

# Strumenti per il rilievo del danno e della vulnerabilità sismica dei beni culturali

A cura di  
Claudio Civerra, Alberto Lemme,  
Giandomenico Cifani

**SISMA  
MOLISE  
2002**



**Ministero per i Beni e le Attività Culturali**  
Soprintendenza per i Beni Architettonici il Paesaggio e per il Patrimonio Storico,  
Artistico e Etnoantropologico del Molise

*Progetto Noè, Patrimonio e prevenzione dai rischi naturali, finanziato dalla Unione Europea nell'ambito del programma comunitario INTERREG IIIC*

*Sottoprogetti :*

*Cartodata : Carta del rischio dei Beni Culturali*

*Cipac : Interventi sul Patrimonio danneggiato dalle catastrofi*

## STRUMENTI PER IL RILIEVO DEL DANNO E DELLA VULNERABILITA' SISMICA DEI BENI CULTURALI

*In copertina :*

*foto : chiesa di S.Elena in S.Giuliano di Puglia (CB) e campanile della chiesa di S.Giacomo in S.Croce di Magliano (CB)*

*grafici : a cura di Gregorio Russo*

Copyright 2007 Ministero per i Beni e le Attività Culturali  
Soprintendenza per i Beni Architettonici, per il Paesaggio e per il Patrimonio Storico, Artistico e Etnoantropologico del Molise

Regione Molise

Presidente della Regione Molise Commissario Delegato per le attività post sisma

Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per le Tecnologie della Costruzione, sede L'Aquila

Tipografia Lampo – Campobasso

*Progetto Noè, Patrimonio e prevenzione dai rischi naturali, finanziato dalla Unione Europea nell'ambito del programma comunitario INTERREG IIIC – Sottoprogetti **Cartodata** e **Cipac***

## STRUMENTI PER IL RILIEVO DEL DANNO E DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEI BENI CULTURALI

### Regioni partecipanti al progetto Noè : patrimonio e prevenzione dai rischi naturali

- Regione Paca, Francia – Coordinatore del progetto
- Regione Molise, Italia
- Regione Sicilia, Italia
- Prefettura dell'Attica dell'Est, Grecia
- Commissione per il Coordinamento e lo Sviluppo Regionale del Nord Portogallo

### Partner del sottoprogetto Cartodata : Carta del rischio dei Beni Culturali

- C.N.R.S. Centro Nazionale della Ricerca Scientifica, Università de Nice Sophia Antipolis Valbonne, Regione Paca, coordinatore del sottoprogetto
- Soprintendenza per i Beni Architettonici, per il Paesaggio e per il Patrimonio Storico, Artistico e Etnoantropologico del Molise
- Dipartimento di Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio, Università degli Studi del Molise
- CNR-ITC, Consiglio Nazionale per le Ricerche, Istituto per le Tecnologie della Costruzione, sede L'Aquila
- Camara Municipal Do Porto, Direction Municipal de lavoie publique, Regione del Nord Portogallo
- Comune di Sortino, Regione Sicilia

### Partner del Sottoprogetto CIPAC : Interventi sul patrimonio culturale danneggiato dalle catastrofi

- Soprintendenza per i Beni Architettonici, per il Paesaggio e per il Patrimonio Storico, Artistico e Etnoantropologico del Molise
- Centro Archeologique Du Var, Draguignan, Regione Paca

### Collaborazioni nell'ambito dei sottoprogetti Cartodata e Cipac

- Soprintendenza per i Beni Architettonici, per il Paesaggio e per il Patrimonio Storico, Artistico e Etnoantropologico del Molise : *Claudio Civerra, Lucia De Marco, Alberto Lemme*
- Regione Molise, Servizio Turismo – Direzione generale II : *Lorenzo Ortis, Maria Luisa Relvini, Mario Iarossi*
- Regione Molise, Servizio Geologico – Direzione generale IV : *Sergio Baranello, Olga Giannantonio*
- Dipartimento di Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio, Università degli Studi del Molise  
*Fulvio Celico, Pierfederico De Pari, Paolo Capuano, Gino Naclerio*
- CNR-ITC - Consiglio Nazionale per le Ricerche, Istituto per le Tecnologie della Costruzione, sede L'Aquila :  
*Giandomenico Cifani, Aurelio Petracca, Antonio Martinelli, Giovanni Cialone, Livio Corazza*
- Regione Molise Struttura del Commissario Delegato per le Attività Post Sisma

### Rendicontazione

- Regione Molise Servizio Turismo : *Ecosfera, Francesca Angori, Marie Batoux, Roberto Gravina, Piero Leccesi*
- Soprintendenza per i Beni Architettonici, per il Paesaggio e per il Patrimonio Storico, Artistico e Etnoantropologico del Molise : *Lucia De Marco*
- CNR-ITC - Consiglio Nazionale per le Ricerche, Istituto per le Tecnologie della Costruzione, sede L'Aquila : *Mauro Chilante*
- Università degli Studi del Molise : *Giuseppe Centillo*

### Ringraziamenti

Gruppo di Lavoro per la Salvaguardia dei Beni Culturali dai Disastri Naturali, Dipartimento della Protezione Civile; Assessorato alla Protezione Civile della Regione Molise; Direzione Regionale per i Beni e le Attività Culturali del Molise; D.I.C.A.T., Dipartimento Costruzioni Ambiente e Territorio, Università degli Studi di Genova; I.N.G.V. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Strutturale; S.I.S. Servizio Informativo Sisma, Struttura del Commissario delegato per la ricostruzione in Molise; Coordinamento del Progetto Noè della Regione Paca Francia; Musée Departemental des Merveilles Tende, Francia.



## **INDICE**

### *PRESENTAZIONI*

Angelo Michele Iorio

Presidente della Regione Molise Commissario Delegato per le attività post sisma

Francesco Scoppola

Direttore Generale della Direzione Regionale dei Beni Culturali del Molise

Vincenzo Di Grezia

Coordinatore attività post sisma e Direttore Generale della Direzione Generale IV della Regione Molise

Lorenzo Ortis

Direttore Generale della Direzione Generale II della Regione Molise

### **INTRODUZIONE**

Claudio Civerra

Soprintendenza per i Beni Architettonici, per il Paesaggio e per il Patrimonio Storico, Artistico e Etnoantropologico del Molise

### **PARTE PRIMA : ISTRUZIONI E INDICAZIONI METODOLOGICHE**

1. Metodologia per il rilievo del danno e della vulnerabilità sismica delle chiese e manuale di compilazione della scheda di secondo livello
2. Analisi per meccanismi di collasso per la definizione degli interventi di miglioramento sismico
3. Indicazioni per la valutazione della qualità muraria e istruzioni per la compilazione della scheda murature
4. Indicazioni per la messa in sicurezza dei Beni Monumentali
5. Danni al patrimonio monumentale ed effetti di amplificazione sismica per cause topografiche
6. Istruzioni per la compilazione della scheda per il rilievo degli effetti di amplificazione locale

### **ALLEGATI PARTE PRIMA**

A1 – Linee guida per gli interventi di riparazione del danno e miglioramento sismico per gli edifici di culto e monumentali, (parte prima progetto preliminare) approvate con Decreto del Presidente della regione Molise Commissario Delegato per le attività post sisma n.26/2004

A2 – Linee guida per gli interventi di riparazione del danno e miglioramento sismico per gli edifici di culto e monumentali, (parte seconda progetto esecutivo) approvate con Decreto del Presidente della Regione Molise Commissario Delegato per le attività post sisma n.70/2004

A3 - Esempio di compilazione della scheda chiese di secondo livello : chiesa di S.Pietro in Vincoli in Castellino del Biferno (CB)

## **PARTE SECONDA : STRUMENTI SCHEDOGRAFICI**

1. Scheda per l'identificazione del Bene – Modello A  
Gruppo di Lavoro per la Salvaguardia per la Prevenzione dei Beni Culturali dai Rischi Naturali, Dipartimento della Protezione Civile, Ministero per i Beni e le Attività Culturali
2. Scheda per il rilievo dei Beni Culturali – apparati decorativi – Modello AD  
Gruppo di Lavoro per la Salvaguardia per la Prevenzione dei Beni Culturali dai Rischi Naturali, Dipartimento della Protezione Civile, Ministero per i Beni e le Attività Culturali
3. Scheda per il rilievo del danno ai Beni Culturali – Chiese – Modello A-DC  
Gruppo di Lavoro per la Salvaguardia per la Prevenzione dei Beni Culturali dai Rischi Naturali, Dipartimento della Protezione Civile, Ministero per i Beni e le Attività Culturali
4. Scheda per il rilievo del danno ai Beni Culturali – Palazzi – modello B-DP  
Gruppo di Lavoro per la Salvaguardia per la Prevenzione dei Beni Culturali dai Rischi Naturali, Dipartimento della Protezione Civile, Ministero per i Beni e le Attività Culturali
5. Scheda per il rilievo dei Beni Culturali – danno ai Beni fissi – Modello BF  
Gruppo di Lavoro per la Salvaguardia per la Prevenzione dei Beni Culturali dai Rischi Naturali, Dipartimento della Protezione Civile, Ministero per i Beni e le Attività Culturali
6. Scheda per il rilievo della vulnerabilità delle Chiese, Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale  
Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Direzione Generale per i Beni Architettonici e Paesaggistici
7. Abaco dei Meccanismi di danno della scheda chiese  
Allegato C2 - Linee Guida per gli interventi di riparazione del danno e miglioramento sismico per gli edifici monumentali danneggiati dal sisma del 31.10. 2002 in Molise approvate dal Presidente Commissario Delegato con Decreto n.26/2009
8. Scheda per il rilievo della tipologia muraria  
Protocollo di Progettazione degli interventi di ricostruzione in Molise – Decreti del Presidente della Regione Molise Commissario Delegato per le attività post sisma n. 10/2006 e n.70/2006, GNDT Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti
9. Scheda per la valutazione qualitativa dei possibili effetti locali nei siti di ubicazione di edifici strategici e monumentali  
Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Dipartimento di Ingegneria Strutturale del Politecnico di Milano
10. Scheda per il rilievo della vulnerabilità sismica delle torri, campanili ed altre strutture a prevalente sviluppo verticale, Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale  
Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Direzione Generale per i Beni Architettonici e Paesaggistici

Il progetto Noè ha consentito di condividere in ambito europeo le politiche per la salvaguardia dei Beni Culturali dai disastri naturali e di diffondere l'esperienza molisana a seguito del sisma del 2002.

Il presente lavoro conferma, inoltre, l'attenzione della Regione Molise al problema della tutela dei Beni Culturali gravemente danneggiati dal terremoto del 2002 per i quali sono stati realizzati numerosi interventi ed è stata avviata un'intensa attività di studio e ricerca dalla fase dell'emergenza a quella della ricostruzione post sisma. L'attività svolta rappresenta una buona pratica di prevenzione che sicuramente potrà essere ampliata e applicata anche in futuri progetti di cooperazione europea.

Ringrazio le Istituzioni che hanno partecipato al progetto e tutti coloro che hanno operato attivamente per la salvaguardia del nostro patrimonio culturale gravemente danneggiato dal terremoto del 2002.

**Angelo Michele Iorio**  
Presidente della Regione Molise  
Commissario Delegato per le attività post-sisma

Nel presente lavoro è stato affrontato il problema della difesa dei Beni Culturali dai disastri naturali attraverso la raccolta di una serie di strumenti per il rilievo del danno e della vulnerabilità al fine di fornire un valido supporto agli operatori del settore nelle attività di prevenzione e gestione dell'emergenza sismica. Inoltre l'attività svolta, in coerenza con le Linee Guida per l'applicazione al patrimonio culturale della normativa tecnica di cui alla OPCM n.3274/2003 a cura del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali, testimonia l'attenzione delle strutture presenti nella Regione Molise al problema della sicurezza sismica che si dedicano alla programmazione delle attività di prevenzione e preparazione all'emergenza con strumenti adeguati.

**Francesco Scoppola**

*Direttore Generale della Direzione Regionale dei Beni Culturali del Molise*

Il presente lavoro raccoglie e continua l'attività svolta dalla Struttura Commissariale per la Difesa dei Beni Culturali attraverso il finanziamento di numerosi interventi di restauro degli edifici monumentali danneggiati dal sisma del 2002 e l'intensa attività di studio e ricerca svolta in Molise.

Il volume rappresenta uno strumento di lavoro semplice e pratico che contiene una sintesi delle attività di studio e ricerca nel settore svolte negli ultimi anni e gli strumenti disponibili per il rilievo del danno e della vulnerabilità dei Beni Culturali.

**Vincenzo Di Grezia**

*Coordinatore generale attività post sisma della Regione Molise*

*Direttore Generale della DG IV della Regione Molise*

Le Istituzioni Molisane che hanno partecipato al progetto Noè, hanno potuto condividere la propria esperienza con Enti ed Istituzioni regionali, nazionali ed europee con l'obiettivo di migliorare ed ampliare la propria conoscenza per la difesa del patrimonio culturale dai rischi antropici e naturali attraverso confronti diretti con partner europei. Inoltre il progetto Noè è stato riconosciuto "*Best Practice*" dall'Unione Europea e l'esperienza molisana e l'apporto scientifico dei partners nel campo della prevenzione dei rischi ed in particolare di quello sismico è stato applicato direttamente nei Paesi che hanno partecipato al progetto Noè. Il progetto, coordinato in ambito regionale dalla Direzione Regionale II, Settore Turismo, con la collaborazione del Servizio Geologico e della Struttura del Commissario Delegato per le attività post-sisma ha consentito di verificare la validità dell'esperienza molisana per la difesa dei Beni Culturali che potrà essere sviluppata in futuri progetti finanziati dall'Unione Europea.

**Lorenzo Ortis**

*Direttore Generale della D.G. II della Regione Molise*

## INTRODUZIONE

La pubblicazione raccoglie gli strumenti schedografici utilizzati in caso d'emergenza per il rilievo del danno e della vulnerabilità sismica dei Beni Monumentali per finalità didattiche e per fornire una guida operativa agli operatori del settore.

Nella prima parte sono contenute le istruzioni per la compilazione delle schede e indicazioni metodologiche conseguenti ad attività di studio e ricerca svolte negli ultimi anni; nella seconda parte sono stati raccolti gli strumenti schedografici disponibili. Tutti i documenti contenuti nella pubblicazione sono stati già pubblicati a diverso titolo.

Il volume rientra tra le iniziative di comunicazione e divulgazione degli strumenti per la salvaguardia dei Beni Culturali dei sottoprogetti *Cartodata* e *Cipac* del progetto *NOÈ*, appartenenti al programma europeo *Interreg III C*.

Il Progetto Noè ha avuto la partecipazione di quattro paesi europei : Italia, con le Regioni Molise e Sicilia, Francia con la regione Paca, capofila del progetto, il Portogallo con la Regione del Nord Portugal e la Grecia con la Prefettura dell'Attica dell'est.

Esso comprende dodici sottoprogetti ai quali hanno partecipato numerosi partners.

Al sottoprogetto *Cartonata (carta del rischio dei Beni Culturali)* hanno partecipato per la Regione Molise il Dipartimento di Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio dell'Università degli Studi del Molise, la Soprintendenza per i Beni Architettonici, per il paesaggio e per il Patrimonio Storico, Artistico e Etnoantropologico del Molise e il CNR-ITC di L'Aquila, per il Portogallo la Camera Municipale di Porto, per la Sicilia il Comune di Sortino e per la Francia il C.N.R.S. Université de Nice Sophia Antipolis Valbonne che è stato anche il coordinatore del sottoprogetto.

Al sottoprogetto *Cipac (interventi sul patrimonio culturale danneggiato dalle catastrofi)* hanno partecipato due partner, la Soprintendenza per i Beni Architettonici, per il Paesaggio e per il Patrimonio Storico, Artistico e Etnoantropologico del Molise, coordinatore del sottoprogetto, e il Centro Archeologico Du Var di Draguignan della Regione Paca (Fr).

L'obiettivo principale del progetto *Cartodata* è stato quello di realizzare la *Carta del Rischio dei Beni Culturali* della Regione Molise attraverso l'inventario dei dati esistenti e la costruzione di un sistema informativo denominato *SITRA* (acronimo di Sistema Informativo Territoriale per la Protezione dai Rischi), messo a punto dall'Università del Molise con la collaborazione della Geoservizi. Il SITRA contiene informazioni sull'uso del suolo, la geologia, l'idrogeologia, la dotazione infrastrutturale e industriale della regione Molise. In particolare, per quanto riguarda i Beni Culturali, sono stati implementati su GIS dati rilevati nell'ambito dello *Studio della vulnerabilità degli edifici monumentali*, predisposto dal CNR-ITC per conto del Commissario Delegato per le attività post-sisma, ed è stato costruito un primo catalogo georeferenziato degli edifici di culto dell'intera Regione Molise. Inoltre è stata sviluppata e trasferita ai partner europei una metodologia di prevenzione, basata su più livelli di conoscenza, per la gestione dei rischi dalla fase dell'emergenza a quella della ricostruzione ed è stata fatta, congiuntamente dalla Soprintendenza del Molise e dal CNR-ITC un'applicazione della metodologia per la valutazione della vulnerabilità e la scelta degli interventi di miglioramento sismico su tre chiese dei paesi partner : la chiesa di S.Pietro in Vincoli in Castellino del Biferno (CB), la Cattedrale di Tende in Francia e la Cattedrale di Porto in Portogallo.

Gli obiettivi generali del sottoprogetto *Cipac* sono stati la redazione di un piano regionale per la tutela dai rischi naturali, la messa a punto e il censimento di buone pratiche e di strumenti di gestione e decisione in casi d'emergenza e la realizzazione del monitoraggio strutturale di due beni culturali danneggiati dal sisma del 2002 : le chiese di S.Giacomo e di S.Antonio in S.Croce di Magliano (Cb).

**Claudio Civerra**  
*Soprintendenza per i Beni Architettonici,*  
*per il Paesaggio e per il Patrimonio Storico, Artistico e Etnoantropologico del Molise*



*Progetto Noè, Patrimonio e prevenzione dai rischi naturali, finanziato dalla Unione Europea nell'ambito del programma comunitario INTERREG IIC – Sottoprogetti **Cartodata** e **Cipac***

## **STRUMENTI PER IL RILIEVO DEL DANNO E DELLA VULNERABILITA' SISMICA DEI BENI CULTURALI**

### **PARTE PRIMA : ISTRUZIONI E INDICAZIONI METODOLOGICHE**





*Presidente Commissario Delegato  
per le attività post-sisma*



*Consiglio Nazionale delle Ricerche  
ISTITUTO PER LE TECNOLOGIE  
DELLA COSTRUZIONE  
SEDE L'AQUILA*

*Studio per la vulnerabilità sismica degli edifici pubblici, strategici e di culto  
nei Comuni colpiti dal sisma del 31 ottobre 2002  
Decreto del Commissario delegato n.29 del 6.8.03*

**Linee guida preliminari per gli interventi di riparazione del danno  
e miglioramento sismico per gli edifici di culto e monumentali**

### **EDIFICI DI CULTO - PARTE PRIMA**

*Approvate con Decreto del Presidente Commissari Delegato n.26/2004  
Pubblicate sul B.U.R.M. n. 7/2004*

## **1 - METODOLOGIA PER LA VALUTAZIONE DEL DANNO E DELLA VULNERABILITÀ E MANUALE DELLA SCHEDA CHIESE DI II LIVELLO**

**Coordinamento:**

*C.N.R. - I.T.C. - Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per le Tecnologie della Costruzione, sede L'Aquila*

**Documento redatto da :**

*Prof. Sergio Lagomarsino – DICAT – Università di Genova*

*Ing. Emanuela Curti - DICAT – Università di Genova*

*Ing. Stefano Podestà – DICAT – Università di Genova*

*Ing. Alberto Lemme – collaboratore – CNR-ITC – L'Aquila*

**Collaborazione**

*Ing. Giandomenico Cifani – CNR - ITC – L'Aquila*

*Arch. Giovanni Cialone – CNR - ITC – L'Aquila*

*Ing. Antonio Martinelli – CNR - ITC – L'Aquila*

# 1 - METODOLOGIA PER LA VALUTAZIONE DEL DANNO E DELLA VULNERABILITÀ SISMICA E MANUALE PER LA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA CHIESE DI II LIVELLO

## 1.1. - DESCRIZIONE GENERALE DELLA METODOLOGIA

I manufatti storici in muratura, specie se a carattere monumentale sono, generalmente realizzati dalle migliori maestranze con materiali di buona qualità e presentano in genere un adeguato livello di sicurezza alle azioni ordinarie ed un'elevata durabilità; la loro presenza è già di per sé una testimonianza d'efficienza statica. La storia del costruire ci propone, anche nei centri minori, manufatti che oggi stupiscono per la loro arditezza strutturale. I materiali adottati, naturali (pietra, legno) o artificiali (malte, laterizi), in alcuni casi migliorano addirittura nel tempo le loro caratteristiche meccaniche (malte di calce pozzolanica, legno) purché adeguatamente protetti attraverso una continua manutenzione (intonaco, manto di copertura, condizioni idrogeologiche in fondazione).

Nel passato le costruzioni venivano realizzate facendo tesoro dell'esperienza acquisita dalle costruzioni esistenti, tradotta in *regole dell'arte* nella maggior parte dei casi non scritte. Il bravo costruttore utilizzava l'intuizione, riconducibile ai concetti dell'equilibrio tra corpi, e la sperimentazione, su modelli in scala, per mettere a punto nuove soluzioni tecnologiche o proporzionamenti geometrici più arditi; anche queste diventavano regole dell'arte, se si dimostravano corrette a seguito del loro utilizzo. Quindi, realizzare l'opera in conformità alle *regole dell'arte* equivaleva a rispettare le attuali verifiche di norma; si può dunque affermare che, intervenendo oggi su un manufatto, riconoscendone la conformità alle *regole dell'arte* e leggendone la *storia del manufatto* è, in sostanza, come farne il collaudo.

Per queste ragioni l'analisi strutturale di un edificio monumentale deve essere inquadrata all'interno di uno studio multidisciplinare, che affronti il progetto di restauro partendo da un'approfondita conoscenza, rivolta ai seguenti aspetti: la sua storia (accrescimenti, trasformazioni, eventi traumatici), il rilievo critico (geometria, tecnologia), le caratteristiche dei materiali ed il loro degrado, il rilievo del quadro fessurativo e deformativo. La sintesi di queste informazioni consente di interpretare il comportamento strutturale e formulare la diagnosi del manufatto, che mette in evidenza gli eventuali elementi di debolezza dell'organismo, siano essi originari o conseguenza dei dissesti e del degrado. Questo modo di procedere cade parzialmente in difetto quando si considerano azioni eccezionali, come il terremoto, che rappresenta uno dei rischi di maggiore impatto per il costruito storico. Gli edifici in muratura sono caratterizzati da un'intrinseca vulnerabilità all'azione sismica: la "struttura" muratura, nonostante le molteplici forme in cui si può riscontrare, è essenzialmente concepita per resistere a carichi verticali. La disposizione dei conci per filari orizzontali, è da attribuire alla volontà del costruttore di disporre gli elementi di maggior debolezza (i giunti di malta) ortogonali alla curva delle pressioni indotta dalle azioni di pura compressione (pesi propri o portati). In occasione di un sisma, l'azione orizzontale genera degli stati di tensione tangenziale e di trazione che superano la debole resistenza del materiale determinando lesioni per scorrimento o distacco degli elementi. La storia di questi manufatti, inoltre, caratterizzata da diverse fasi costruttive, accentua quel comportamento per parti, che è già di per sé insito nel materiale che li compone; gli accrescimenti, le superfetazioni, gli ampliamenti planimetrici determinano la presenza di molte strutture all'interno della stessa costruzione il cui comportamento è fortemente influenzato dall'azione che le investe. Nel caso di un terremoto le forze inerziali orizzontali sono in grado di causare la perdita d'equilibrio in elementi snelli o non adeguatamente connessi al resto della costruzione.

