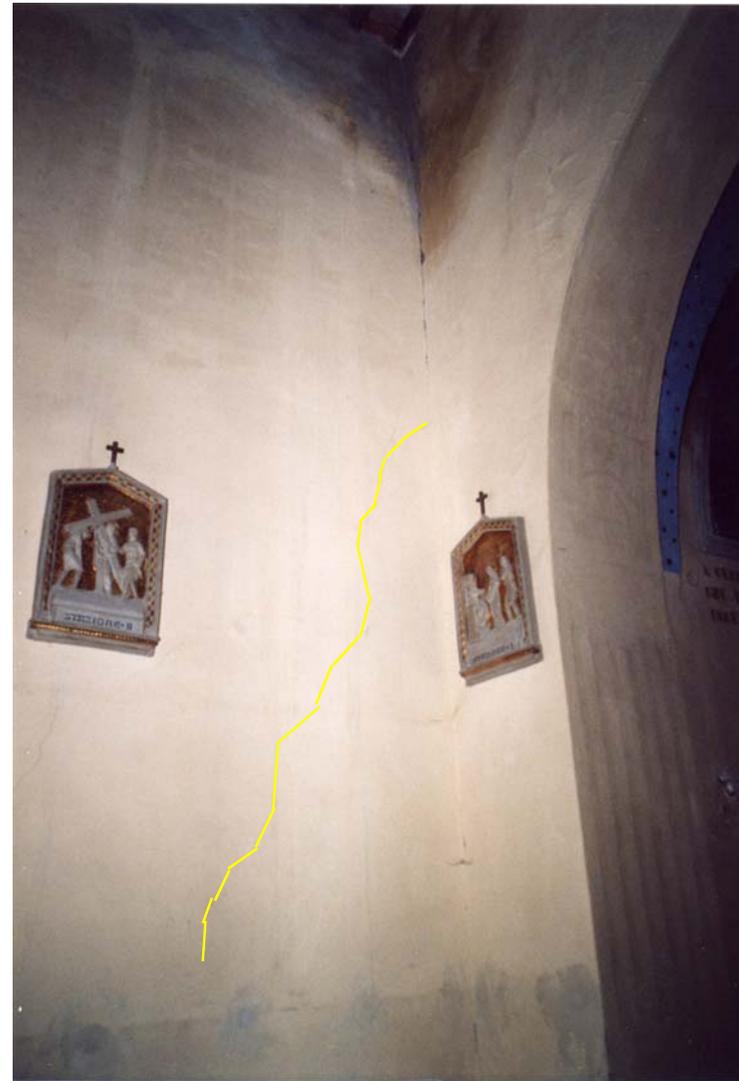


FOTO 20: parete laterale sinistra dell'aula



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 21: parete laterale destra



FOTO 22: parete laterale sinistra



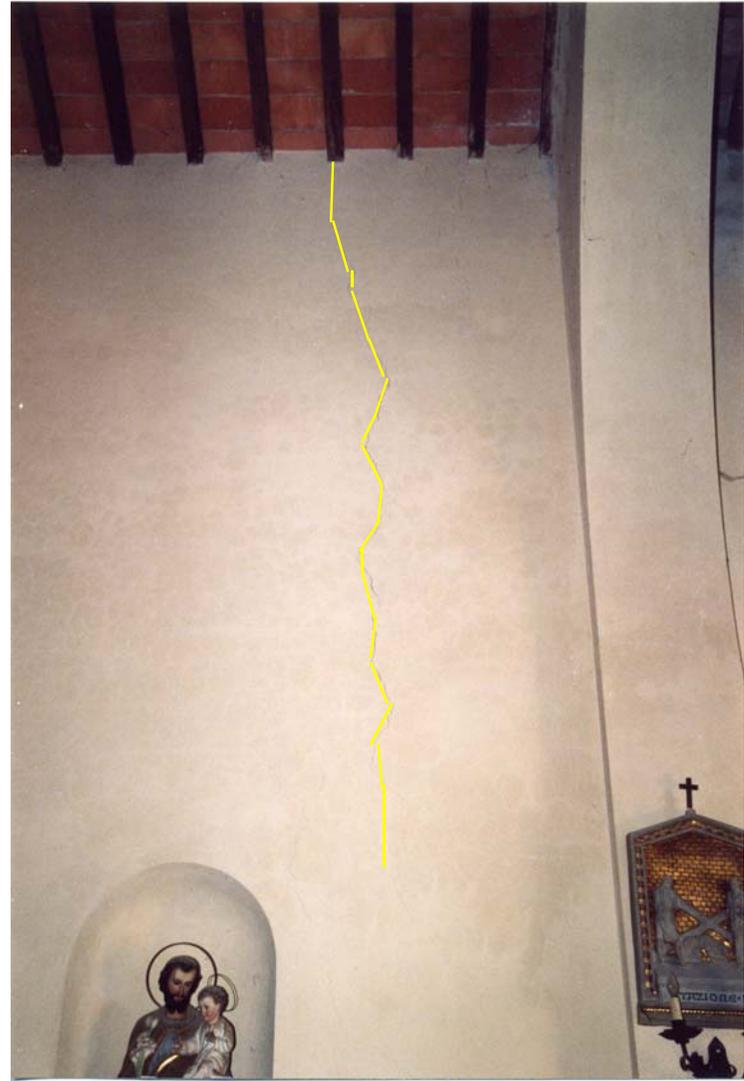
REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 23: parete laterale sinistra



FOTO 24: parete laterale sinistra



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 25: arco trasversale



FOTO 26: arco trasversale



REGIONE TOSCANA

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali
AREA - Servizio Sismico Regionale

FOTO 27: arco trionfale



FOTO 28: volta dell'abside