A fronte di queste considerazioni, che possono ascrivere ad una vulnerabilità intrinseca di tali strutture, è importante ricordare come i danni maggiori occorrono in strutture ormai fortemente "degradata". L'incremento di degrado che tali strutture hanno subito negli ultimi 50 anni è da imputarsi alla mancanza di quella manutenzione che era invece effettuata costantemente sull'opera, fatta di piccole riparazioni continue, che avevano il pregio di mantenere il livello di sicurezza della costruzione ad un livello accettabile senza sconvolgere il comportamento originario dell'edificio. Un'ulteriore vulnerabilità può essere rappresentata dai dissesti subiti durante terremoti storici: anche se in molti casi il sisma può essere visto come un collaudo dell'opera, bisogna sottolineare come questo ci restituisca un manufatto dal comportamento strutturale profondamente diverso rispetto a quello antecedente all'evento. Le lesioni nella muratura sono ferite che non vengono mai completamente cancellate. L'evento sismico può costituire una sorta di collaudo, ma rappresenta anche un parziale azzeramento della storia sismica; inoltre, in molti casi, si è di fronte a fabbriche che non hanno mai subito l'intensità massima attesa per il sito e quindi per molti edifici manca un vero collaudo. Esistono ovviamente *regole dell'arte* specificatamente rivolte a cautelarsi da tale azione: la buona qualità degli ammorsamenti, l'uso d'architravi d'adeguata rigidità, la realizzazione di un comportamento scatolare tramite catene e cerchiature, l'inserimento di contrafforti a contrasto dei meccanismi di ribaltamento sono alcuni esempi di soluzioni tecnologiche frequentemente adottate nelle aree a maggior rischio sismico. Tuttavia, il terremoto è un'azione poco frequente e forse è proprio questa la chiave d'interpretazione di tale vulnerabilità: il periodo di ritorno per un sisma di intensità significativa è di almeno 100 anni, quindi circa tre generazioni. Le regole dell'arte erano frutto dell'esperienza del costruttore e venivano tramandate all'allievo: quando un costruttore acquisiva l'esperienza del terremoto, osservando direttamente i meccanismi di danno prodotti, attraverso una comprensione intuitiva del comportamento strutturale elaborava una serie di accorgimenti per il buon costruire e per il miglioramento sismico degli edifici danneggiati. Tali regole erano applicate per una, forse due generazioni, ma venivano gradualmente abbandonate proprio in quanto, persa la memoria del danno provocato dal terremoto, non veniva veramente compresa la necessità

In molti centri storici, infatti, è possibile individuare accorgimenti costruttivi, tutti risalenti allo stesso periodo storico, in genere immediatamente successivo ad un evento traumatico, messi in opera per attuare una sorta di miglioramento sismico durante gli interventi di riparazione dei danni. In tal caso è possibile parlare di una cultura sismica della riparazione che innalza momentaneamente il livello di sicurezza del centro storico, essendo un evento sporadico nella vita dell'agglomerato urbano. Nel caso in cui tali soluzioni progettuali modificano il modo di costruire locale, è possibile parlare di cultura sismica della

prevenzione e si può notare, leggendo il tessuto urbano di un centro storico come i presidi antisismici (contrafforti, archi a contrasto, catene e cerchiature) siano utilizzati diffusamente sull'edificato.

Quando si parla di strutture monumentali, seppur la varietà tipologica delle costruzioni sia molto ampia (edifici nobiliari, ponti in muratura, torri, cinte murarie, castelli, siti archeologici, interi centri storici) non si può prescindere da attribuire alle chiese un ruolo particolare. Soprattutto in Italia l'elevato numero di tali edifici sul territorio e l'elevata percentuale relativa (circa 80% del patrimonio architettonico è, infatti, costituito da edifici di culto) determina la necessità di valutazioni che traggono dalla forte connotazione tipologica di tali manufatti lo spunto per definire le più appropriate politiche di prevenzione.

L'osservazione dei danni prodotti dai terremoti italiani degli ultimi anni (Garfagnana e Lunigiana 1995, Umbria e Marche 1997, Pollino 1998, Piemonte 2000, Lazio 2001, Toscana 2001, Molise 2002, Piemonte 2003), compresi quelli di lieve intensità, ha confermato come il comportamento sismico delle chiese risulti inquadrabile secondo fenomenologie ricorrenti.

Infatti, pur nella varietà delle tecniche costruttive, delle dimensioni e delle forme con cui si presentano le chiese d'epoche ed importanza diverse, la fabbrica risulta quasi sempre costituita da una facciata, un'aula (ad una o più navate), un presbiterio e un'abside; a questi elementi si possono aggiungere il transetto, la cupola, le cappelle laterali; inoltre quasi sempre è presente un campanile o una vela. A questa classificazione degli elementi architettonici corrisponde in genere un comportamento strutturale in gran parte autonomo, proprio in virtù della tipologia di questi manufatti: grandi spazi senza muri di spina interni (ad eccezione delle colonne e degli archi di separazione tra le navate); assenza di orizzontamenti intermedi (o al massimo presenza di una volta); pareti snelle; accrescimenti successivi della fabbrica, con soluzioni di continuità nell'apparato murario. La struttura portante è quindi, nella maggior parte dei casi, leggibile abbastanza chiaramente e un'analisi semplificata può essere eseguita attraverso valutazioni qualitative.

Tali fattori hanno determinato la formulazione di una metodologia che sintetizza i diversi modi di danno che si sono evidenziati a seguito di sisma in un certo numero di meccanismi di collasso fondamentali; in questo modo le diverse modalità con le quali macroelementi differenti per proporzioni e materiali si lesionano vengono riconosciute cogliendone il cinematismo di collasso, ovvero l'essenza propria della vulnerabilità. Questi cinematismi sono sempre riconducibili ai due meccanismi fondamentali che si realizzano tra due corpi rigidi, ovvero tra le due porzioni in cui si divide il solido murario a seguito di una fessurazione: la rotazione o lo scorrimento relativo. Questi meccanismi sono in genere associati al comportamento degli elementi quanto sollecitati, rispettivamente, da azione fuori dal piano o nel piano dell'elemento stesso; essi si evidenziano in maniera differente nei diversi macroelementi della chiesa, in relazione alla loro forma. Tale metodologia, adottata per l'analisi di vulnerabilità delle chiese del Molise, può essere utilizzata in prevenzione, in emergenza dopo un evento sismico e nelle fasi successive della ricostruzione. Al fine di una più affidabile previsione del danno atteso, oltre ad alcune indicazioni dimensionali, la scheda mira ad individuare le carenze costruttive che favoriscono l'attivazione di ciascun meccanismo di danno; queste sono spesso legate a dettagli piuttosto che a considerazioni generali sulla fabbrica (presenza di catene, ammorsamenti, ecc.). Inoltre il rilievo del danno pregresso rappresenta un'ulteriore preziosa informazione, in quanto i terremoti del passato lasciano segni che spesso non vengono cancellati e possono ancora oggi essere riconosciuti. Il risultato di questa analisi è ovviamente lo scenario di danno atteso a fronte del terremoto di riferimento per l'area. Questo può indirizzare le strategie di prevenzione a livello territoriale, ovvero tramite analisi costi-benefici definire come utilizzare al meglio le risorse disponibili per ridurre il rischio sismico, e suggerire, per il singolo manufatto, gli interventi di miglioramento che permettono di ottenere un'effettiva conservazione del bene, senza sottovalutare le problematiche della sicurezza. La scheda è strutturata in modo da guidare il rilevatore nella interpretazione dei meccanismi di danno attivati dal sisma e nella individuazione dei particolari costruttivi fondamentali nei riguardi della vulnerabilità. Questo metodo di rilievo del danno rappresenta quindi una vera e propria diagnosi preliminare della risposta sismica del manufatto. Inoltre le rielaborazioni dei dati, a seguito dei principali eventi sismici italiani (Umbria e Marche 1997; Pollino 1999, Lunigiana e Garfagnana 1995; Lazio 2000; Asti ed Alessandria 2001; Molise 2002, Piemonte 2003), hanno evidenziato come la metodologia utilizzata per il rilievo del danno e della vulnerabilità (Lagomarsino, 1998; Podestà, 2002), rappresenti uno strumento valido per valutare il comportamento sismico degli edifici religiosi (chiese), dal quale possono essere tratte non solo indicazioni utili in una fase d'emergenza ma anche suggerimenti per la fase più problematica della ricostruzione.

Il concetto di macroelemento, porzione della fabbrica caratterizzata da una risposta strutturale prevalentemente autonoma (Doglioni et al. 1996; Lagomarsino *et al.*, 1997), può, tuttavia, cadere in difetto quando il censimento dei danni occorsi viene fatto prima che il terremoto evidenzi in modo così chiaro il comportamento per parti dell'edificio. In particolare, la previsione del meccanismo di danno, che si può attivare in occasione di un sisma, deve essere valutata in funzione di un più attento giudizio degli indicatori di vulnerabilità, che nella versione originale della scheda erano stati individuati in due per ogni meccanismo di collasso, creando delle inevitabili approssimazioni ed incertezze sulla compilazione. La presenza di chiese di grosse dimensioni, inoltre, rende la sintesi prodotta dallo strumento schedografico, in molti casi troppo spinto, al punto da generare confusione nell'attribuire il danno verificatosi al corretto meccanismo. La presenza di un danneggiamento in una volta laterale o di una cappella, non trova, infatti, una giusta posizione, a meno di non confonderlo con un generale danneggiamento alle volte; creando anche per i parametri introdotti (indice di danno) dei valori che possono falsare il giudizio complessivo.

Tali considerazioni hanno generato negli autori la volontà di produrre una nuova metodologia, che fosse in grado di eliminare i punti deboli della scheda utilizzata in occasione del terremoto dell'Umbria e delle Marche (Lagomarsino et al. 2001).

La ricerca effettuata si colloca parallelamente ad un'iniziativa del Dipartimento della Protezione Civile, che ha istituito, in collaborazione con il Ministero degli Interni e il Ministero dei Beni Culturali, una commissione con il compito di redarre strumenti di rilievo per diverse tipologie di edifici monumentali in modo che possano essere usati sia in fase preventiva sia a seguito di un evento calamitoso di varia natura.

Il recente evento sismico che ha colpito la provincia di Campobasso (crisi sismica iniziata il 31 ottobre 2002) ha permesso di utilizzare la nuova metodologia messa a punto direttamente sul campo, affiancando il rilievo istituzionale effettuato tramite una scheda proposta dal Ministero dei Beni Culturali e dei Lavori Pubblici che per la parte relativa al rilievo strutturale del danno si rifa alla metodologia del GNDT utilizzata per il terremoto dell'Umbria e Marche.

In particolare, la nuova metodologia permette di ovviare alle problematiche riscontrate nelle precedenti campagne di censimento estendendo il numero dei meccanismi di danno da 18 a 28. L'estensione non fa perdere, tuttavia, l'aspetto applicativo e territoriale della metodologia, e permette una descrizione più puntuale sia della vulnerabilità sia del danno, proprio perché l'introduzione di alcuni nuovi meccanismi consente una descrizione più accurata di situazioni che molto spesso venivano in modo troppo approssimato attribuite allo stesso meccanismo di collasso. I 28 meccanismi presenti, correlati da un abaco revisionato anche nelle parti già precedentemente presenti, permettono, infatti, una più puntuale descrizione dei cinematismi attivati, fornendo pertanto, al rilevatore, una serie di parametri aggiuntivi utili anche per esprimersi sull'agibilità del fabbricato. Di seguito è riportato in tabella l'elenco dei meccanismi di danno considerati: nelle due colonne a lato sono stati riportati le parti della chiesa e i modi di danno (azioni fuori dal piano: I modo; azione nel piano: II modo) associabili per ogni cinematismo di collasso previsto. Appare evidente come certi meccanismi siano difficilmente correlabili ad un unico modo di danno, che d'altra parte è una schematizzazione introdotta per comprendere il comportamento di pareti investite da un'azione sismica; per le volte o per la copertura tale semplificazione perde, infatti, di significato, in quanto il danneggiamento che si verifica in tali elementi architettonici se non strettamente connesso ad un'azione più generale, come per esempio può risultare la risposta trasversale o longitudinale dell'aula, viene ad essere associato ad un unico meccanismo di danno.

## 1.2. - DESCRIZIONE DELLA SCHEDA PER IL RILIEVO DEL DANNO E DELLA VULNERABILITÀ

La scheda si articola in tre parti distinte, che riassumono, seppur con diverse modifiche, le sette sezioni precedentemente presenti nella versione utilizzata in Umbria e Marche (Lagomarsino e Podestà, 2004). La prima parte è dedicata alla conoscenza generale della fabbrica; intendendo, quindi, le caratteristiche formali, le principali dimensioni degli elementi architettonici che la compongono, le caratteristiche delle murature dei vari macroelementi. Per quanto riguarda i dati dimensionali e tipologici si è cercato di ampliare le sezioni che erano risultate insufficienti a descrivere chiese di grandi dimensioni; la presenza di numerose cappelle laterali di diversa fattura e dimensioni, la presenza di facciate tipologicamente differenti rispetto alla classica forma a capanna, trova in questa nuova versione una giusta collocazione in modo da evitare confusione al rilevatore e allo stesso tempo l'assenza di molte annotazioni in campo libero che hanno lo svantaggio di essere dati difficilmente archiviabili e processabili. In particolare si vuole sottolineare come il tentativo di fare analizzare consequenzialmente tali dati (tipologia, dimensioni, caratteristiche delle murature, interventi subiti recentemente) possa fornire al rilevatore quelle informazioni che sono assolutamente necessarie, nella compilazione della seconda parte, quando, cioè, sarà chiamato ad esprimere un giudizio sul danno e sulla vulnerabilità complessiva della fabbrica. I dati raccolti rappresentano, infatti, la vulnerabilità intrinseca della fabbrica che gioca un ruolo fondamentale, come dimostra l'osservazione dei danni, nel comportamento strutturale; inoltre è importante ricordare come la soggettività delle informazioni raccolte, inevitabile quando si ha che fare con tecnici di diversa formazione culturale, possa essere contenuta sotto una soglia accettabile, se le informazioni raccolte permettono di fornire al rilevatore gli elementi corretti per supplire al diverso livello di preparazione ed alla diversa esperienza.

*Elenco dei meccanismi di danno proposti nella nuova metodologia di rilievo*

<b>MECCANISMO DI COLLASSO</b>	<b>Modo di danno</b>	<b>Parte della chiesa</b>
1 - RIBALTAMENTO DELLA FACCIATA	I	FACCIATA
2 - MECCANISMI NELLA SOMMITÀ DELLA FACCIATA	I	
3 - MECCANISMI NEL PIANO DELLA FACCIATA	II	
4 - PROTIRO - NARTECE	I o II	
5 - RISPOSTA TRASVERSALE DELL'AULA	I	AULA
6 - MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI LATERALI	II	
7 - RISPOSTA LONGITUDINALE DEL COLONNATO (chiese a più navate)	I	
8 - VOLTE DELLA NAVATA CENTRALE	I o II	
9 - VOLTE DELLE NAVATE LATERALI	I o II	
10 - RIBALTAMENTO DELLE PARETI DI ESTREMITÀ DEL TRANSETTO	I	TRANSETTO
11 - MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI DEL TRANSETTO	II	
12 - VOLTE DEL TRANSETTO	I o II	
13 - ARCHI TRIONFALI	II	ARCO TRIONFALE
14 - CUPOLA - TAMBURO/TIBURIO	I o II	CUPOLA
15 - LANTERNA	I o II	
16 - RIBALTAMENTO DELL'ABSIDE	I	ABSIDE
17 - MECCANISMI DI TAGLIO NEL PRESBITERIO O DELL'ABSIDE	II	

MECCANISMO DI COLLASSO	Modo di danno	Parte della chiesa
18 - VOLTE DEL PRESBITERIO O DELL'ABSIDE	I o II	
19 - MECCANISMI NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA (pareti laterali aula)	I o II	COPERTURA
20 - MECCANISMI NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA (transetto)	I o II	
21 - MECCANISMI NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA (abside, presbiterio)	I o II	
22 - RIBALTAMENTO DELLE CAPPELLE	I	
23 - MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI DELLE CAPPELLE	II	
24 - VOLTE DELLE CAPPELLE	I o II	
25 - INTERAZIONI IN PROSSIMITÀ DI IRREGOLARITÀ	I o II	
26 - AGGETTI (VELA, GUGLIE, PINNACOLI, STATUE)	I	AGGETTI CAMPANILE
27 - TORRE CAMPANARIA	I o II	
28 - CELLA CAMPANARIA	I o II	

La seconda parte è legata al rilievo del danno e della vulnerabilità della chiesa; le modifiche apportate sono in tale sezione quelle che risultano essere le più significative. I 28 meccanismi previsti permettono l'analisi anche di chiese di grandi dimensioni con lo stesso grado di accuratezza. Un esempio, che può risultare significativo in tale descrizione preliminare, è rappresentato dai meccanismi di collasso della copertura, che nella versione precedente erano raggruppati in un unico indicatore. La diversificazione introdotta in 3 differenti meccanismi permette di individuare e catalogare con maggior precisione le caratteristiche costruttive. In chiese di grosse dimensioni, formate da diversi macroelementi (aula, abside, transetto, navata centrale e laterale), sono presenti, in molti casi, tipologie di copertura differenti, che generano già in situazioni statiche comportamenti disuguali (capriate nell'aula centrale, puntoni di falda nell'abside), che devono essere in modo autonomo evidenziate e catalogate.

L'ottica di questa rielaborazione, è stata, pertanto, quella di porre maggior attenzione al rilievo dei particolari costruttivi che giocano un ruolo fondamentale sul comportamento sismico di tali strutture. In tale ottica l'originario rilievo della vulnerabilità viene condotto secondo un duplice approccio: indicatori di vulnerabilità e presidi antisismici. In tale modo si rende d'immediata comprensione l'informazione strutturale richiesta, facilitando la compilazione e l'attendibilità del rilievo. Se la presenza di un contrafforte o di una catena può essere vista come un presidio antisismico capace di contrastare l'attivazione l'evoluzione di un meccanismo, la presenza d'elementi spingenti o la presenza di carichi concentrati su una volta rappresentano una fonte di vulnerabilità. Il tentativo di porre tutte le informazioni in positivo o negativo rendeva poco comprensibile l'operazione di rilievo e il significato meccanico che è legato ad ognuna di essa. Per ognuno dei 28 meccanismi di danno è stato, pertanto, redatta una lista di presidi e d'indicatori di vulnerabilità che è possibile in ogni caso aumentare in relazione ai particolari costruttivi che possono risultare tipici per una data area ma che nell'ottica di analisi territoriale risultano difficilmente prevedibili.

Di seguito è riportato a titolo d'esempio la sezione riguardante i meccanismi della copertura dell'aula.

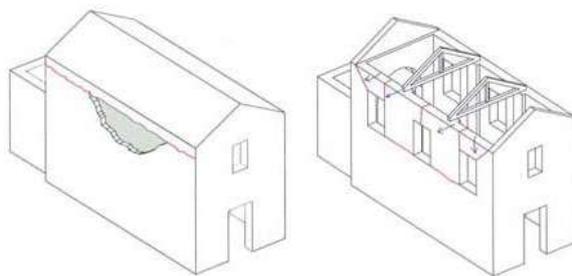
19 – MECCANISMI NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA - PARETI LATERALI DELL'AULA			
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo:		Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Punta di danno massimo (da 0 a 5): <u>    </u>	
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili)
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di collegamento puntuale delle travi alla muratura
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di controventi di falda (tavolato incrociato o tiranti metallici)
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di buone connessioni tra gli elementi di orditura della copertura
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di copertura staticamente spingente
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cordoli rigidi, copertura pesante
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....
Danno	attuale	Lesioni vicine alle teste delle travi lignee, scorrimento delle stesse – Sconnessioni tra i cordoli e muratura – Movimenti significativi del manto – Sconnessioni e movimenti tra gli elementi di orditura principale	
	vecchio	Lesioni vicine alle teste delle travi lignee, scorrimento delle stesse – Sconnessioni tra i cordoli e muratura – Movimenti significativi del manto – Sconnessioni e movimenti tra gli elementi di orditura principale	

Parte della scheda relativa ad un meccanismo di collasso relativo alla copertura.

Le modalità di compilazione sono del tutto analoghe alla versione originaria: nella prima riga è riportata la denominazione del meccanismo o del macroelemento di cui si vuole valutare la vulnerabilità, con a fianco un box nel quale marcare se è presente il macroelemento nella chiesa che si sta considerando. In tale versione, al fine di evitare possibili incongruenze nella fase di rielaborazione, è stata predisposto un duplice box, in modo che non insorgano dubbi sull'attendibilità della compilazione relativa alla possibilità di attivazione di alcuni meccanismi di danno. Inoltre è stata prevista per alcuni meccanismi di danno la possibilità di definire il peso di alcuni meccanismi di danno in modo da graduare in maniera più corretta la successiva valutazione dell'indice

di danno e di vulnerabilità. Si sottolinea come per alcuni meccanismi sia prevista la possibilità di inserire una valutazione della punta di danno riscontrato. Per i cinematismi di collasso che interessano le volte della chiesa, nonostante esista, in tale versione, una distinzione tra gli elementi della navata centrale o laterale, la presenza di un danno concentrato su un'unica campata della chiesa determinava, in molti casi o un giudizio fortemente punitivo o una sottostima della gravità del danno per tenere conto implicitamente di una valutazione media del danno sull'intero macroelemento. In tal modo invece, il giudizio complessivo viene fornito in termini di danno medio sul macroelemento con la possibilità tuttavia di segnalare punte di danno su elementi specifici del macroelemento. Nella riga successiva è riportato, invece, una serie di presidi antisismici che possono contrastare l'attivazione del suddetto cinematismo ed una serie d'indicatori di vulnerabilità che possono invece aumentare la propensione al danneggiamento. Per ognuno di essi, il rilevatore dovrà evidenziare la presenza o l'assenza (Si – No), e nella colonna di destra esprimere un giudizio sull'efficacia del particolare costruttivo, modulando il suo giudizio su tre diversi livelli (0: inefficace; 1: modesto; 2: buona; 3: completamente efficace). La presenza di una catena che contrasta il ribaltamento della facciata, per esempio, non rappresenta in assoluto un buon presidio; la sua posizione o il fatto che sia "lenta", può renderla, infatti, inefficace per un'azione impulsiva come quella di un terremoto. Va sottolineato, inoltre, come la lista dei presidi e degli indicatori sia stata pensata in modo da potere essere di volta in volta aggiornata secondo l'area geografica che si sta censendo. Nell'ultimo box è, invece riportato il rilievo del danno, la cui valutazione dovrà essere effettuata in relazione a 5 livelli di danno in accordo con la metodologia EMS98 (Gruntal et al., 1998; Lagomarsino e Podestà, 1999). Anche in tal caso rispetto alla versione originaria il giudizio sul danno rilevato è suddiviso in due sottoinsiemi: danno attuale, imputabile direttamente al sisma e danno pregresso, preesistente all'evento sismico che si sta analizzando.

**19 – MECCANISMI NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA: PARETI LATERALI DELL'AULA**



Rappresentazione schematica delle modalità di danneggiamento

Tale aspetto è fondamentale per strutture molto antiche che, nella maggior parte dei casi, hanno subito diversi terremoti storici o dissesti di diversa natura. La difficoltà nel descrivere in maniera corretta, soprattutto in zone non epicentrali, quelli che vengono di solito elencati come aggravamenti di danni preesistenti, può essere facilmente superata descrivendo il danno rilevato come la sommatoria di due fattori distinti; nel danno attuale si valuterà il danno complessivo, esprimendo, nel box danno preesistente, un giudizio sul livello che si ritiene essere già presente prima del terremoto, in modo da tarare, quindi, anche il giudizio sull'agibilità della struttura in un modo più corretto.

La valutazione del comportamento sismico dell'interno edificio è, analogamente alla versione precedente, ottenibile dal calcolo di due indici (indice di danno e di vulnerabilità) che rappresentano la valutazione del danno e della vulnerabilità media riscontrata durante il sopralluogo. Per quanto riguarda l'indice di danno, esso è rappresentato da una media normalizzata valutata tramite:

$$i_d = \frac{1}{5} \frac{\sum_{k=1}^N \rho_k d_k}{\sum_{k=1}^N \rho_k} \quad (1)$$

dove:  $\rho_k$  è il peso assegnato a ciascun meccanismo;  $d_k$  è il livello di danno subito nei riguardi del  $k$ -esimo meccanismo (da 0 a 5);  $N$  è il numero di meccanismi che si sarebbero potuti attivare nella chiesa ( $N \leq 28$ ). In particolare rispetto alla precedente versione è stato inserito il parametro  $\rho_k$  che permette di pesare meglio il rapporto tra i diversi meccanismi di danno che si sono considerati. Tale operazione è in parte automatica (i pesi sono assegnati direttamente ai singoli meccanismi) ed in parte dipende direttamente dal rilevatore, in base alla sua diretta valutazione dell'incidenza del macroelemento sulla singola chiesa. Nella tabella seguente, sono riportati per i 28 meccanismi di danno i valori dei coefficienti  $\rho_k$  direttamente assegnati e l'intervallo rispetto al quale il rilevatore può far variare l'importanza del macroelemento all'interno del manufatto. Appare evidente come nel caso in cui il macroelemento non sia presente all'interno della fabbrica o il meccanismo di danno ad esso associato non sia attivabile, il valore di tale parametro è pari a zero.

Elenco dei valori dei coefficienti  $\rho_k$  per i diversi meccanismi di danno

<b>MECCANISMO DI COLLASSO</b>	<b>Valore assegnato</b>	<b>Range di variabilità</b>
1 - RIBALTAMENTO DELLA FACCIA	1	
2 - MECCANISMI NELLA SOMMITÀ DELLA FACCIA	1	
3 - MECCANISMI NEL PIANO DELLA FACCIA	1	
4 - PROTIRO – NARTECE		0.5 ÷ 1
5 - RISPOSTA TRASVERSALE DELL’AULA	1	
6 - MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI LATERALI	1	
7 - RISPOSTA LONGITUDINALE DEL COLONNATO (chiese a più navate)	1	
8 - VOLTE DELLA NAVATA CENTRALE	1	
9 - VOLTE DELLE NAVATE LATERALI	1	
10 - RIBALTAMENTO DELLE PARETI DI ESTREMITÀ DEL TRASETTO		0.5 ÷ 1
11 - MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI DEL TRASETTO		0.5 ÷ 1
12 - VOLTE DEL TRASETTO		0.5 ÷ 1
13 - ARCHI TRIONFALI	1	
14 - CUPOLA - TAMBURO/TIBURIO	1	
15 – LANTERNA	0.5	
16 - RIBALTAMENTO DELL’ABSIDE	1	
17 - MECCANISMI DI TAGLIO NEL PRESBITERIO O NELL’ABSIDE	1	
18 - VOLTE DEL PRESBITERIO O DELL’ABSIDE		0.5 ÷ 1
19 - MECCANISMI NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA - (pareti laterali aula)	1	
20 - MECCANISMI NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA - (transetto)		0.5 ÷ 1
21 - MECCANISMI NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA - (abside, presbiterio)	1	
22 - RIBALTAMENTO DELLE CAPPELLE		0.5 ÷ 1
23 – MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI DELLE CAPPELLE		0.5 ÷ 1
24 - VOLTE DELLE CAPPELLE		0.5 ÷ 1
25 - INTERAZIONI IN PROSSIMITÀ DI IRREGOLARITÀ		0.5 ÷ 1
26 - AGGETTI (VELA, GUGLIE, PINNACOLI, STATUE)	0.8	
27 - TORRE CAMPANARIA	1	
28 - CELLA CAMPANARIA	1	

Il calcolo dell’indice di vulnerabilità risulta in tale versione leggermente più articolato rispetto alla scheda utilizzata in Umbria e Marche. La struttura della scheda, infatti, prevede una distinzione nel rilievo delle caratteristiche costruttive che possono influire (contrastandolo o favorendone l’attivazione) direttamente sul meccanismo di collasso. Tale modifica permette, durante le operazioni di rilievo una più chiara comprensione delle caratteristiche strutturali dell’opera, dei cinematismi attivati, delle risorse o carenze che la struttura possiede in relazione a nuovi eventi tellurici; la conoscenza dei presidi e degli indicatori di vulnerabilità specifici del macroelemento risultano informazioni fondamentali anche per la finale valutazione di agibilità del manufatto che rimane ovviamente un giudizio che non può essere subordinato a nessun algoritmo analitico ma dipende dalla valutazione finale del tecnico rilevatore.

La scelta di rendere, pertanto, le informazioni che si rilevano di più chiara comprensione ha portato, tuttavia, a complicare leggermente, rispetto alla formulazione precedente, il calcolo dell’indice di vulnerabilità totale del manufatto, che risulta essere valutato tramite la seguente funzione continua:

$$i_v = \frac{1}{6} \frac{\sum_{k=1}^{28} \rho_k (v_{ki} - v_{kp})}{\sum_{k=1}^{28} \rho_k} + \frac{1}{2} \quad (2)$$

dove per il  $k$ -esimo meccanismo:  $v_{ki}$  e  $v_{kp}$  sono, rispettivamente, il punteggio ottenuto dal rilievo degli indicatori di vulnerabilità e dei presidi antisismici, in relazione al criterio riportato in Tabella. L’indice di vulnerabilità varia tra 0, nel caso in cui sono presenti dei presidi antisismici efficaci e nessuna carenza strutturale, a 1 rappresentativo del caso opposto.

*Valutazione del punteggio di vulnerabilità per ogni meccanismo di danno.*

<b><i>Giudizio dell'efficacia</i></b>	<b><i>Numero degli indicatori di vulnerabilità o dei presidi antisismici</i></b>	<b><i>Punteggi <math>v_k</math></i></b>
3	almeno 1	3
2	almeno 2	
2	1	2
1	almeno 2	
1	1	1
0	-	0

Nella terza parte è stato dato spazio a sezioni a campo libero, in modo da inserire quelle informazioni che non sono schematizzabili nelle sezioni precedenti, o che aiutano ad una migliore comprensione della struttura della chiesa (schizzi, disegni, foto). E' stata, inoltre, a tale scopo inserito anche una parte nella quale si può inserire i riferimenti archivistici di rilievi geometrici storici, che possono essere utili nel caso in cui l'oggetto d'indagine necessiti d'approfondimenti attraverso l'applicazione di modelli meccanici, che hanno bisogno generalmente di un numero d'informazioni difficilmente reperibili durante una campagna di censimento a scala territoriale.

### 1.3. - DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELLA SEZIONE RELATIVA AL RILIEVO DEL DANNO E DELLA VULNERABILITÀ SISMICA

Al fine di rendere tale manuale uno strumento operativo di supporto durante le fasi del rilievo, si è organizzata la descrizione della sezione relativa al rilievo del danno e della vulnerabilità per schede, ognuna delle quali è inerente ad un differente meccanismo di danno.

1 – RIBALTAMENTO DELLA FACCIATA				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i> <sup>1</sup> Presenza di catene longitudinali <sup>2</sup> Presenza di efficaci elementi di contrasto (contrafforti, corpi addossati, altri edifici) <sup>3</sup> Ammorsamento di buona qualità tra la facciata ed i muri della navata <sup>4</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> <sup>5</sup> Presenza di elementi spingenti (puntoni di copertura, volte, archi) <sup>6</sup> Presenza di grandi aperture nelle pareti laterali in vicinanza del cantonale <sup>7</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale <sup>8</sup>		Distacco della facciata dalle pareti o evidenti fuori piombo <sup>10</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	pregresso <sup>9</sup>		Distacco della facciata dalle pareti o evidenti fuori piombo <sup>10</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche-costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>2</sup> Catene o tiranti metallici, paralleli alle pareti longitudinali, spesso posizionati in adiacenza del fregio laterale, individuabile in relazione alla presenza della catena stessa o del bolzone in facciata. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- catena in tensione o lenta;
- contatto bolzone-muratura;
- numero adeguato in relazione alle dimensioni delle facciate;
- ancoraggi passivi;
- dimensione della catena ( 26-30 mm).

<sup>3</sup> Edifici, contrafforti che totalmente o parzialmente impediscono la rotazione fuori dal piano della facciata. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- dimensioni del contrafforte adeguate in relazione all'altezza della parete di facciata;
- numero dei contrafforti in relazione alle dimensioni delle parete (contrasto simmetrico o solo parziale).

<sup>4</sup> Per ammorsamento si intende il grado di mutuo ingranamento tra la facciata e le pareti di navata della chiesa. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- ingranamento a pettine del cantonale;
- uniformità della qualità muraria delle pareti laterali e della facciata.
- monoliticità trasversale della muratura in corrispondenza del cantonale.

<sup>5</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>6</sup> Si deve considerare se la facciata riceve, già in condizioni statiche, delle spinte fuori dal piano, per la presenza di puntoni di copertura, volte od archi. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- presenza di volte a crociera, a padiglione, a vela di grosse dimensioni;
- presenza di volte a botte con lunette di grandi dimensioni.

<sup>7</sup> Si deve valutare se sono presenti, in corrispondenza dei cantonali, aperture sulle pareti laterali. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

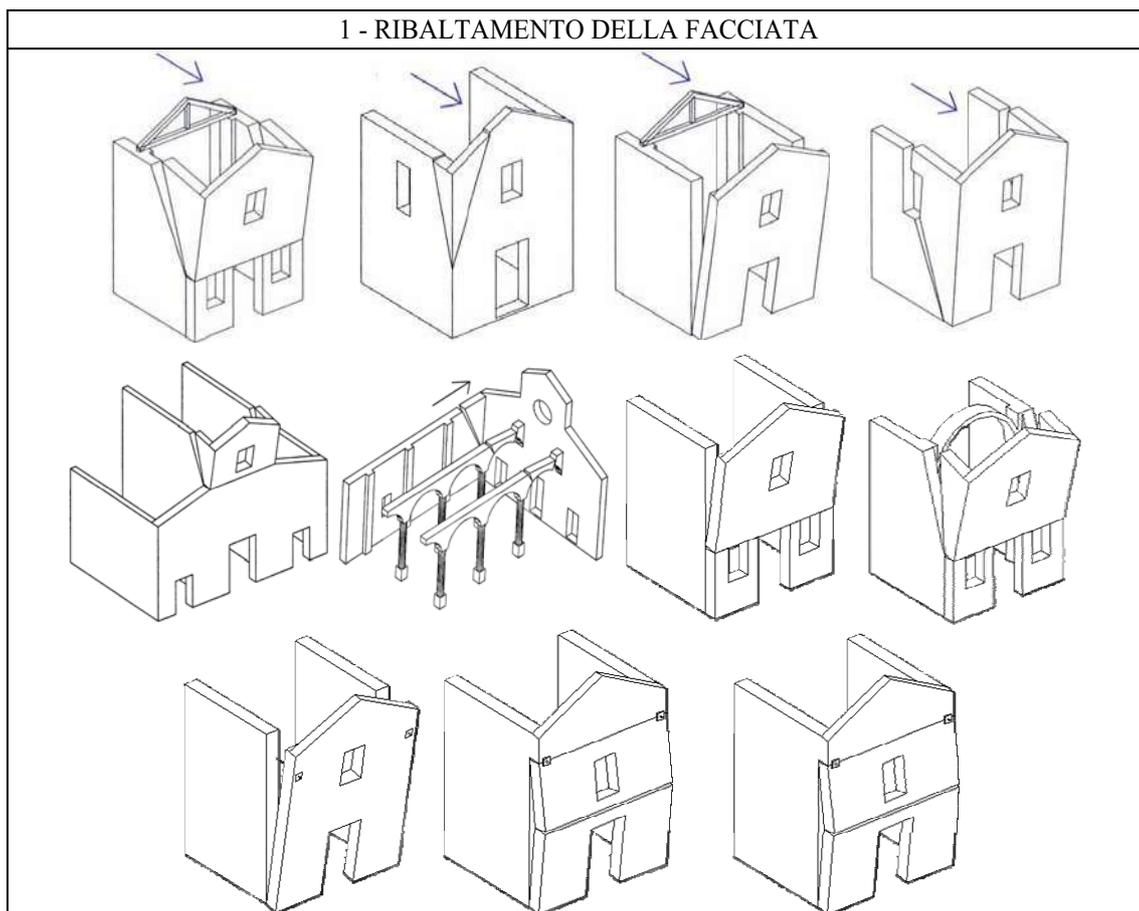
- vicinanza al cantonale rispetto ad una retta inclinata di 45° che si sviluppa dalla base del cantonale;
- dimensioni delle aperture;
- presenza di aperture su entrambe le pareti laterali;
- nelle chiese a tre navate presenza di aperture a più livelli.

<sup>8</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>9</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia sempre associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.

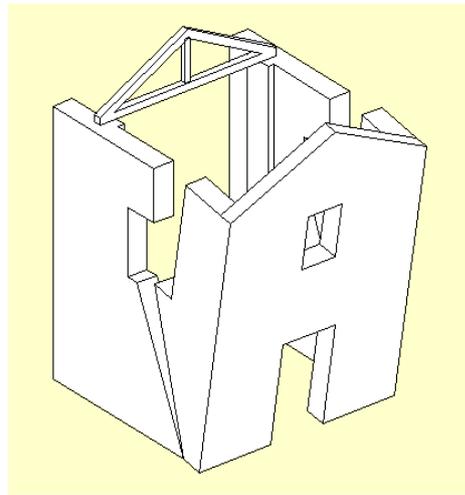
<sup>10</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS<sup>1</sup> di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:

**0** = Danno nullo; **1** = Danno lieve; **2** = Danno medio; **3** = Danno grave; **4** = Danno molto grave; **5** = Collasso



<sup>1</sup> Livelli di danno della Scala macrosismica EMS per le chiese

<i>Livello</i>	<i>Descrizione del danno strutturale</i>
0	<u>Nessun danno:</u>
1	<u>Danno trascurabile o lieve:</u> danno lieve o moderato in alcuni meccanismi
2	<u>Danno medio:</u> danno moderato in molti meccanismi, con uno o due meccanismi attivati a livello medio
3	<u>Danno grave:</u> molti meccanismi attivati a livello medio, con alcuni meccanismi a livello grave
4	<u>Danno molto grave:</u> danno grave in molti meccanismi, con possibile crollo di alcuni elementi della chiesa
5	<u>Crollo:</u> oltre 2/3 presentano un livello di danno corrispondente al crollo



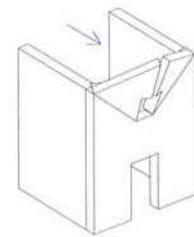
Bonefro (Cb) – Chiesa di S.Nicola



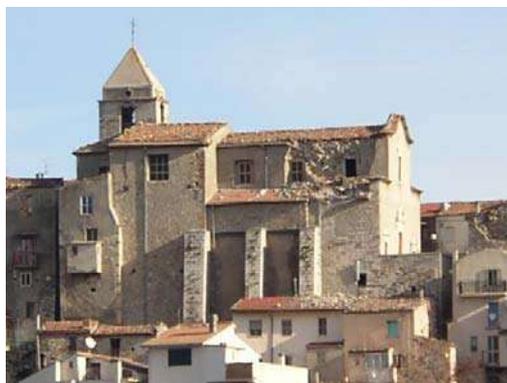
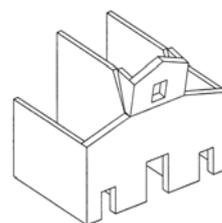
S.Croce di Magliano (Cb) – Chiesa di S.Antonio di Padova



Tipologia a navata unica con facciata a capanna e contrafforti laterali. La muratura, intonacata, è in pietra sbozzata a sacco con tessitura irregolare e malta aerea di natura calcarea. Vulnerabilità elevata dovuta alla presenza di una copertura pesante, all'assenza di collegamento tra il paramento interno e quello esterno nella muratura di facciata, assenza di catene longitudinali. Il danno riguarda il crollo del paramento esterno del timpano con formazione di due cerniere oblique dall'esterno verso la base dell'apertura.



S.Giuliano di Puglia (Cb) – Chiesa di S.Elena



La vulnerabilità è dovuta alla mancanza di ammorsamento tra la facciata e le pareti laterali, alla presenza di una grande apertura in sommità, dalla volta in mattoni forati spingente sul timpano in assenza di elementi longitudinali di ritegno. Il danno, oltre al ribaltamento della sommità, è accentuato dalla formazione di una cerniera sul lato sinistro a partire dalla sommità a vela fino allo spigolo superiore della finestra e da due lesioni oblique ai lati a partire dalla sommità delle vele laterali.

Castellino sul Biferno (Cb) – Chiesa di S. Pietro in Vincoli

## 2 - MECCANISMI NELLA SOMMITÀ DELLA FACCIATA

Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo:    Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici<sup>1</sup></i> Presenza di collegamenti puntuali con la copertura (travi-catene) <sup>2</sup> Presenza di controventi di falda <sup>3</sup> Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili) <sup>4</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità<sup>5</sup></i> Presenza di grandi aperture (rosone o altro) <sup>6</sup> Presenza di una sommità a vela di grande dimensione e peso <sup>7</sup> Cordoli rigidi, trave di colmo in c.a., copertura pesante in c.a. <sup>8</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale <sup>9</sup>		Lesioni inclinate a (taglio) - Lesioni verticali o arcuate – Rotazioni delle capriate	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <sup>11</sup>
	pregresso <sup>10</sup>		Lesioni inclinate a (taglio) - Lesioni verticali o arcuate – Rotazioni delle capriate	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <sup>11</sup>

<sup>1</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche-costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>2</sup> Si deve rilevare se esiste la presenza di collegamenti tra le travi della copertura (terzeri e colmi) e la muratura. In molti casi le travi stesse della copertura fungono da catene per la presenza di capochiavi che, collegati alle teste delle travi lignee, limitano un'azione fuori del piano. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- stato di conservazione della connessione bolzone-trave lignea;
- dimensione del bolzone;
- numero di travi catene rispetto alla totalità dei terzeri presenti.

<sup>3</sup> Elementi di irrigidimento della falda nel proprio piano. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- tipologia del controvento (tavolato incrociato, croci di S. Andrea);
- incremento del carico in relazione alla situazione precedente all'inserimento dell'intervento di controventamento;
- stato di conservazione delle connessione struttura lignea-controvento.

<sup>4</sup> Per presenza di cordoli leggeri, si intende cordoli metallici reticolari o muratura armata o cordoli in c.a. sottili. Per tale ultimo caso deve essere controllato e valutato l'altezza del cordolo in relazione allo spessore della muratura, in ogni caso un valore limite può essere stimato intorno ai 40 cm. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- qualità delle muratura sottostante;
- cordoli che interessano tutto lo spessore murario;
- prosecuzione del cordolo sulle murature longitudinali.

<sup>5</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>6</sup> Si deve valutare la dimensione dell'aperture poste in sommità della facciata (rosone ed altro). *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- dimensioni massime in relazione alla larghezza della facciata;
- distanza dalla quota di colmo del centro del rosone.

<sup>7</sup> Si deve valutare se è presente, oltre la linea della copertura, una prosecuzione della facciata (facciata a vela) giudicandone l'imponenza in termini di dimensioni e peso. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- qualità muraria;
- rastremazione della muratura della parte aggettante;
- presenza di un elemento di irrigidimento in adiacenza alla vela;
- presenza di masse concentrate (statue, croci in muratura, guglie, ecc.) in sommità alla vela.

<sup>8</sup> Si intende la presenza di cordoli in c.a. di grandi dimensioni che dovranno essere valutate in relazione allo spessore della muratura ma che in generale possono essere considerati tali se superano il valore limite di 40 cm. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

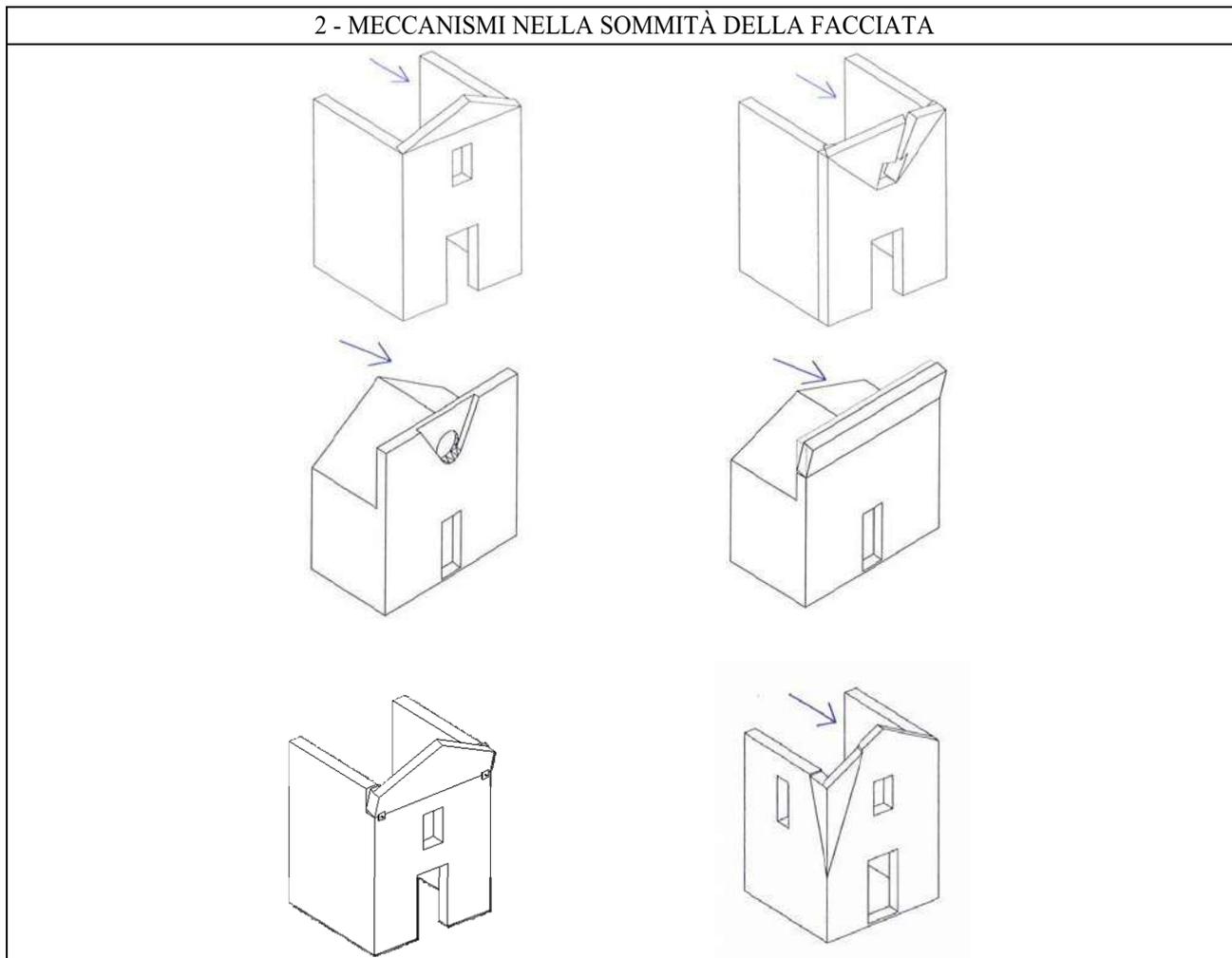
- qualità muraria;
- prosecuzione del cordolo sulle murature longitudinali.

<sup>9</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto)

<sup>10</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia sempre associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.

<sup>11</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:

**0** = Danno nullo; **1** = Danno lieve; **2** = Danno medio; **3** = Danno grave; **4** = Danno molto grave; **5** = Collasso



### 3 - MECCANISMI NEL PIANO DELLA FACCIATA

Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo:    Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i> <sup>1</sup> Presenza di catene in controfacciata <sup>2</sup> Contrasto laterale fornito da corpi addossati o facciata inserita in aggregato <sup>3</sup> .....	□ □ □ □ □ □ □ □ □
	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> <sup>4</sup> Presenza di grandi aperture (anche tamponate) <sup>5</sup> Elevata snellezza (rapporto larghezza/altezza) <sup>6</sup> .....	□ □ □ □ □ □ □ □ □
Danno	attuale <sup>7</sup>		Lesioni inclinate (taglio) – Lesioni verticali o arcuate (rotazione) – Altre fessurazioni o spanciamenti <sup>9</sup>	□ □ □ □ □
	pregresso <sup>8</sup>		Lesioni inclinate (taglio) – Lesioni verticali o arcuate (rotazione) – Altre fessurazioni o spanciamenti <sup>9</sup>	□ □ □ □ □

<sup>1</sup> Lista dei di quelle soluzioni tecnologiche- costruttive che possono contrastare l’attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>2</sup> Catene parallele alla parete di facciata, spesso posizionate in adiacenza del fregio, individuabile in relazione alla presenza delle catene stesse o dei bolzoni in corrispondenza del cantonale tra facciata e pareti longitudinali. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull’efficacia sono:

- catena in tensione o lenta;
- contatto bolzone-muratura;
- ancoraggi passivi o attivi;
- dimensione della catena ( 26-30 mm).

<sup>3</sup> Edifici, contrafforti che totalmente o parzialmente impediscono la rotazione fuori dal piano delle pareti laterali e conseguentemente il meccanismo nel piano della facciata. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull’efficacia sono:

- dimensioni (altezza) dell’edificio addossato adeguate in relazione all’altezza della parete di facciata;
- simmetria e continuità degli edifici addossato in relazione alle dimensioni delle parete.

<sup>4</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l’attivazione del meccanismo di danno.

<sup>5</sup> Si deve valutare le dimensioni e il numero delle aperture poste in facciata (rosone porte d’ingresso ed altro). *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio della carenza sono:

- superficie dei pieni rispetto ai vuoti;
- numero di aperture (si può considerare in prima approssimazione per una chiesa a una navata un limite massimo di due aperture, mentre per una chiesa a tre navate un limite massimo di 4).

<sup>6</sup> Si deve considerare la snellezza della facciata calcolata come il rapporto tra lo spessore della facciata e la quota di colmo. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- valore minore di 0.1;
- qualità muraria della facciata.

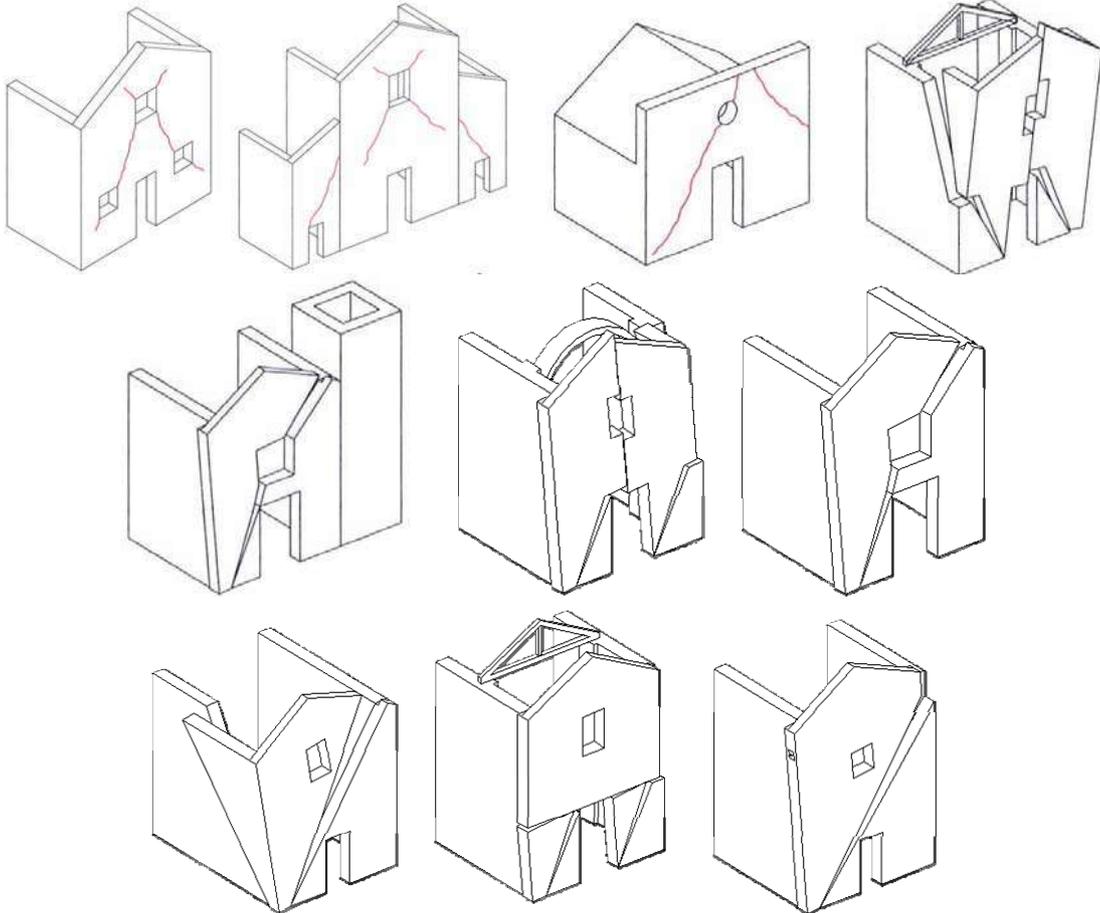
<sup>7</sup> Si intende il danno causato dall’evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>8</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all’evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia sempre associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.

<sup>9</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:

**0** = Danno nullo; **1** = Danno lieve; **2** = Danno medio; **3** = Danno grave; **4** = Danno molto grave; **5** = Collasso

### 3 - MECCANISMI NEL PIANO DELLA FACCIATA



4 – PROTIRO - NARTECE				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			Peso nella fabbrica ( $\leq 1$ ): ____	
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici<sup>1</sup></i> <input type="checkbox"/> Presenza di catene <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> Presenza di colonne, pilastri di adeguata rigidezza <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità<sup>4</sup></i> <input type="checkbox"/> Presenza di elementi spingenti (archi, volte) <sup>5</sup> <input type="checkbox"/> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	Attuale <sup>6</sup>		Lesioni nella trabeazione per rotazione delle colonne – Distacco complessivo dalla facciata – Martellamento del protiro – Archi lesionati <sup>8</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	pregresso <sup>7</sup>		Lesioni nella trabeazione per rotazione delle colonne – Distacco complessivo dalla facciata – Martellamento del protiro – Archi lesionati <sup>8</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche-costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno).

<sup>2</sup> Catene o tiranti, paralleli alle pareti longitudinali e/o alla facciata. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- catena in tensione o lenta;
- contatto bolzone-muratura;
- numero adeguato in relazione alle dimensioni del protiro;
- ancoraggi passivi o attivi;
- dimensione della catena (26-30 mm).

<sup>3</sup> Colonne e pilastri di adeguata rigidezza. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- qualità della muratura dei pilastri o colonne;
- dimensioni di base del pilastro adeguata all'altezza del pilastro ed alla massa della copertura del protiro stesso;

<sup>4</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>5</sup> Si deve considerare la presenza di elementi (archi e volte) che possono determinare già in condizioni statiche delle spinte fuori dal piano. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sulle carenze costruttive sono:

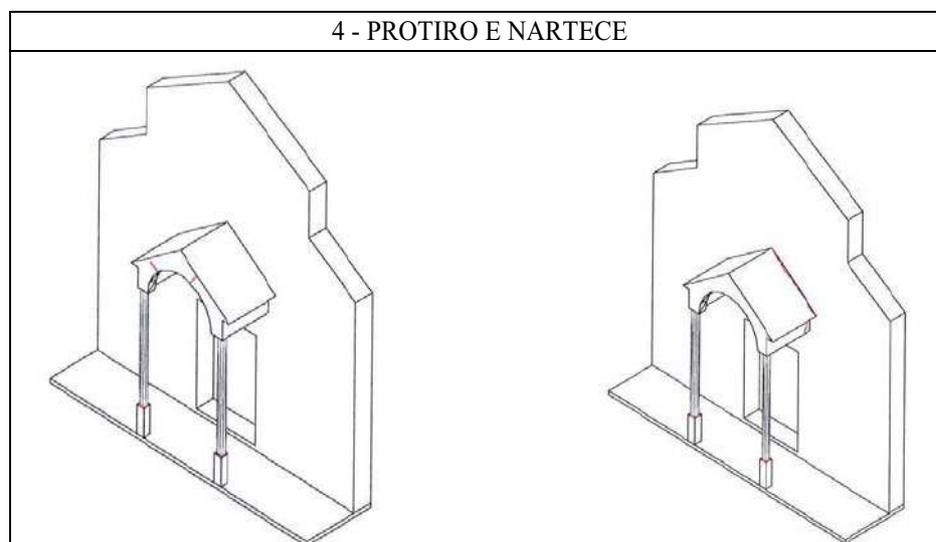
- tipologia delle volte (crociera o padiglioni);
- qualità della murature.

<sup>6</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>7</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia sempre associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.

<sup>8</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:

**0** = Danno nullo; **1** = Danno lieve; **2** = Danno medio; **3** = Danno grave; **4** = Danno molto grave; **5** = Collasso



**5 – RISPOSTA TRASVERSALE DELL’AULA**

Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			Punta di danno massimo (da 0 a 5): <u>  </u> <sup>1</sup>	
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i> <sup>2</sup> Presenza di paraste o contrafforti esterni <sup>3</sup> Presenza di corpi annessi adiacenti <sup>4</sup> Presenza di catene trasversali <sup>5</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> <sup>6</sup> Presenza di pareti con elevata snellezza <sup>7</sup> Presenza di volte e archi <sup>8</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale <sup>9</sup>		Lesioni negli arconi (con eventuale prosecuzione nella volta) – Rotazioni delle pareti – Lesioni a taglio nelle volte – Fuori piombo e schiacciamento colonne <sup>11</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	pregresso <sup>10</sup>		Lesioni negli arconi (con eventuale prosecuzione nella volta) – Rotazioni delle pareti – Lesioni a taglio nelle volte – Fuori piombo e schiacciamento colonne <sup>11</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Punta di danno massimo che si è rilevato in relazione a tale meccanismo di danno.

<sup>2</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche-costruttive che possono contrastare l’attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno).

<sup>3</sup> Paraste o contrafforti esterni che totalmente o parzialmente impediscono la rotazione fuori dal piano delle pareti longitudinali. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull’efficacia sono:

- dimensioni del contrafforte adeguate all’altezza della parete longitudinale;
- qualità della muratura del contrafforte;
- qualità dell’ammorsamento tra il contrafforte e la parete longitudinale;
- presenza dei contrafforti su entrambe le pareti longitudinali.

<sup>4</sup> Corpi annessi adiacenti che totalmente o parzialmente impediscono la rotazione fuori dal piano delle pareti longitudinali. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull’efficacia sono:

- dimensioni del corpo annesso adeguate all’altezza della parete longitudinale;
- qualità della muratura del corpo adiacente;
- presenza dei corpi annessi su entrambe le pareti longitudinali.

<sup>5</sup> Catene, tiranti, paralleli alla facciata, spesso posizionati in corrispondenza degli arconi di irrigidimento della volta della navata principale che suddividono l’aula nelle diverse campate. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull’efficacia sono:

- catena in tensione o lenta;
- contatto bolzone-muratura;
- numero adeguato in relazione alle dimensioni delle facciate;
- ancoraggi passivi o attivi;
- dimensione della catena ( 26-30 mm).

<sup>6</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l’attivazione del meccanismo di danno.

<sup>7</sup> Si deve considerare la snellezza delle pareti longitudinali calcolata come il rapporto tra lo spessore e la quota di colmo. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- valore minore di 0.1;
- qualità muraria delle pareti laterali;
- spessore inferiore ai 0.4 m.

<sup>8</sup> Si deve valutare se sono presenti volte ed archi nell’aula della chiesa. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- tipologia delle volte;
- qualità muraria delle volte e degli archi;
- luce delle volte e degli archi;
- presenza di volte ed archi in tutte le navate della chiesa.

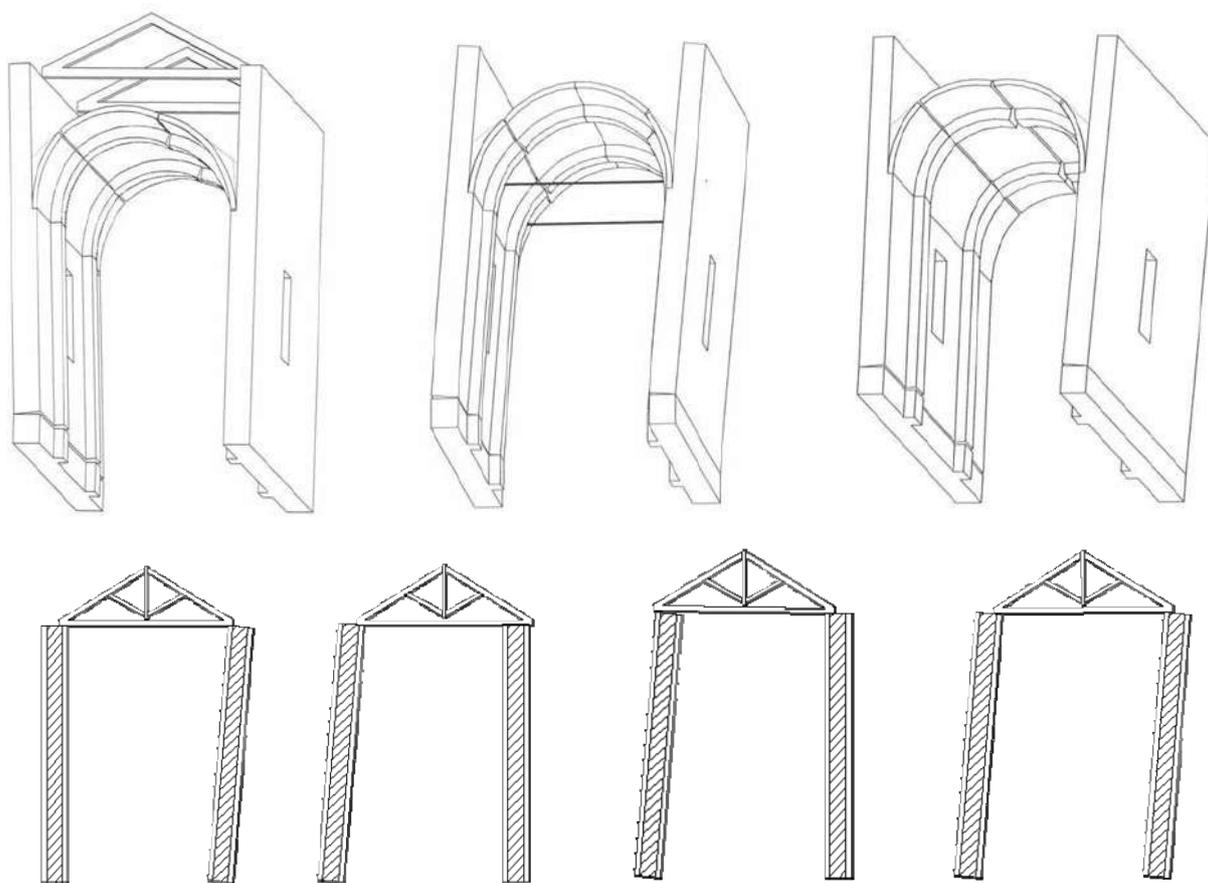
<sup>9</sup> Si intende il danno causato dall’evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto)

<sup>10</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all’evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia sempre associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.

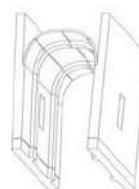
<sup>11</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:

**0** = Danno nullo; **1** = Danno lieve; **2** = Danno medio; **3** = Danno grave; **4** = Danno molto grave; **5** = Collasso

## 5 – RISPOSTA TRASVERSALE DELL’AULA



La risposta trasversale è evidenziata da lesioni gravi negli archi della navata centrale e dell’arco trionfale e dal crollo parziale della volta in mattoni forati della navata centrale. La vulnerabilità è dovuta prevalentemente all’assenza di catene trasversali e contrafforti e alla presenza di volte sottili.



Castellino sul Biferno (Cb) – Chiesa di S.Pietro in Vincoli



Ripabottoni (Cb) – Chiesa di S.Maria dell'Assunta



Larino (Cb) – Chiesa di S.Francesco

6 – MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI LATERALI (RISPOSTA LONGITUDINALE)				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			Punta di danno massimo (da 0 a 5): ___ <sup>1</sup>	
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i> <sup>2</sup> Muratura uniforme (unica fase costruttiva) e di buona qualità <sup>3</sup> Presenza di buoni architravi nelle aperture <sup>4</sup> Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili) <sup>5</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> <sup>6</sup> Presenza di grandi aperture (anche tamponate), muratura di limitato spessore <sup>7</sup> Cordoli in c.a. molto rigidi, copertura pesante in c.a. <sup>8</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale <sup>9</sup>		Lesioni inclinate (singole o incrociate) – Lesioni attraverso discontinuità locali <sup>11</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	pregresso <sup>10</sup>		Lesioni inclinate (singole o incrociate) – Lesioni attraverso discontinuità locali <sup>11</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Punta di danno massimo che si è rilevato in relazione a tale meccanismo di danno.

<sup>2</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche-costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>3</sup> Qualità muraria delle pareti longitudinali. Il giudizio può derivare dall'Allegato murature relativo alle pareti longitudinali; tuttavia alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- monoliticità trasversale (presenza di diatoni);
- apparecchiatura e posa in opera degli elementi;
- stato di degrado della malta.

<sup>4</sup> Si deve valutare la presenza e la qualità degli architravi delle aperture (se presenti nelle pareti longitudinali). *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- tipo di materiale (legno, acciaio, lapidei, c.a., ecc.);
- tipologia dell'architrave (piattabanda, architrave ribassato);
- degrado dell'elemento e della sua connessione con la muratura.

<sup>5</sup> Per presenza di cordoli leggeri, si intende cordoli metallici reticolari o muratura armata o cordoli in c.a. sottili. Per tale ultimo caso deve essere controllato e valutato l'altezza del cordolo in relazione allo spessore della muratura, in ogni caso un valore limite può essere stimato intorno ai 40 cm. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- qualità delle muratura sottostante;
- cordoli che interessano tutto lo spessore murario;
- prosecuzione del cordolo sulle murature longitudinali.

<sup>6</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>7</sup> Si deve valutare la dimensione dell'aperture poste in sommità delle pareti longitudinali (rosone ed altro). *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- dimensioni massime in relazione a quelle della parete.

<sup>8</sup> Si intende la presenza di cordoli in c.a di grandi dimensioni che dovranno essere valutate in relazione allo spessore della muratura ma che in generale possono essere considerati tali se superano il valore limite di 40 cm. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sulla carenza costruttiva sono:

- qualità muraria;
- collegamento con la muratura sottostante;
- prosecuzione del cordolo sulla facciata.

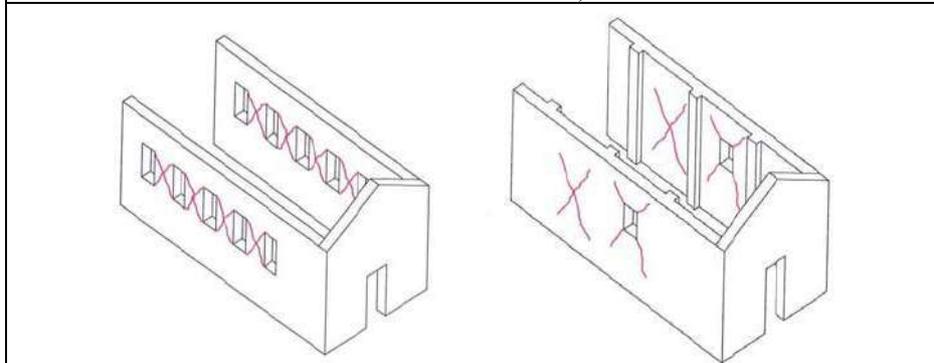
<sup>9</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>10</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia sempre associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.

<sup>11</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:

0 = Danno nullo; 1 = Danno lieve; 2 = Danno medio; 3 = Danno grave; 4 = Danno molto grave; 5 = Collasso

6 - MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI LATERALI (RISPOSTA LONGITUDINALE)



S.Croce di Magliano (Cb) – Chiesa di S.Giacomo



S.Giuliano di Puglia (Cb) – Chiesa di S.Giuliano



S.Croce di Magliano (Cb) – Chiesa di Antonio di Padova



S.Giuliano di Puglia (Cb) – Chiesa di S.Elena



Montelongo (Cb) – Chiesa di S.Rocco



7 - RISPOSTA LONGITUDINALE DEL COLONNATO NELLE CHIESE A PIÙ NAVATE <sup>1</sup>				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			Punta di danno massimo (da 0 a 5): <u>  </u> <sup>2</sup>	
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Presidi antisismici <sup>3</sup> Presenza di catene longitudinali <sup>4</sup> Presenza di contrafforti in facciata o di corpi annessi <sup>5</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Indicatori di vulnerabilità <sup>6</sup> Presenza di volte pesanti (cappe armate - navata centrale di inerzia elevata) <sup>7</sup> Copertura pesante in c.a. <sup>8</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	Attuale <sup>9</sup>		Lesioni negli archi o negli architravi longitudinali – Schiacciamento e/o lesioni alla base dei pilastri – Lesioni a taglio nelle volte delle navate laterali <sup>11</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	pregresso <sup>10</sup>		Lesioni negli archi o negli architravi longitudinali – Schiacciamento e/o lesioni alla base dei pilastri – Lesioni a taglio nelle volte delle navate laterali <sup>11</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Tale meccanismo deve essere compilato solo nel caso di chiese a più navate.

<sup>2</sup> Punta di danno massimo che si è rilevato in relazione a tale meccanismo di danno.

<sup>3</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche-costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>4</sup> Catene o tiranti metallici paralleli alle pareti longitudinali, spesso posizionati in adiacenza del fregio laterale, individuabile in relazione alla presenza della catena stessa o del bolzone in facciata. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- catena in tensione o lenta;
- contatto bolzone-muratura;
- numero adeguato in relazione alle dimensioni delle facciate;
- ancoraggi passivi o attivi;
- dimensione della catena ( 26-30 mm).

<sup>5</sup> Edifici, contrafforti che totalmente o parzialmente impediscono la rotazione fuori dal piano della facciata. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- dimensioni del contrafforte adeguate in relazione all'altezza dell'aula della chiesa;
- numero dei contrafforti in relazione alle dimensioni delle parete (contrasto simmetrico o solo parziale).

<sup>6</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>7</sup> Si deve considerare la presenza di volte "pesanti" in pietra o in laterizio con uno spessore maggiore di 15 cm. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- spessore della volta (>15 cm);
- presenza di riempimento all'estradosso delle volte;
- presenza di cappe armate sulle volte.

<sup>8</sup> Si deve valutare se è presente una copertura in latero-cemento (in sostituzione della copertura originaria) o se sono presenti irrigidimenti di falda con soletta armata (sopra al tavolato) di notevole spessore. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- presenza di cordolo leggero in corrispondenza della muratura;
- manto di copertura pesante (pietre naturali, ardesie, ecc).

<sup>9</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>10</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima fosse già presente prima del sisma.

<sup>11</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:

**0** = Danno nullo; **1** = Danno lieve; **2** = Danno medio; **3** = Danno grave; **4** = Danno molto grave; **5** = Collasso



8 - VOLTE DELLA NAVATA CENTRALE				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			Punta di danno massimo (da 0 a 5): <u>  </u> <sup>1</sup>	
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i> <sup>2</sup>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di catene in posizione efficace <sup>3</sup> .....	
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> <sup>4</sup>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura <sup>5</sup>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di lunette di dimensioni considerevoli <sup>6</sup>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Volte il foglio, con campate di grande luce <sup>7</sup> .....	
Danno	attuale <sup>8</sup>		Lesioni nelle volte dell'aula centrale o sconnessioni dagli arconi <sup>10</sup>	
	pregresso <sup>9</sup>		Lesioni nelle volte dell'aula centrale o sconnessioni dagli arconi <sup>10</sup>	

<sup>1</sup> Punta di danno massimo che si è rilevato in relazione a tale meccanismo di danno.

<sup>2</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche- costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>3</sup> Catene o tiranti metallici individuabili in relazione alla presenza della catena stessa o dei bolzoni esterni. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- posizione delle catene in relazione alla tipologia della volta;
- catena in tensione o lenta;
- contatto bolzone-muratura;
- ancoraggi passivi o attivi;
- dimensione della catena ( 26-30 mm).

<sup>4</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>5</sup> Si deve considerare la presenza di carichi concentrati sulle volte. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- puntelli lignei o in muratura;
- elementi inseriti come intervento recente ("manutenzione") o all'atto della costruzione dell'opera;
- presenza di elementi di ripartizione del carico sulla volta.

<sup>6</sup> Si deve valutare se sono presenti lunette di grandi dimensioni. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- dimensioni in relazione alla luce della volta;
- qualità muraria (spessore, stato di conservazione).

<sup>7</sup> Si deve valutare se le volte sono realizzate in laterizio con uno spessore medio di circa 6-7 cm (mattoni di piatto). *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

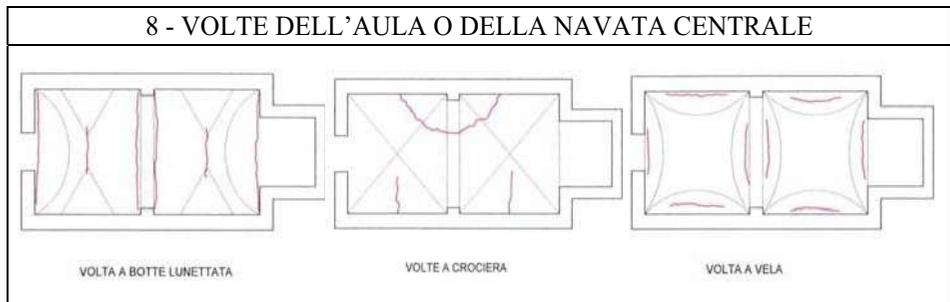
- luce della volta di dimensioni considerevoli (> 9 m);
- qualità muraria (spessore, stato di conservazione).

<sup>8</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>9</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia sempre associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.

<sup>10</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:

0 = Danno nullo; 1 = Danno lieve; 2 = Danno medio; 3 = Danno grave; 4 = Danno molto grave; 5 = Collasso



Castellino sul Biferno (Cb) – Chiesa di S. Pietro in Vincoli



Bonefro (Cb) – Chiesa di S. Maria delle Rose



Ripabottoni (Cb) – Chiesa di S. Maria Assunta



S.Croce di Magliano (Cb) – Chiesa di S. Antonio di Padova



S.Croce di Magliano (Cb) – Chiesa di S. Giacomo



Limosano (Cb) – Chiesa di S. Maria



S. Elia a Pianisi (Cb) – Chiesa di S. Francesco

9 - VOLTE DELLE NAVATE LATERALI				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			Punta di danno massimo (da 0 a 5): __ <sup>1</sup>	
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presidi antisismici <sup>2</sup> Presenza di catene in posizione efficace <sup>3</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Indicatori di vulnerabilità <sup>4</sup> Presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura <sup>5</sup> Presenza di lunette di dimensioni considerevoli <sup>6</sup> Volte il foglio, con campate di grande luce <sup>7</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale <sup>8</sup>		Lesioni nelle volte o sconnessioni dagli arconi o dalle pareti laterali <sup>10</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	pregresso <sup>9</sup>		Lesioni nelle volte o sconnessioni dagli arconi o dalle pareti laterali <sup>10</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Punta di danno massimo che si è rilevato in relazione a tale meccanismo di danno.

<sup>2</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche- costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>3</sup> Catene o tiranti metallici individuabili in relazione alla presenza della catena stessa o dei bolzoni esterni. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- posizione delle catene in relazione alla tipologia della volta;
- catena in tensione o lenta;
- contatto bolzone-muratura;
- ancoraggi passivi o attivi;
- dimensione della catena ( 26-30 mm).

<sup>4</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>5</sup> Si deve considerare la presenza di carichi concentrati sulle volte. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- puntelli lignei o in muratura;
- elementi inseriti come intervento recente ("manutenzione") o all'atto della costruzione dell'opera;
- presenza di elementi di ripartizione del carico sulla volta.

<sup>6</sup> Si deve valutare se sono presenti lunette di grandi dimensioni. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- dimensioni in relazione alla luce della volta;
- qualità muraria (spessore, stato di conservazione).

<sup>7</sup> Si deve valutare se le volte sono realizzate in laterizio con uno spessore medio di circa 6-7 cm (mattoni di piatto). *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- luce della volta di dimensioni considerevoli (> 9 m);
- qualità muraria (spessore, stato di conservazione).

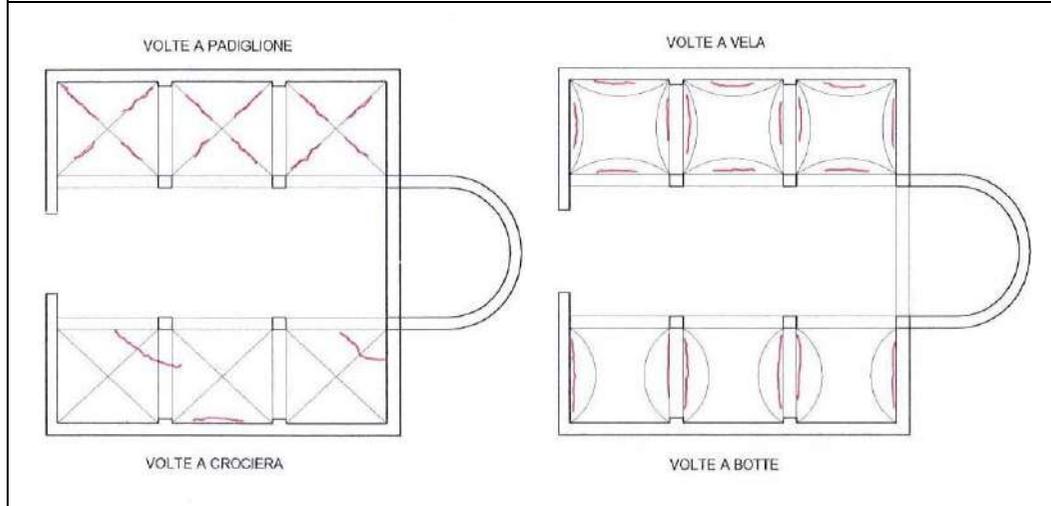
<sup>8</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>9</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia sempre associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.

<sup>10</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:

**0** = Danno nullo; **1** = Danno lieve; **2** = Danno medio; **3** = Danno grave; **4** = Danno molto grave; **5** = Collasso

## 9 - VOLTE DELLE NAVATE LATERALI



Morrone (Cb) – Chiesa di S. Maria Maggiore



Castellino sul Biferno (Cb) – Chiesa di S. Pietro in Vincoli

10 - RIBALTAMENTO DELLE PARETI DI ESTREMITÀ DEL TRANSETTO				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			Peso nella fabbrica ( $\leq 1$ ): ___ <sup>1</sup>	
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i> <sup>2</sup> Presenza di catene longitudinali <sup>3</sup> Presenza di efficaci elementi di contrasto (contrafforti, corpi addossati, altri edifici) <sup>4</sup> Buon collegamento con la copertura (travi-catene, controventi) <sup>5</sup> Ammorsamento di buona qualità tra la parete frontale ed i muri laterali <sup>6</sup> Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili) <sup>7</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> <sup>8</sup> Presenza di cordoli rigidi, travi di colmo in c.a., copertura pesante <sup>9</sup> Presenza di grandi aperture nella parete frontale (rosone) o in quelle laterali <sup>10</sup> Presenza di una sommità a vela di grande dimensione e peso <sup>11</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale <sup>12</sup>		Distacco della parete frontale dalle pareti laterali o ribaltamenti in sommità <sup>14</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	pregresso <sup>13</sup>		Distacco della parete frontale dalle pareti laterali o ribaltamenti in sommità <sup>14</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Valutazione del peso meccanismo di danno in relazione all'importanza del macroelemento all'interno della fabbrica.

<sup>2</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche- costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>3</sup> Catene o tiranti metallici, individuabile in relazione alla presenza della catena stessa o dei bolzoni esterni sulla facciata del transetto.

*Efficacia:* alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- numero delle catene in relazione alle dimensioni della facciata del transetto;
- catena in tensione o lenta;
- contatto bolzone-muratura;
- numero adeguato in relazione alle dimensioni delle facciate;
- ancoraggi passivi o attivi;
- dimensione della catena ( 26-30 mm).

<sup>4</sup> Edifici, contrafforti che totalmente o parzialmente impediscono la rotazione fuori dal piano della facciata del transetto. *Efficacia:* alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- dimensioni del contrafforte adeguate all'altezza della parete di facciata del transetto;
- numero dei contrafforti in relazione alle dimensioni delle parete (contrasto simmetrico o solo parziale).

<sup>5</sup> Si deve rilevare se esiste la presenza di collegamenti tra le travi della copertura (terzeri e colmi) e la muratura. In molti casi le travi stesse della copertura fungono da catene per la presenza di capochiavi che collegati alle teste delle travi lignee, tramite sogofese, limitano l'azione fuori del piano. *Efficacia:* alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- stato di conservazione della connessione bolzone-trave lignea;
- dimensione del bolzone;
- numero di travi catene rispetto alla totalità dei terzeri presenti.

<sup>6</sup> Per ammorsamento si intende il grado di mutuo ingranamento tra la facciata del transetto e le pareti di navata della chiesa. *Efficacia:* alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- ingranamento a pettine del cantonale;
- uniformità della qualità muraria delle pareti laterali e della facciata del transetto;
- monoliticità trasversale della muratura in corrispondenza del cantonale.

<sup>7</sup> Per presenza di cordoli leggeri, si intende cordoli metallici reticolari o muratura armata o cordoli in c.a. sottili. Per tale ultimo caso deve essere controllato e valutato l'altezza del cordolo in relazione allo spessore della muratura, in ogni caso un valore limite può essere stimato intorno ai 40 cm. *Efficacia:* alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- qualità delle muratura sottostante;
- cordoli che interessano tutto lo spessore murario;
- prosecuzione del cordolo sulle murature longitudinali del transetto.

<sup>8</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>9</sup> Si intende la presenza di cordoli in c.a di grandi dimensioni che dovranno essere valutate in relazione allo spessore della muratura ma che in generale possono essere considerati tali se superano il valore limite di 40 cm. *Efficacia:* alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sulla carenza costruttiva sono:

- qualità muraria;
- collegamento con la muratura sottostante;
- prosecuzione del cordolo sulle murature longitudinali.

<sup>10</sup> Si deve valutare la dimensione delle aperture poste in sommità della facciata (rosone ed altro) e in prossimità della facciata sulle pareti laterali del transetto. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio della carenza sono:

- dimensioni massime in relazione alla larghezza della facciata;
- vicinanza al cantonale rispetto ad una retta inclinata di 45° che si sviluppa dalla base del cantonale delle aperture sulle pareti laterali del transetto;
- distanza dalla quota di colmo del centro del rosone.

<sup>11</sup> Si deve valutare se è presente, oltre la linea della copertura, la prosecuzione della facciata del transetto (facciata a vela) giudicandone l'imponenza in termini di dimensioni e peso. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sulla carenza costruttiva sono:

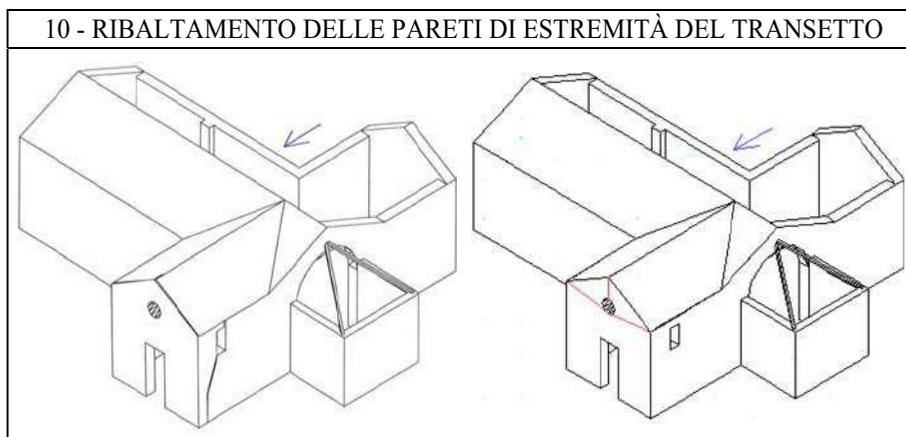
- qualità muraria;
- rastremazione della muratura della parte aggettante;
- presenza di un elemento di irrigidimento in adiacenza alla vela;
- presenza di masse concentrate (statue, croci in muratura, guglie, ecc.) in sommità alla vela.

<sup>12</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>13</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia sempre associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.

<sup>14</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:

**0** = Danno nullo; **1** = Danno lieve; **2** = Danno medio; **3** = Danno grave; **4** = Danno molto grave; **5** = Collasso



Castellino sul Biferno (Cb) – Chiesa di S. Pietro in Vincoli

11 – MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI DEL TRANSETTO				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			Peso nella fabbrica ( $\leq 1$ ): ____ <sup>1</sup>	
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i> <sup>2</sup>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muratura uniforme (unica fase costruttiva) e di buona qualità <sup>3</sup>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di buoni architravi nelle aperture <sup>4</sup>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili) <sup>5</sup>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> <sup>6</sup>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cordoli rigidi, copertura pesante <sup>7</sup>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di grandi aperture (anche tamponate), muratura di limitato spessore <sup>8</sup>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	
Danno	attuale <sup>9</sup>		Lesioni inclinate (singole o incrociate) – Lesioni attraverso discontinuità locali <sup>11</sup>	
	pregresso <sup>10</sup>		Lesioni inclinate (singole o incrociate) – Lesioni attraverso discontinuità locali <sup>11</sup>	

<sup>1</sup> Valutazione del peso meccanismo di danno in relazione all'importanza del macroelemento all'interno della fabbrica.

<sup>2</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche-costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>3</sup> Qualità muraria delle pareti longitudinali del transetto. Il giudizio può derivare dall'Allegato murature relativo al transetto; tuttavia alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- monoliticità trasversale (presenza di diatoni);
- apparecchiatura e posa in opera degli elementi;
- stato di degrado della malta.

<sup>4</sup> Si deve valutare la presenza e la qualità degli architravi delle aperture (se presenti nelle pareti del transetto). *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- tipo di materiale (pietra, c.a., legno, acciaio, ecc.);
- tipologia dell'architrave (piattabanda, architrave ribassato, ecc.);
- degrado dell'elemento e della sua connessione con la muratura (appoggi dell'architrave).

<sup>5</sup> Si intende cordoli metallici reticolari o muratura armata o cordoli in c.a. sottili. Per tale ultimo caso va controllata e valutata l'altezza del cordolo in relazione allo spessore della muratura, in ogni caso un valore limite può essere stimato intorno ai 40 cm. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- qualità delle murature sottostante;
- cordoli che interessano tutto lo spessore murario;
- presenza del cordolo su tutte le murature del transetto.

<sup>6</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>7</sup> Si intende la presenza di cordoli in c.a. di grandi dimensioni che dovranno essere valutate in relazione allo spessore della muratura ma che in generale possono essere considerati tali se superano il valore limite di 40 cm. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sulla carenza costruttiva sono:

- qualità muraria;
- collegamento con la muratura sottostante.

<sup>8</sup> Si deve valutare la dimensione delle aperture (anche tamponate) poste in sommità delle pareti del transetto. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sulle carenze costruttive sono:

- dimensioni massime in relazione a quelle della parete;
- muratura di limitato spessore.

<sup>9</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>10</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato al sisma (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente, prima del terremoto.

<sup>11</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:

**0** = Danno nullo; **1** = Danno lieve; **2** = Danno medio; **3** = Danno grave; **4** = Danno molto grave; **5** = Collasso



12 - VOLTE DEL TRANSETTO			
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		Peso ( $\leq 1$ ): ___ <sup>1</sup>	Danno max. (0 a 5) ___ <sup>2</sup>
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i> <sup>3</sup> Presenza di catene in posizione efficace <sup>4</sup> ..... <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> <sup>5</sup> Presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura <sup>6</sup> Presenza di lunette di dimensioni considerevoli <sup>7</sup> Volte il foglio, con campate di grande luce <sup>8</sup> ..... <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale <sup>9</sup>		Lesioni nelle volte o sconnessioni degli arconi <sup>11</sup> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	pregresso <sup>10</sup>		Lesioni nelle volte o sconnessioni degli arconi <sup>11</sup> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Valutazione del peso meccanismo di danno in relazione all'importanza del macroelemento all'interno della fabbrica.

<sup>2</sup> Punta di danno massimo che si è rilevato in relazione a tale meccanismo di danno.

<sup>3</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche- costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>4</sup> Catene o tiranti metallici, individuabili in relazione alla presenza della catena stessa o dei bolzoni esterni. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- posizione delle catene in relazione alla tipologia della volta;
- catena in tensione o lenta;
- contatto bolzone-muratura;
- ancoraggi passivi o attivi;
- dimensione della catena.

<sup>5</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>6</sup> Si deve considerare la presenza di carichi concentrati sulle volte. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- puntelli lignei o in muratura;
- elementi inseriti come intervento recente ("manutenzione") o all'atto della costruzione dell'opera;
- presenza di elementi di ripartizione del carico sulla volta.

<sup>7</sup> Si deve valutare se sono presenti lunette di grandi dimensioni. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- dimensioni in relazione alla luce della volta;
- qualità muraria (spessore, stato di conservazione).

<sup>8</sup> Si deve valutare se le volte sono realizzate in laterizio con uno spessore non maggiore di circa 6-7 cm (mattoni di piatto). *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- luce della volta di dimensioni considerevoli (> 9 m);
- qualità muraria (stato di conservazione, deformazioni).

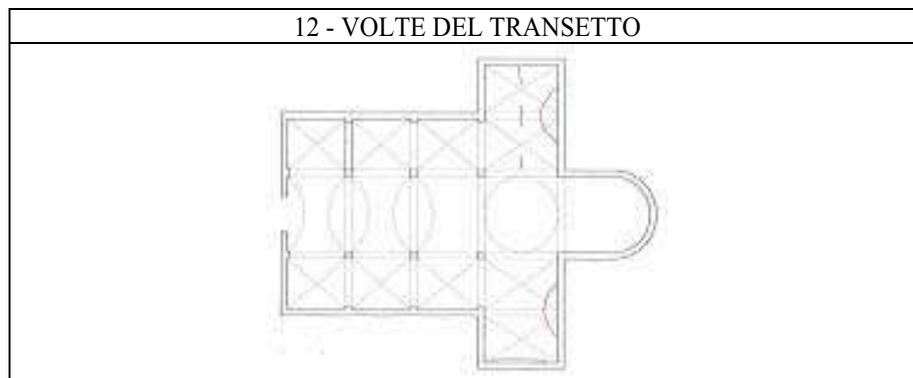
<sup>9</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>10</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia sempre associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà

marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.

<sup>11</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:

0 = Danno nullo; 1 = Danno lieve; 2 = Danno medio; 3 = Danno grave; 4 = Danno molto grave; 5 = Collasso



13 – ARCHI TRIONFALI				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i> <sup>1</sup> Pareti di contrasto efficaci (rapporto luce/larghezza aula) <sup>2</sup> Presenza di catene <sup>3</sup> Conci di buona fattura e/o adeguato spessore <sup>4</sup> Presenza di timpano superiore <sup>5</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> <sup>6</sup> Presenza di copertura pesante in c.a. <sup>7</sup> Presenza di cupola o tiburio <sup>8</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale <sup>9</sup>		Lesione nell'arco, scorrimento di conci – Schiacciamento alla base dei piedritti <sup>11</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	pregresso <sup>10</sup>		Lesione nell'arco, scorrimento di conci – Schiacciamento alla base dei piedritti <sup>11</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche-costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>2</sup> Pareti di taglio (legate al restringimento dell'aula in corrispondenza dell'abside-presbiterio) che totalmente o parzialmente forniscono un presidio per un'azione nel piano, impedendo la rotazione dei piedritti dell'arco trionfale. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- qualità muraria delle pareti di taglio;
- rapporto luce dell'arco/larghezza della aula. Un valore di riferimento per dimensioni che può essere considerato un limite è pari a 0.67;
- presenza delle pareti di taglio da entrambi i lati.

<sup>3</sup> Catene o tiranti metallici, individuabili in relazione alla presenza delle catene stesse o dei bolzoni. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- posizione della catena (intradossale od estradossale; all'imposta dell'arco o alle reni, ecc.)
- catena in tensione o lenta;
- contatto bolzone-muratura;
- ancoraggi passivi o attivi;
- dimensione della catena ( 26-30 mm).

<sup>4</sup> Qualità muraria dell'arco trionfale in relazione alla tessitura ed allo spessore dell'elemento architettonico. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati tali al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- spessore dell'arco rapportato alla sua luce;
- apparecchiatura e posa degli elementi;
- stato di conservazione della malta.

<sup>5</sup> Presenza del timpano superiore all'arco, visibile ispezionando il sottotetto. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati tali al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- qualità muraria del timpano;
- qualità dell'interconnessione timpano-arco;
- presenza di carichi della copertura sul timpano.

<sup>6</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>7</sup> Si deve valutare se è presente una copertura in latero-cemento (in sostituzione della copertura originaria) o se sono presenti irrigidimenti di falda con soletta armata (sopra al tavolato) di notevole spessore. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- presenza di cordolo leggero in corrispondenza della muratura;
- manto di copertura pesante (pietre naturali, ardesia, ecc.)

<sup>8</sup> Si deve valutare se è presente una cupola (con eventuale tiburio e lanterna superiore) impostata tramite i pennacchi sferici sugli archi trionfali. In tale caso, comune alle chiese a più navate, in cui sia presente in transetto, la valutazione del macroelemento riguarda tutti e quattro gli archi trionfali che eventualmente potrebbero essere presenti. *Efficacia*: alcuni parametri per valutare le carenze costruttive sono:

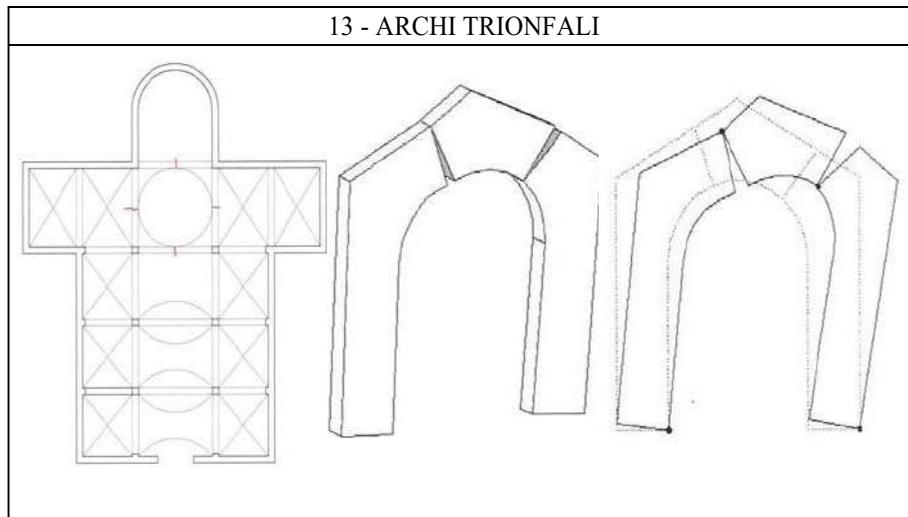
- imponenza della cupola in relazione al rapporto luce/spessore degli archi;
- presenza di tiburio e/o lanterna.

<sup>9</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>10</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia sempre associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.

<sup>11</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:

0 = Danno nullo; 1 = Danno lieve; 2 = Danno medio; 3 = Danno grave; 4 = Danno molto grave; 5 = Collasso



14 – CUPOLA - TAMBURIO/TIBURIO				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo:    Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si	No	<b>Presidi antisismici<sup>1</sup></b> Presenza cerchiatura esterna, anche a più livelli <sup>2</sup> Presenza nel tamburo di contrafforti esterni o paraste <sup>3</sup> Cupola direttamente impostata sugli archi trionfali (assenza del tamburo) <sup>4</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si	No	<b>Indicatori di vulnerabilità<sup>5</sup></b> Presenza di copertura pesante in c.a. <sup>6</sup> Presenza di grandi aperture nel tamburo <sup>7</sup> Presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura <sup>8</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale <sup>9</sup>		Lesioni nella cupola (ad arco) con eventuale prosecuzione nel tamburo <sup>11</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	pregresso <sup>10</sup>		Lesioni nella cupola (ad arco) con eventuale prosecuzione nel tamburo <sup>11</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche-costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>2</sup> Presenza di cerchiatura metallica o in FRP posta estradossalmente alla cupola. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- dimensioni dei tiranti metallici ( 26-30 mm o piatti);
- cerchiatura in tensione o lenta;
- cerchiatura singola o a più livelli;

- modalità di connessione tra i vari elementi della cerchiatura (presenza di tenditori).

<sup>3</sup> Si deve capire se nel tamburo o eventualmente nel tiburio sono presenti dei contrafforti esterni o delle paraste. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- qualità muraria degli eventuali contrafforti;
- grado di interconnessione tra i contrafforti o paraste e la muratura del tamburo;
- disposizione radiale e simmetrica di tali elementi.

<sup>4</sup> Si deve valutare se la cupola è direttamente impostata sugli archi trionfali, tramite la presenza dei pennacchi sferici, senza quindi la presenza del tamburo. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- qualità della muratura dei pennacchi sferici;
- snellezza dei pennacchi sferici.

<sup>5</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>6</sup> Si deve valutare se è presente una copertura in latero-cemento (in sostituzione della copertura originaria) o se sono presenti irrigidimenti di falda con soletta armata (sopra al tavolato) di notevole spessore. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- presenza di cordolo leggero in corrispondenza della muratura;
- manto di copertura pesante (pietra naturali, ardesia, ecc.).

<sup>7</sup> Si deve valutare se sono presenti aperture di dimensioni considerevoli nel tamburo. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- rapporto area chiusa e vuoti;
- qualità muraria del tamburo.

<sup>8</sup> Si deve considerare la presenza di carichi concentrati sulla cupola. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

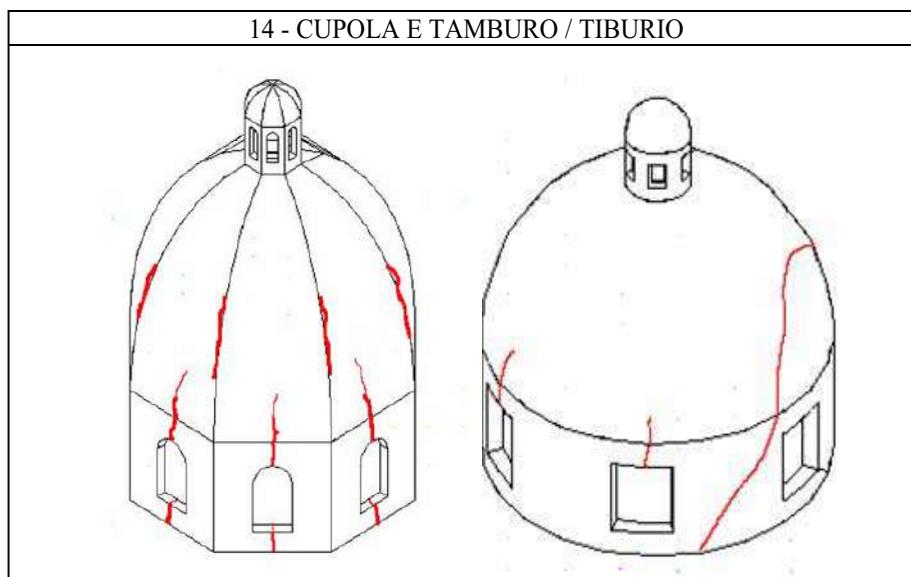
- puntelli lignei o in muratura;
- elementi inseriti come intervento recente di manutenzione o all'atto della costruzione dell'opera;
- presenza di elementi di ripartizione del carico sulla volta.

<sup>9</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>10</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia sempre associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.

<sup>11</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:

**0** = Danno nullo; **1** = Danno lieve; **2** = Danno medio; **3** = Danno grave; **4** = Danno molto grave; **5** = Collasso





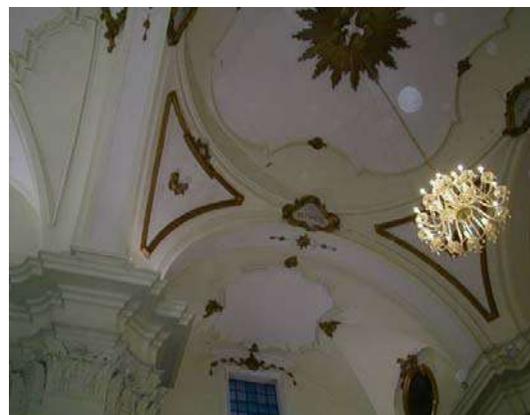
Ripabottoni (Cb) – Chiesa di S.Maria della Concezione



Larino (Cb) – Chiesa di S.Francesco



Castellino sul Biferno (Cb) – Chiesa di S.Pietro in Vincoli



Campodipietra (Cb) – Chiesa di S.Martino Vescovo



Toro (Cb) – Chiesa di S.Salvatore



S.Croce di Magliano (Cb) – Chiesa di S. Antonio da Padova



Morrone del Sannio (Cb) – Chiesa di S. Maria Maggiore

15 – LANTERNA			
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo:    Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i> <sup>1</sup> Presenza cerchiatura esterna <sup>2</sup> Presenza di paraste o contrafforti <sup>3</sup> Dimensioni contenute rispetto a quelle della cupola <sup>4</sup> .....
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> <sup>5</sup> Lanterna di elevata snellezza, con grandi aperture e piccoli pilastri <sup>6</sup> .....
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Danno	attuale <sup>7</sup>		Lesioni nel cupolino della lanterna – Rotazioni dei piedritti <sup>9</sup>
	pregresso <sup>8</sup>		Lesioni nel cupolino della lanterna – Rotazioni dei piedritti <sup>9</sup>
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche-costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>2</sup> Presenza di cerchiatura metallica o in FRP posta estradossalmente alla lanterna. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- dimensioni dei tiranti metallici;
- cerchiatura in tensione o lenta;
- cerchiatura singola o a più livelli;
- modalità di connessione tra i vari elementi della cerchiatura (presenza di tenditori).

<sup>3</sup> Si deve capire se sono presenti dei contrafforti esterni o delle paraste. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- qualità muraria degli eventuali contrafforti;
- grado di interconnessione tra i contrafforti o paraste e la muratura del tamburo;
- disposizione radiale e simmetrica di tali elementi.

<sup>4</sup> Si deve valutare se la lanterna è di dimensioni trascurabili in relazione alla cupola su cui è impostata. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- rapporto luce-lanterna/luce-cupola. Un valore limite che può essere tenuto in considerazione è pari a 0.15;

<sup>5</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>6</sup> Si deve valutare se la lanterna presenta una snellezza considerevole, anche in relazione alle eventuali aperture. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

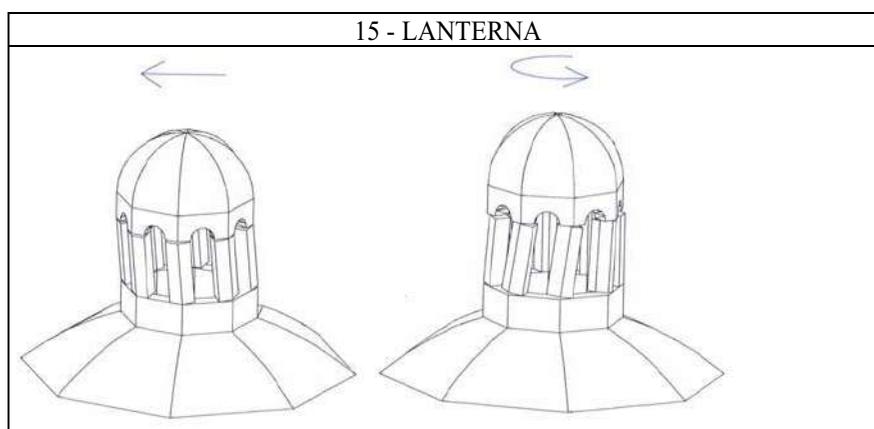
- numero delle aperture;
- presenza di pilastri di elevata snellezza;
- presenza di una massa imponente in sommità.

<sup>7</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>8</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia sempre associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.

<sup>9</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:

**0** = Danno nullo; **1** = Danno lieve; **2** = Danno medio; **3** = Danno grave; **4** = Danno molto grave; **5** = Collasso



16 – RIBALTAMENTO DELL'ABSIDE				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo:    Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i> <sup>1</sup> Presenza di cerchiatura (semicircolare e poligonale) o catene (rettangolare) <sup>2</sup> Presenza di efficaci elementi di contrasto (contrafforti, corpi addossati, altri edifici) <sup>3</sup> Presenza di copertura controventata, non spingente <sup>4</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> <sup>5</sup> Presenza di forte indebolimento per la presenza di aperture nelle pareti <sup>6</sup> Presenza di volte spingenti <sup>7</sup> Cordoli rigidi, copertura pesante, puntoni di falda in c.a. <sup>8</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale <sup>9</sup>		Lesioni verticali o arcuate nelle pareti dell'abside <sup>11</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	pregresso <sup>10</sup>		Lesioni verticali o arcuate nelle pareti dell'abside <sup>11</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche-costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>2</sup> Catene o cerchiatura metallica (FRP), interne od esterne all'elemento architettonico. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- catena in tensione o lenta;
- contatto bolzone-muratura;
- ancoraggi passivi o attivi;
- dimensione della catena ( 26-30 mm);
- cerchiatura singola o a più livelli;
- modalità di connessione tra i vari elementi della cerchiatura (presenza di tenditori).

<sup>3</sup> Edifici, contrafforti che totalmente o parzialmente impediscono la rotazione fuori del piano dell'abside. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- dimensioni del contrafforte adeguate in relazione all'altezza della parete absidale;
- numero dei contrafforti in relazione alle dimensioni dell'abside (contrasto simmetrico o solo parziale).

<sup>4</sup> Si deve valutare se la presenza di una controventatura della copertura può limitare o impedire totalmente la spinta fuori del piano.

*Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- tipologia di controvento (tavolato incrociato, croci di S. Andrea, ecc.);
- incremento di carico in relazione alla presenza del controvento;
- qualità dell'interconnessione tra gli elementi di controvento e gli elementi della copertura.

<sup>5</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>6</sup> Si deve valutare se sono presenti grandi aperture sulle pareti laterali. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- vicinanza al cantonale rispetto ad una retta inclinata di 45° che si sviluppa dalla base del cantonale;
- dimensioni delle aperture;
- presenza di aperture su entrambe le pareti laterali.

<sup>7</sup> Si deve valutare se è presente una volta spingente (catino absidale), in grado di determinare un'azione fuori del piano già in condizioni statiche. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- luce della volta absidale;
- presenza di archi rampanti nella volta che possono determinare delle spinte localizzate;
- volte di notevole peso (spessore notevole e/o presenza di riempimento).

<sup>8</sup> Si deve valutare se è presente una copertura in latero-cemento (in sostituzione della copertura originaria) o se sono presenti irrigidimenti di falda con soletta armata (sopra al tavolato) di notevole spessore. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

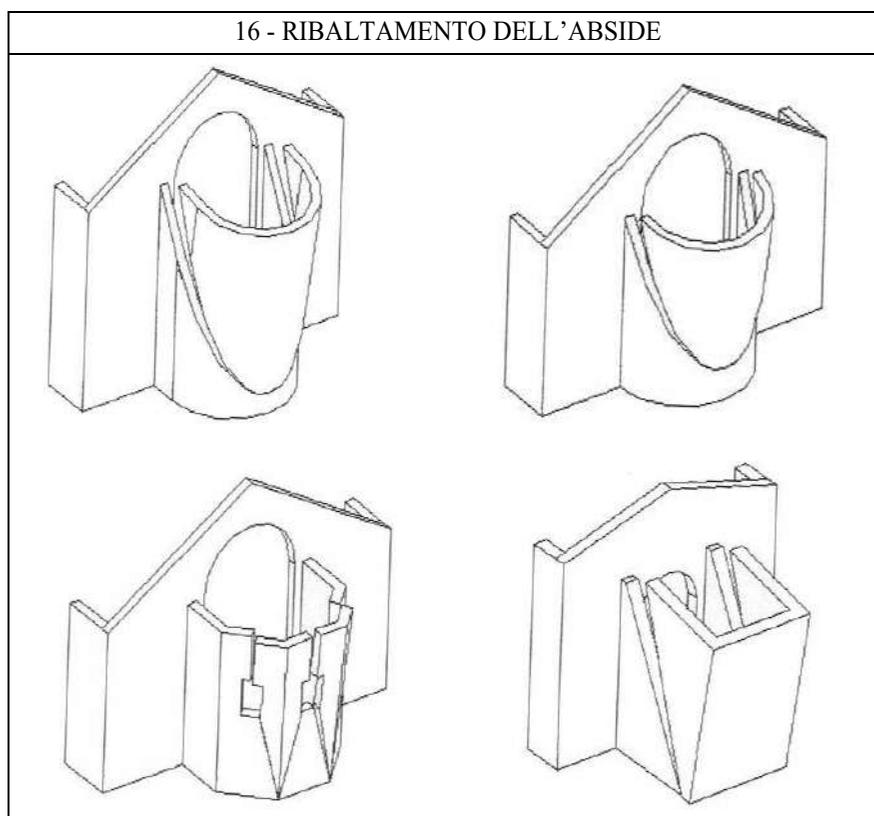
- presenza di cordolo in c.a. in corrispondenza della muratura;
- presenza di puntoni di falda in c.a.;
- manto di copertura in pietre naturali.

<sup>9</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>10</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia sempre associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.

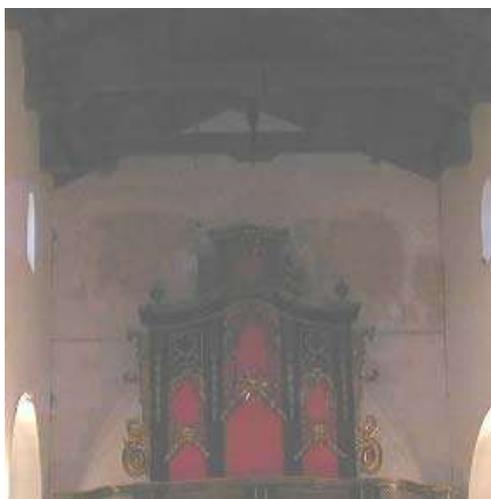
<sup>11</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:

**0** = Danno nullo; **1** = Danno lieve; **2** = Danno medio; **3** = Danno grave; **4** = Danno molto grave; **5** = Collasso





Ripabottoni (Cb) – S.Maria Assunta



S.Giuliano di Puglia (Cb) – Chiesa di S.Giuliano



S.Elia a Pianisi (Cb) – Chiesa di S-Elia Profeta

17 – MECCANISMI DI TAGLIO NEL PRESBITERIO O NELL'ABSIDE				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo:    Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i> <sup>1</sup> Muratura uniforme (unica fase costruttiva) e di buona qualità <sup>2</sup> Presenza di buoni architravi nelle aperture <sup>3</sup> Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili) <sup>4</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> <sup>5</sup> Presenza di cordoli rigidi, copertura pesante <sup>6</sup> Presenza di grandi aperture (anche tamponate), muratura di limitato spessore <sup>7</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Danno	attuale <sup>8</sup>		Lesioni inclinate (singole o incrociate) – Lesioni attraverso discontinuità locali <sup>10</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	pregresso <sup>9</sup>		Lesioni inclinate (singole o incrociate) – Lesioni attraverso discontinuità locali <sup>10</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche-costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>2</sup> Qualità muraria delle pareti del presbiterio o dell'abside. Il giudizio può derivare dall'Allegato murature relativo alle pareti del presbiterio e dell'abside; tuttavia alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- monoliticità trasversale (presenza di diatoni);
- apparecchiatura e posa in opera degli elementi;
- stato di degrado della malta.

<sup>3</sup> Si deve valutare la presenza e la qualità degli architravi delle aperture (se presenti nelle pareti del presbiterio o dell'abside).

*Efficacia:* alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- tipo di materiale (pietra, c.a., legno, acciaio, ecc.);
- tipologia dell'architrave (piattabanda, architrave ribassato);
- degrado dell'elemento e della sua connessione con la muratura.

<sup>4</sup> Si intendono cordoli metallici reticolari o in muratura armata o cordoli in c.a. sottili. Per questo ultimo caso deve essere valutata l'altezza del cordolo in relazione allo spessore della muratura; in ogni caso un valore limite può essere stimato intorno ai 40 cm.

*Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati per valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- qualità delle muratura sottostante;
- cordoli che interessano tutto lo spessore murario;
- presenza del cordolo su tutte le pareti del presbiterio.

<sup>5</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>6</sup> Si intende la presenza di cordoli in c.a. di grandi dimensioni che dovranno essere valutate in relazione allo spessore della muratura ma che in generale possono essere considerati tali se superano il valore limite di 40 cm. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sulle carenze costruttive sono:

- qualità muraria;
- collegamento con la muratura sottostante.

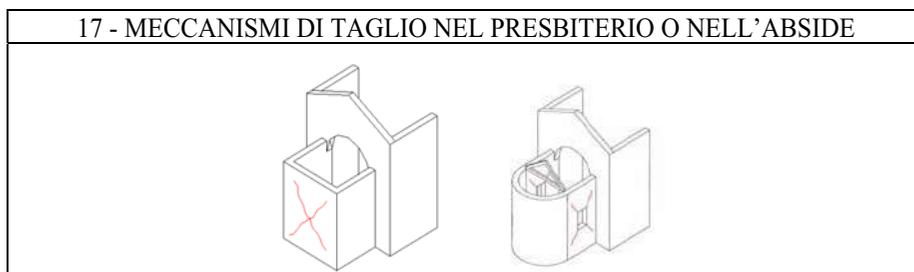
<sup>7</sup> Si deve valutare la dimensione delle aperture eventualmente presenti nell'abside o nel presbiterio. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- dimensioni massime in relazione a quelle della parete.

<sup>8</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>9</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente a un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma sempre associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del sisma.

<sup>10</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli: **0** = Danno nullo; **1** = Danno lieve; **2** = Danno medio; **3** = Danno grave; **4** = Danno molto grave; **5** = Collasso



18 – VOLTE DEL PRESBITERIO O DELL'ABSIDE				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				Punta di danno massimo (da 0 a 5): <sup>1</sup>
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i> <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di catene in posizione efficace <sup>3</sup> .....	
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> <sup>4</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura <sup>5</sup>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di lunette di dimensioni considerevoli <sup>6</sup>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Volte il foglio, con campate di grande luce <sup>7</sup> .....	
Danno	attuale <sup>8</sup>		Lesioni nelle volte o sconnessioni degli arconi <sup>10</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	pregresso <sup>9</sup>		Lesioni nelle volte o sconnessioni degli arconi <sup>10</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Punta di danno massimo che si è rilevato in relazione a tale meccanismo di danno.

<sup>2</sup> Lista dei di quelle soluzioni tecnologiche-costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>3</sup> Catene o tiranti metallici individuabili in relazione alla presenza della catena stessa o dei bolzoni esterni. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- posizione delle catene in relazione alla tipologia della volta;
- catena in tensione o lenta;
- contatto bolzone-muratura;
- ancoraggi passivi o attivi;
- dimensione della catena ( 26-30 mm).

<sup>4</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>5</sup> Si deve considerare la presenza di carichi concentrati sulle volte. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- puntelli lignei o in muratura;
- elementi inseriti come intervento recente di "manutenzione" o all'atto della costruzione dell'opera;

- presenza di elementi di ripartizione del carico sulla volta.

<sup>6</sup> Si deve valutare se sono presenti lunette di grandi dimensioni. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- dimensioni in relazione alla luce della volta;
- qualità muraria (spessore, stato di conservazione).

<sup>7</sup> Si deve valutare se le volte sono realizzate in laterizio con uno spessore medio di circa 6-7 cm (mattoni di piatto). *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

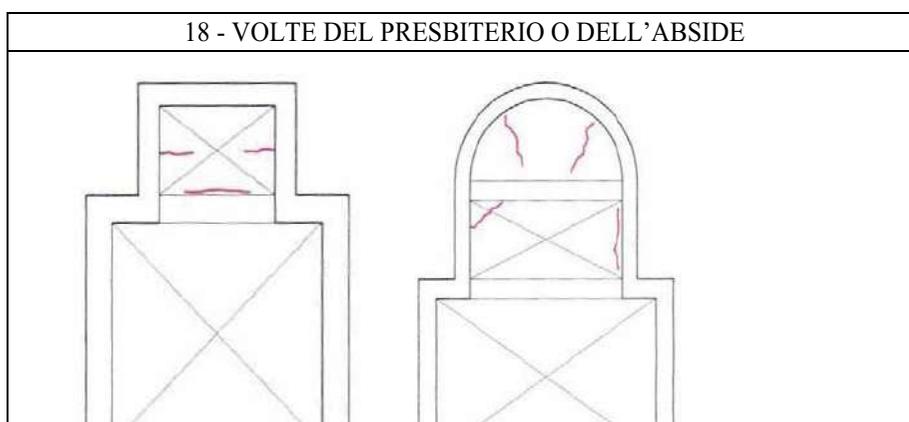
- luce della volta di dimensioni considerevoli (> 9 m);
- qualità muraria (spessore, stato di conservazione).

<sup>8</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>9</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma sempre associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del sisma.

<sup>10</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:

0 = Danno nullo; 1 = Danno lieve; 2 = Danno medio; 3 = Danno grave; 4 = Danno molto grave; 5 = Collasso



19 – MECCANISMI NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA - PARETI LATERALI DELL'AULA				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			Punta di danno massimo (da 0 a 5): <sup>1</sup>	
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i> <sup>2</sup>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili) <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di collegamento puntuale delle travi alla muratura <sup>4</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di controventi di falda (tavolato incrociato o tiranti metallici) <sup>5</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di buone connessioni tra gli elementi di orditura della copertura <sup>6</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
			.....	
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> <sup>7</sup>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di copertura staticamente spingente <sup>8</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cordoli rigidi, copertura pesante <sup>9</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
			.....	
Danno	Attuale <sup>10</sup>		Lesioni vicine alle teste delle travi lignee, scorrimento delle stesse – Sconnessioni tra i cordoli e muratura – Movimenti significativi del manto – Sconnessioni e movimenti tra gli elementi di orditura principale <sup>12</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	pregresso <sup>11</sup>		Lesioni vicine alle teste delle travi lignee, scorrimento delle stesse – Sconnessioni tra i cordoli e muratura – Movimenti significativi del manto – Sconnessioni e movimenti tra gli elementi di orditura principale <sup>12</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Punta di danno massimo che si è rilevato in relazione a tale meccanismo di danno.

<sup>2</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche-costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>3</sup> Per presenza di cordoli leggeri s'intende cordoli metallici reticolari o in muratura armata o cordoli in c.a. sottili. Per questo ultimo caso deve essere valutata l'altezza del cordolo in relazione allo spessore della muratura; in ogni caso un valore limite può essere stimato intorno ai 40 cm. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- qualità della muratura sottostante;
- cordoli che interessano tutto lo spessore murario;
- prosecuzione del cordolo sulle murature di altri macroelementi (facciata, abside, transetto, ecc.).

<sup>4</sup> Si deve rilevare se esiste la presenza di collegamenti tra le travi della copertura (puntoni e/o arcarecci) e la muratura. In molti casi, le travi stesse della copertura hanno una funzione di catena per la presenza di capochiavi che, collegati alle teste delle travi lignee

tramite sogofese, limitano un'azione fuori del piano. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- stato di conservazione della connessione bolzone-trave lignea;
- dimensione del bolzone;
- numero di travi catene rispetto alla totalità dei terzi presenti.

<sup>5</sup> Elementi di irrigidimento della falda nel proprio piano. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- tipologia del controvento (tavolato incrociato, croci di S. Andrea);
- incremento del carico in relazione alla situazione precedente all'inserimento dell'intervento di controventamento;
- stato di conservazione delle connessione struttura lignea-controvento.

<sup>6</sup> Si deve valutare la qualità delle connessioni tra gli elementi della copertura. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- tipologia delle connessioni (lignee, metalliche, ecc.);
- stato di manutenzione e conservazione delle connessioni;
- presenza di connessioni tra elementi principali;
- presenza di connessioni tra elementi principali e secondari.

<sup>7</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>8</sup> Si deve valutare se la copertura si può considerare spingente anche in condizioni statiche. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- tipologia della copertura (lignee, metalliche, in c.a.);
- individuazione dello schema statico (spinta eliminata:capriata; debolmente spingente: terzi e colmo; spingente: puntoni di falda);

<sup>9</sup> Si intende la presenza di cordoli in c.a di grandi dimensioni che dovranno essere valutate in relazione allo spessore della muratura ma che in generale possono essere considerati tali se superano il valore limite di 40 cm. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sulle carenze costruttiva sono:

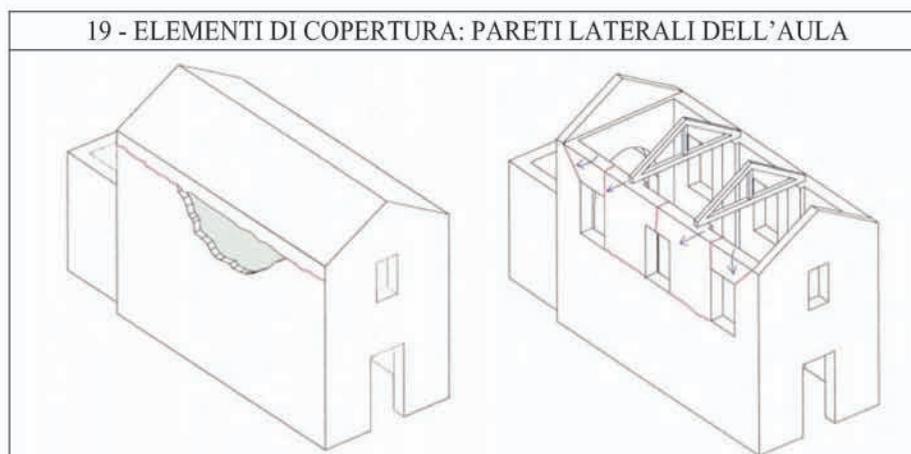
- qualità muraria;
- collegamento con la muratura sottostante;
- prosecuzione del cordolo sulla facciata absidale.

<sup>10</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>11</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia sempre associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.

<sup>12</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:

0 = Danno nullo; 1 = Danno lieve; 2 = Danno medio; 3 = Danno grave; 4 = Danno molto grave; 5 = Collasso



20 – MECCANISMI NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA – TRANSETTO				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			Peso nella fabbrica ( $\leq 1$ ): _____ <sup>1</sup>	
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i> <sup>2</sup> Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili) <sup>3</sup> Presenza di collegamento puntuale delle travi alla muratura <sup>4</sup> Presenza di controventi di falda (tavolato incrociato o tiranti metallici) <sup>5</sup> Presenza di connessioni tra gli elementi di orditura della copertura <sup>6</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> <sup>7</sup> Presenza di copertura staticamente spingente <sup>8</sup> Presenza di cordoli rigidi, copertura pesante <sup>9</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale <sup>10</sup>		Lesioni vicine alle teste delle travi lignee, scorrimento delle stesse – Sconnessioni tra i cordoli e muratura – Movimenti significativi del manto <sup>12</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	pregresso <sup>11</sup>		Lesioni vicine alle teste delle travi lignee, scorrimento delle stesse – Sconnessioni tra i cordoli e muratura – Movimenti significativi del manto <sup>12</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Valutazione del peso meccanismo di danno in relazione all'importanza del macroelemento all'interno della fabbrica.

<sup>2</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche-costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>3</sup> Per presenza di cordoli leggeri s'intende cordoli metallici reticolari o in muratura armata o cordoli in c.a. sottili. Per questo ultimo caso deve essere valutata l'altezza del cordolo in relazione allo spessore della muratura; in ogni caso un valore limite può essere stimato intorno ai 40 cm. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- qualità della muratura sottostante;
- cordoli che interessano tutto lo spessore murario;
- presenza del cordolo sulle murature di altri macroelementi (facciata, abside, transetto, ecc.).

<sup>4</sup> Si deve rilevare se esiste la presenza di collegamenti tra le travi della copertura (punti e/o arcarecci) e la muratura. In molti casi, le travi stesse della copertura hanno una funzione di catena per la presenza di capochiavi che, collegati alle teste delle travi lignee tramite sogfese, limitano un'azione fuori del piano. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- stato di conservazione della connessione bolzone-trave lignea;
- dimensione del bolzone;
- numero di travi catene rispetto alla totalità dei terzi presenti.

<sup>5</sup> Elementi di irrigidimento della falda nel proprio piano. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- tipologia del controvento (tavolato incrociato, croci di S. Andrea);
- incremento del carico in relazione alla situazione precedente all'inserimento dell'intervento di controventamento;
- stato di conservazione delle connessione struttura lignea-controvento.

<sup>6</sup> Si deve valutare la qualità delle connessioni tra gli elementi della copertura. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- tipologia delle connessioni (lignee, metalliche, ecc.);
- stato di manutenzione e conservazione delle connessioni;
- presenza di connessioni tra elementi principali;
- presenza di connessioni tra elementi principali e secondari.

<sup>7</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>8</sup> Si deve valutare se la copertura si può considerare spingente anche in condizioni statiche. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- tipologia della copertura (lignee, metalliche, in c.a.);
- individuazione dello schema statico (spinta eliminata:capriata; debolmente spingente: terzi e colmo; spingente: puntoni di falda).

<sup>9</sup> Si intende la presenza di cordoli in c.a. di grandi dimensioni che dovranno essere valutate in relazione allo spessore della muratura ma che in generale possono essere considerati tali se superano il valore limite di 40 cm. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sulla carenza costruttiva sono:

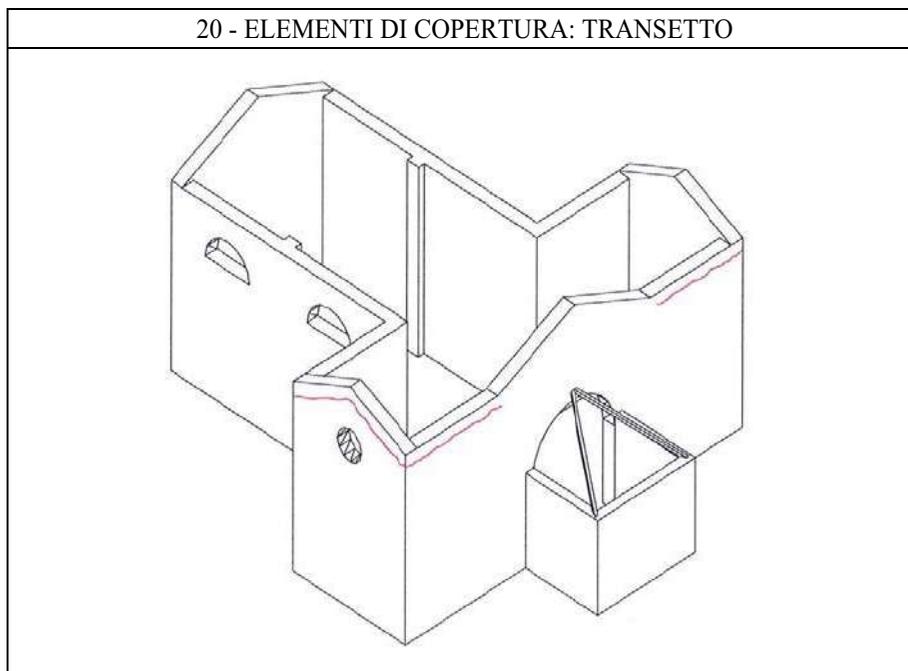
- qualità muraria;
- collegamento con la muratura sottostante;
- prosecuzione del cordolo sulla facciata absidale.

<sup>10</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>11</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia sempre associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.

<sup>12</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:

0 = Danno nullo; 1 = Danno lieve; 2 = Danno medio; 3 = Danno grave; 4 = Danno molto grave; 5 = Collasso



21 – MECCANISMI NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA – ABISDE E PRESBITERIO				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici<sup>1</sup></i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili) <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di collegamento puntuale delle travi alla muratura <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di controventi di falda (tavolato incrociato o tiranti metallici) <sup>4</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di connessioni tra gli elementi di orditura della copertura <sup>5</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
			.....	
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità<sup>6</sup></i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di copertura staticamente spingente <sup>7</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cordoli rigidi, copertura pesante <sup>8</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
			.....	
Danno	attuale <sup>9</sup>		Lesioni vicine alle teste delle travi lignee, scorrimento delle stesse – Sconnessioni tra i cordoli e muratura – Movimenti significativi del manto – Sconnessioni e movimenti tra gli elementi di orditura principale <sup>11</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	pregresso <sup>10</sup>		Lesioni vicine alle teste delle travi lignee, scorrimento delle stesse – Sconnessioni tra i cordoli e muratura – Movimenti significativi del manto – Sconnessioni e movimenti tra gli elementi di orditura principale <sup>11</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche-costruttive che possono contrastare l’attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

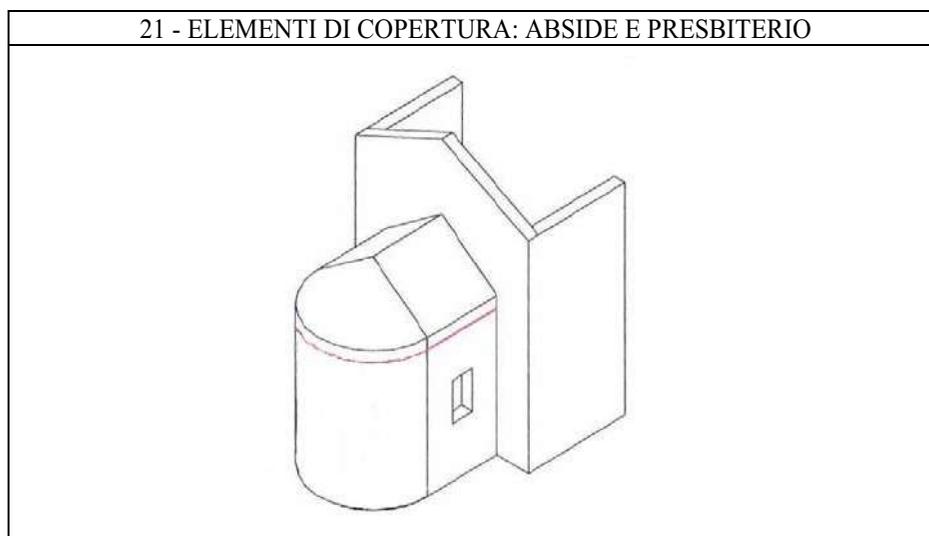
<sup>2</sup> Per presenza di cordoli leggeri s’intende cordoli metallici reticolari o in muratura armata o cordoli in c.a. sottili. Per questo ultimo caso deve essere valutata l’altezza del cordolo in relazione allo spessore della muratura; in ogni caso un valore limite può essere stimato intorno ai 40 cm. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull’efficacia sono:

- qualità della muratura sottostante;
- cordoli che interessano tutto lo spessore murario;
- prosecuzione del cordolo sulle murature di altri macroelementi (facciata, abside, transetto, ecc.).

<sup>3</sup> Si deve rilevare se esiste la presenza di collegamenti tra le travi della copertura (punti e/o arcarecci) e la muratura. In molti casi, le travi stesse della copertura hanno una funzione di catena per la presenza di capochiavi che collegati alle teste delle travi lignee tramite sogofese limitano un’azione fuori del piano. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull’efficacia sono:

- stato di conservazione della connessione bolzone-trave lignea;
- dimensione del bolzone;
- numero di travi catene rispetto alla totalità dei terzi presenti.

- <sup>4</sup> Elementi di irrigidimento della falda nel proprio piano. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:
- tipologia del controvento (tavolato incrociato, croci di S. Andrea)
  - incremento del carico in relazione alla situazione precedente all'inserimento dell'intervento di controventamento;
  - stato di conservazione delle connessione struttura lignea-controvento.
- <sup>5</sup> Si deve valutare la qualità delle connessioni tra gli elementi della copertura. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:
- tipologia delle connessioni (lignee, metalliche, ecc.);
  - stato di manutenzione e conservazione delle connessioni;
  - presenza di connessioni tra elementi principali;
  - presenza di connessioni tra elementi principali e secondari.
- <sup>6</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.
- <sup>7</sup> Si deve valutare se la copertura si può considerare spingente anche in condizioni statiche. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:
- tipologia della copertura (lignee, metalliche, in c.a.);
  - individuazione dello schema statico (spinta eliminata:capriata; debolmente spingente: terzeri e colmo; spingente: puntoni di falda).
- <sup>8</sup> Si intende la presenza di cordoli in c.a. di grandi dimensioni che dovranno essere valutate in relazione allo spessore della muratura ma che in generale possono essere considerati tali se superano il valore limite di 40 cm. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sulla carenza costruttiva sono:
- qualità muraria;
  - collegamento con la muratura sottostante;
  - prosecuzione del cordolo sulla facciata absidale.
- <sup>9</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).
- <sup>10</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia sempre associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.
- <sup>11</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:
- 0** = Danno nullo; **1** = Danno lieve; **2** = Danno medio; **3** = Danno grave; **4** = Danno molto grave; **5** = Collasso



22 - RIBALTAMENTO DELLE CAPPELLE				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			Peso ( $\leq 1$ ): ___ <sup>1</sup>	Danno max. (0 a 5) ___ <sup>2</sup>
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i> <sup>3</sup> Presenza di efficaci elementi di contrasto (contrafforti, edifici addossati) <sup>4</sup> Presenza di cerchiatura o incatenamento <sup>5</sup> Ammorsamento di buona qualità tra la parete frontale ed i muri laterali <sup>6</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> <sup>7</sup> Presenza di forte indebolimento per la presenza di aperture nelle pareti <sup>8</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	Attuale <sup>9</sup>		Distacco della parete frontale dalle pareti laterali <sup>11</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Vecchio <sup>10</sup>		Distacco della parete frontale dalle pareti laterali <sup>11</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Valutazione del peso meccanismo di danno in relazione all'importanza del macroelemento all'interno della fabbrica.

<sup>2</sup> Punta di danno massimo che si è rilevato in relazione a tale meccanismo di danno.

<sup>3</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche-costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>4</sup> Edifici, contrafforti che totalmente o parzialmente impediscono la rotazione fuori del piano delle pareti delle cappelle. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- dimensioni del contrafforte adeguate all'altezza della parete delle cappelle;
- numero dei contrafforti in relazione alle dimensioni delle parete (contrasto simmetrico o solo parziale).

<sup>5</sup> Catene o cerchiature metallici (FRP) individuabili in relazione alla presenza della catena stessa o dei bolzoni esterni sulle pareti delle cappelle. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- numero delle catene in relazione alle dimensioni della cappella;
- catena in tensione o lenta;
- contatto bolzone-muratura;
- numero adeguato in relazione alle dimensioni delle facciate;
- ancoraggi passivi o attivi;
- dimensione della catena.

<sup>6</sup> Per ammorsamento si intende il grado di mutuo ingranamento tra la facciata e le pareti di ortogonali della cappella. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- ingranamento a pettine del cantonale;
- uniformità della qualità muraria nelle pareti laterali;
- monoliticità trasversale della muratura in corrispondenza del cantonale.

<sup>7</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

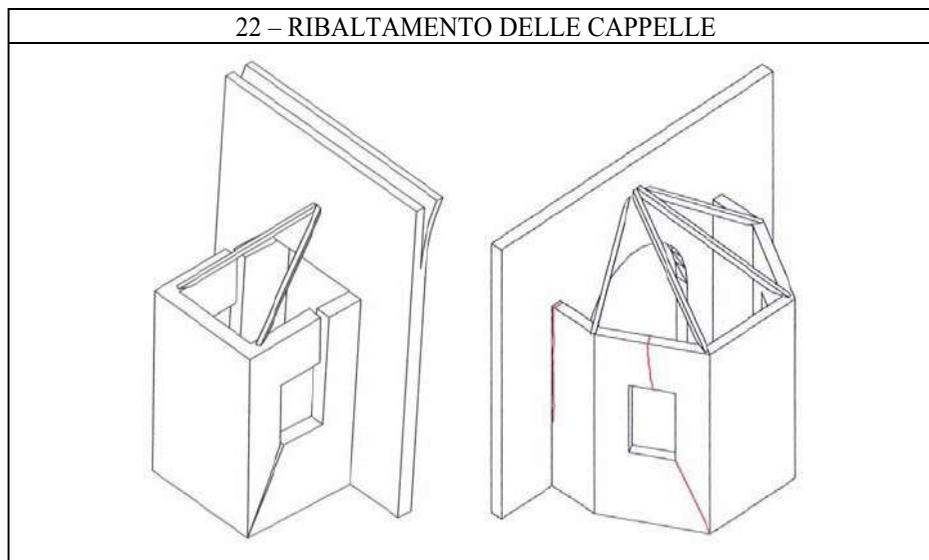
<sup>8</sup> Si deve valutare la dimensione dell'aperture poste in sommità della facciata della cappella e in prossimità delle pareti laterali della cappella. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio della carenza sono:

- dimensioni massime in relazione alla larghezza della facciata;
- vicinanza al cantonale (rispetto ad una retta inclinata di 45° che si sviluppa dalla base del cantonale) delle aperture sulle pareti laterali delle cappelle;
- distanza dalla quota di colmo del centro del rosone.

<sup>9</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>10</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.

<sup>11</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli: **0** = Danno nullo; **1** = Danno lieve; **2** = Danno medio; **3** = Danno grave; **4** = Danno molto grave; **5** = Collasso



<b>23 – MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI DELLE CAPPELLE</b>				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			Peso ( $\leq 1$ ): ____ <sup>1</sup>	Danno max. (0 a 5) ____ <sup>2</sup>
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i> <sup>3</sup> Muratura uniforme (unica fase costruttiva) e di buona qualità <sup>4</sup> Presenza di buoni architravi nelle aperture <sup>5</sup> Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili) <sup>6</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> <sup>7</sup> Presenza di cordoli rigidi, copertura pesante <sup>8</sup> Presenza di grandi aperture (anche tamponate), muratura di limitato spessore <sup>9</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	Attuale <sup>10</sup>	Lesioni inclinate (singole o incrociate) – Lesioni attraverso discontinuità locali <sup>12</sup>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Vecchio <sup>11</sup>	Lesioni inclinate (singole o incrociate) – Lesioni attraverso discontinuità locali <sup>12</sup>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Valutazione del peso meccanismo di danno in relazione all'importanza del macroelemento all'interno della fabbrica.

<sup>2</sup> Punta di danno massimo che si è rilevato in relazione a tale meccanismo di danno.

<sup>3</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche-costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>4</sup> Qualità muraria delle pareti delle cappelle. Il giudizio può derivare dall'Allegato murature relativo alle cappelle; tuttavia alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- monoliticità trasversale (presenza di diatoni);
- apparecchiatura e posa in opera degli elementi;
- stato di degrado della malta.

<sup>5</sup> Si deve valutare la presenza e la qualità degli architravi delle aperture (se presenti nelle pareti del presbiterio o dell'abside). *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- tipo di materiale (pietra, c.a., legno, acciaio, ecc.);
- tipologia dell'architrave (piattabanda, architrave ribassato);
- degrado dell'elemento e della sua connessione con la muratura.

<sup>6</sup> Per presenza di cordoli leggeri, si intende cordoli metallici reticolari o in muratura armata o cordoli in c.a. sottili. Per questo ultimo caso deve essere valutata l'altezza del cordolo in relazione allo spessore della muratura; un valore limite può essere stimato intorno ai 40 cm. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- qualità delle muratura sottostante;
- cordoli che interessano tutto lo spessore murario;
- prosecuzione del cordolo sulle murature longitudinali.

<sup>7</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>8</sup> Si intende la presenza di cordoli in c.a. di grandi dimensioni che dovranno essere valutate in relazione allo spessore della muratura ma che in generale possono essere considerati tali se superano il valore limite di 40 cm. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sulla carenza costruttiva sono:

- qualità muraria;
- collegamento con la muratura sottostante;
- prosecuzione del cordolo sulla facciata absidale.

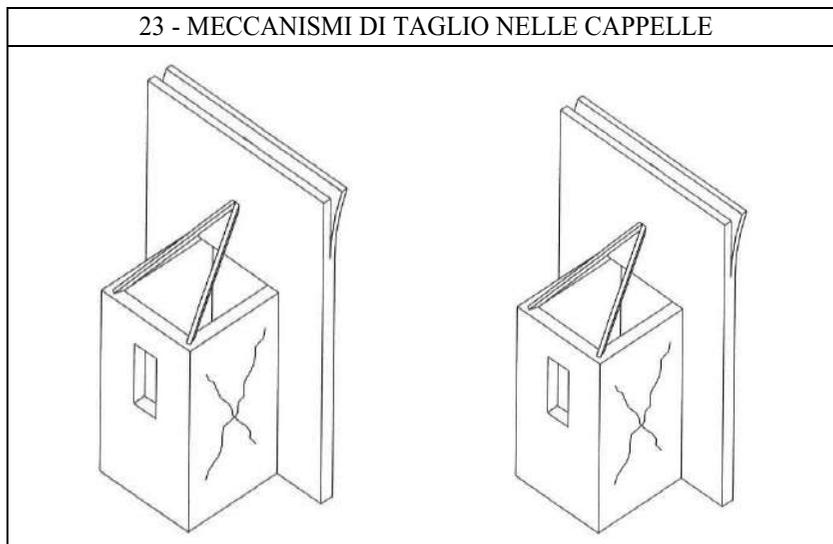
<sup>9</sup> Si deve valutare la dimensione delle aperture poste in sommità delle pareti delle cappelle. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- dimensioni massime in relazione a quelle della parete.

<sup>10</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>11</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.

<sup>12</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli: **0** = Danno nullo; **1** = Danno lieve; **2** = Danno medio; **3** = Danno grave; **4** = Danno molto grave; **5** = Collasso



24 – VOLTE DELLE CAPPELLE				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			Peso ( $\leq 1$ ): ___ <sup>1</sup>	Danno max. (0 a 5) ___ <sup>2</sup>
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i> <sup>3</sup> Presenza di catene in posizione efficace <sup>4</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> <sup>5</sup> Presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura <sup>6</sup> Presenza di lunette di dimensioni considerevoli <sup>7</sup> Volte il foglio, con campate di grande luce <sup>8</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale <sup>9</sup>		Lesioni nelle volte o sconessioni degli arconi <sup>11</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Vecchio <sup>10</sup>		Lesioni nelle volte o sconessioni degli arconi <sup>11</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Valutazione del peso meccanismo di danno in relazione all'importanza del macroelemento all'interno della fabbrica.

<sup>2</sup> Punta di danno massimo che si è rilevato in relazione a tale meccanismo di danno.

<sup>3</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche-costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>4</sup> Catene o tiranti metallici, individuabili in relazione alla presenza della catena stessa o dei bolzoni esterni. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- posizione delle catene in relazione alla tipologia della volta;
- catena in tensione o lenta;
- contatto bolzone-muratura;
- ancoraggi passivi o attivi;
- dimensione della catena ( 26-30 mm).

<sup>5</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>6</sup> Si deve considerare la presenza di carichi concentrati sulle volte. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- puntelli lignei o in muratura;
- elementi inseriti come intervento recente di "manutenzione" o all'atto della costruzione dell'opera;
- presenza di elementi di ripartizione del carico sulla volta.

<sup>7</sup> Si deve valutare se sono presenti lunette di grandi dimensioni. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- dimensioni in relazione alla luce della volta;
- qualità muraria (spessore, stato di conservazione).

<sup>8</sup> Si deve valutare se le volte sono realizzate in laterizio con uno spessore non maggiore di circa 6-7 cm (un mattone di piatto).  
*Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

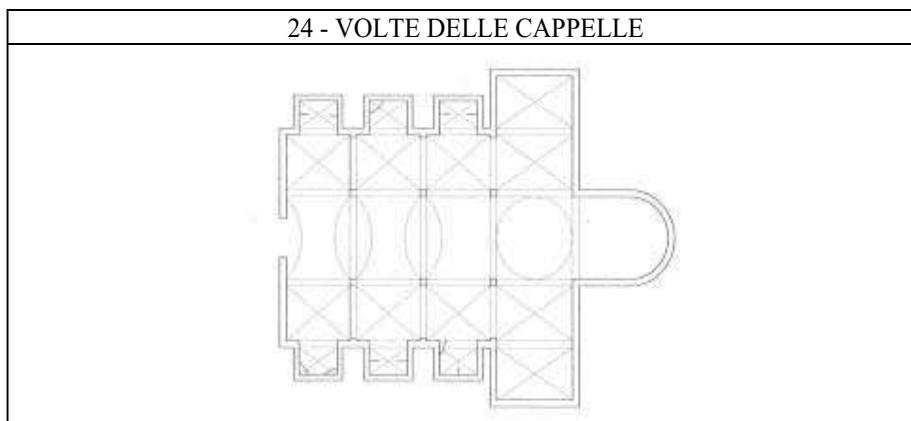
- luce della volta di dimensioni considerevoli (> 9 m);
- qualità muraria (stato di conservazione, deformazioni).

<sup>9</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>10</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.

<sup>11</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:

**0** = Danno nullo; **1** = Danno lieve; **2** = Danno medio; **3** = Danno grave; **4** = Danno molto grave; **5** = Collasso



25 – INTERAZIONI IN PROSSIMITÀ DI IRREGOLARITÀ PLANO-ALTIMETRICHE				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			Peso nella fabbrica ( $\leq 1$ ): _____ <sup>1</sup>	
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i> <sup>2</sup> Presenza di un'adeguata connessione tra le murature di fasi diverse <sup>3</sup> Presenza di catene di collegamento <sup>4</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> <sup>5</sup> Presenza di un'elevata differenza di rigidezza tra i due corpi <sup>6</sup> Possibilità di azioni concentrate trasmesse dall'elemento di collegamento <sup>7</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale <sup>8</sup>		Movimento del giunto o lesioni nella muratura per martellamento – Lesioni verticali nel corpo meno rigido – Rotazione nel corpo più alto <sup>10</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	pregresso <sup>9</sup>		Movimento del giunto o lesioni nella muratura per martellamento – Lesioni verticali nel corpo meno rigido – Rotazione nel corpo più alto <sup>10</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Valutazione del peso del meccanismo di danno in relazione all'importanza del macroelemento all'interno della fabbrica.

<sup>2</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche-costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>3</sup> Si deve valutare il grado di connessione tra murature che possono essere datate in epoche successive. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- qualità delle diverse murature;
- ammorsamento a pettine tra elementi architettonici diversi (superfetazione, ampliamenti, ecc.).

<sup>4</sup> Catene o tiranti metallici posizionati in modo da creare una connessione tra due corpi di fabbrica adiacenti. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- catena in tensione o lenta;
- contatto bolzone-muratura;
- ancoraggi passivi o attivi;
- dimensione della catena ( 26-30 mm).

<sup>5</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>6</sup> Si deve considerare la presenza di un'elevata differenza di rigidezza tra i due corpi. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- confronto tra il rapporto tra lo spessore murario/altezza (edificio principale) e il rapporto tra lo spessore murario/altezza (edificio secondario);
- qualità muraria.

<sup>7</sup> Si deve valutare se sono possibili azioni concentrate trasmesse dall'elemento di collegamento. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- connessione che può essere intesa come un vincolo rigido per la struttura principale;
- qualità muraria (spessore, stato di conservazione).

<sup>8</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>9</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia sempre associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.

<sup>10</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:

0 = Danno nullo; 1 = Danno lieve; 2 = Danno medio; 3 = Danno grave; 4 = Danno molto grave; 5 = Collasso



26 - AGGETTI (VELA, GUGLIE, PINNACOLI, STATUE)				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			Peso nella fabbrica ( $\leq 1$ ): _____ <sup>1</sup>	
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i> <sup>2</sup> Presenza di perni di collegamento con la muratura o elementi di ritegno <sup>3</sup> Elementi di limitata importanza e dimensione <sup>4</sup> Muratura monolitica (a conci squadriati o comunque di buona qualità) <sup>5</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> <sup>6</sup> Elementi di elevata snellezza <sup>7</sup> Posizione asimmetrica rispetto all'elemento sottostante <sup>8</sup> .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale <sup>9</sup>		Evidenza di rotazioni permanenti o scorrimento <sup>11</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	pregresso <sup>10</sup>		Evidenza di rotazioni permanenti o scorrimento <sup>11</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Valutazione del peso del meccanismo di danno in relazione all'importanza del macroelemento all'interno della fabbrica.

<sup>2</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche-costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>3</sup> Si deve valutare la presenza di perni di collegamento tra statua e muratura sottostante o la presenza di elementi di ritegno tra guglie e pinnacoli e muratura. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati per valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- tipo di perno (lapideo, acciaio, ecc.);
- qualità della muratura sottostante l'aggetto;
- qualità dell'interconnessione tra gli elementi di ritegno e la muratura sottostante;
- stato di conservazione dell'interfaccia aggetto-muratura sottostante.

<sup>4</sup> Si deve valutare l'imponenza dell'elemento architettonico (dimensioni ed importanza architettonica). *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- altezza limitata;
- presenza di catene o cerchiature (nel caso di vele campanarie o guglie).

<sup>5</sup> Qualità muraria dell'aggetto sia in relazione alla tessitura sia per lo spessore dell'elemento architettonico. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati tali al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- muratura monolitica (statue, ecc.);
- apparecchiatura e posa degli elementi;
- stato di conservazione della malta.

<sup>6</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>7</sup> Si deve considerare la snellezza dell'elemento architettonico. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- il rapporto tra lato minore alla base ed altezza;
- qualità muraria.

<sup>8</sup> Si deve valutare la posizione dell'elemento architettonico rispetto alla macroelemento sottostante (in relazione alle dimensioni dell'oggetto). *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati per valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- posizione simmetrica rispetto all'asse della parete sottostante (elemento di grandi dimensioni);
- posizione qualsiasi rispetto all'asse della parete sottostante (elemento di piccole dimensioni);

<sup>9</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>10</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.

<sup>11</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli: **0** = Danno nullo; **1** = Danno lieve; **2** = Danno medio; **3** = Danno grave; **4** = Danno molto grave; **5** = Collasso



27 – TORRE CAMPANARIA				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i> <sup>1</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muratura uniforme (unica fase costruttiva) e di buona qualità <sup>2</sup>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di catene ai diversi ordini <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di adeguata distanza dalle pareti della chiesa (se adiacente) <sup>4</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza buon collegamento con le pareti della chiesa (se inglobata) <sup>5</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	.....			
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> <sup>6</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di aperture significative su più livelli <sup>7</sup>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vincolo asimmetrico sulle murature alla base (torre inglobata) <sup>8</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muratura fino a terra solo su alcuni lati (presenza di portico), torre su pilastri murari <sup>9</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	.....			
Danno	attuale <sup>10</sup>		Lesioni vicino allo stacco dal corpo della chiesa Lesioni a taglio o scorrimento – Lesioni verticali (espulsione di uno o più angoli) <sup>12</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	pregresso <sup>11</sup>		Lesioni vicino allo stacco dal corpo della chiesa Lesioni a taglio o scorrimento – Lesioni verticali (espulsione di uno o più angoli) <sup>12</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Lista dei di quelle soluzioni tecnologiche-costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>2</sup> Qualità muraria della torre campanaria. Il giudizio può derivare dall'Allegato murature relativo a tale macroelemento; tuttavia alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- monoliticità trasversale (presenza di diatoni);
- apparecchiatura e posa in opera degli elementi;
- stato di conservazione della malta.

<sup>3</sup> Catene o tiranti metallici individuabili in relazione alla presenza della catena stessa o del bolzone sul paramento esterno della torre. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- numero dei livelli di incatenamento;
- catene in tensione o lente;
- contatto bolzone-muratura;
- ancoraggi passivi o attivi;
- dimensione della catena (□ 26-30 mm)..

<sup>4</sup> Si deve valutare la presenza di un giunto sismico tra la torre campanaria e le pareti della chiesa (torre adiacente). *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- giunto in relazione all'altezza della torre;

<sup>5</sup> Si deve valutare la presenza di una connessione se la torre è inglobata all'interno delle chiese (una parete in comune). *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati tali al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- qualità della muratura (torre e pareti della chiesa);
- presenza di catene di collegamento;
- qualità dell'ammorsamento.

<sup>6</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>7</sup> Si deve considerare il numero di aperture presenti nella torre campanaria ai diversi livelli. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- numero di aperture ai diversi livelli
- aperture incolonnate verticalmente
- dimensioni della aperture in relazione al lato interno della torre.

<sup>8</sup> Si deve valutare la condizione di vincolo nel caso di torre campanaria inglobata. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

- contatto d'angolo o di un'intera parete;
- qualità dell'ammorsamento.

<sup>9</sup> Si deve valutare se la Torre campanaria scarica il suo peso su porzioni murarie continue o solo su alcuni pilastri posizionati generalmente all'interno della chiesa. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

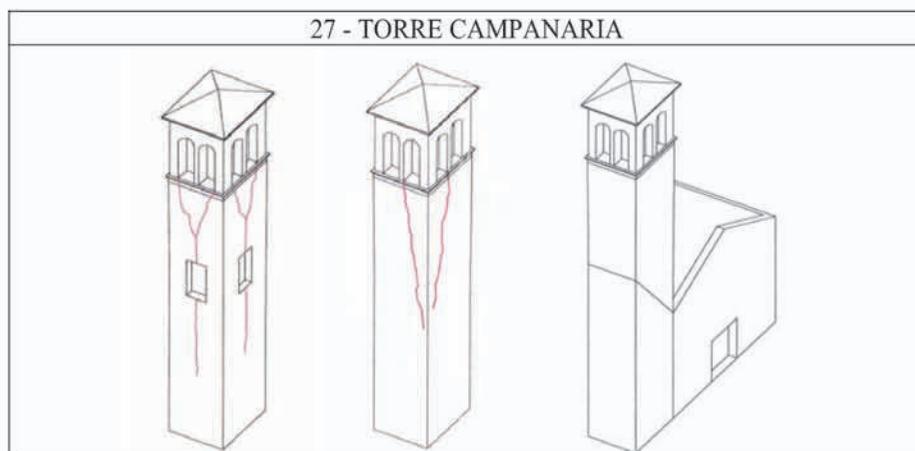
- dimensioni dei pilastri;
- qualità muraria dei pilastri alla base.

<sup>10</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>11</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia sempre associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.

<sup>12</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:

**0** = Danno nullo; **1** = Danno lieve; **2** = Danno medio; **3** = Danno grave; **4** = Danno molto grave; **5** = Collasso



28 – CELLA CAMPANARIA				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici<sup>1</sup></i> Presenza di piedritti tozzi e/o archi di luce ridotta <sup>2</sup> Presenza di catene o cerchiature <sup>3</sup> ..... .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità<sup>4</sup></i> Presenza di copertura pesante o di altre masse significative <sup>5</sup> Presenza di copertura spingente <sup>6</sup> ..... .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale <sup>7</sup>		Lesioni negli archi – Rotazioni o scorrimenti dei piedritti <sup>9</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	pregresso <sup>8</sup>		Lesioni negli archi – Rotazioni o scorrimenti dei piedritti <sup>9</sup>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Lista di quelle soluzioni tecnologiche-costruttive che possono contrastare l'attivazione e lo sviluppo del meccanismo di danno.

<sup>2</sup> Si deve valutare la snellezza dei piedritti e la luce degli archi. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- rapporto lato minore sezione di base ed altezza dei piedritti;
- luce dell'arco.

<sup>3</sup> Catene o tiranti metallici individuabili in relazione alla presenza della catena stessa o del bolzone sul paramento esterno della torre. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sull'efficacia sono:

- numero dei livelli di incatenamento (se sono presenti più celle campanarie);
- catene in tensione o lente;
- contatto bolzone-muratura;
- ancoraggi passivi o attivi;
- dimensione della catena ( 26-30 mm).

<sup>4</sup> Lista di quelle carenze costruttive che possono favorire l'attivazione del meccanismo di danno.

<sup>5</sup> Si intende la presenza di cordoli in c.a. di grandi dimensioni o di copertura latero-cementizia. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio sulla carenza costruttiva sono:

- tipologia della copertura (lignea, metallica, in muratura, c.a.);
- presenza di guglie di notevole altezza e dimensioni;
- qualità muraria.

<sup>6</sup> Si deve valutare se la copertura si può considerare spingente anche in condizioni statiche. *Efficacia*: alcuni parametri che possono essere considerati al fine di valutare il giudizio delle carenze costruttive sono:

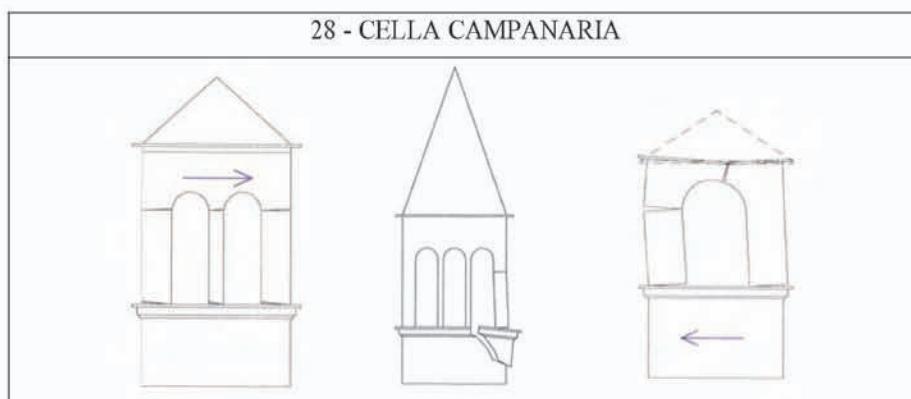
- tipologia della copertura (lignee, metalliche, in c.a.);
- individuazione dello schema statico.

<sup>7</sup> Si intende il danno causato dall'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto).

<sup>8</sup> Si intende il danno pregresso non completamente correlato all'evento sismico (nel caso che si stia effettuando un censimento a seguito di un terremoto) imputabile prevalentemente ad un danno già esistente di varia natura (terremoti storici, rotazioni per spinte statiche, ecc.) ma tuttavia sempre associabile al meccanismo che si sta rilevando. Nel caso di un aggravamento del danno si dovrà marcare nel danno attuale il danno complessivo e nel danno pregresso il danno che si stima potesse essere già presente prima del terremoto.

<sup>9</sup> La descrizione del quadro fessurativo è supportata da alcuni esempi schematici delle modalità di danneggiamento correlate al meccanismo di danno in esame. I livelli di danno sono 5 in accordo con la scala macrosismica EMS di cui si riporta la definizione dei diversi livelli:

0 = Danno nullo; 1 = Danno lieve; 2 = Danno medio; 3 = Danno grave; 4 = Danno molto grave; 5 = Collasso



**SCHEDA PER LA COMPILAZIONE DEI MECCANISMI DI DANNO NON SISMICI**

**DANNO NON SISMICO<sup>1</sup>**

<b>A – CEDIMENTI DI FONDAZIONE</b>		<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>
danno	Lesioni inclinate a 45°- lesioni verticali con strappi o rotazioni	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <sup>3</sup>
macroelementi <sup>4</sup>	<input type="checkbox"/> facciata <input type="checkbox"/> pareti laterali <input type="checkbox"/> transetto <input type="checkbox"/> abside/presbiterio <input type="checkbox"/> campanile	
Antico/stabile <input type="checkbox"/>		Recente/attivo <input type="checkbox"/>
<b>B – CRISI PER COMPRESSIONE DELLA MURATURA</b>		<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>
danno	Spanciamento del paramento murario- lesioni diffuse sub-verticali per schiacciamento	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <sup>3</sup>
macroelementi <sup>4</sup>	<input type="checkbox"/> facciata <input type="checkbox"/> pareti laterali <input type="checkbox"/> transetto <input type="checkbox"/> abside/presbiterio <input type="checkbox"/> campanile	
<b>C – ROTAZIONE DI PARETI</b>		<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>
danno	Fuori piombo di pareti con spinte statiche delle volte	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <sup>3</sup>
macroelementi <sup>4</sup>	<input type="checkbox"/> facciata <input type="checkbox"/> pareti laterali <input type="checkbox"/> transetto <input type="checkbox"/> abside/presbiterio <input type="checkbox"/> campanile	
Antico/stabile <input type="checkbox"/>		Recente/attivo <input type="checkbox"/>
<b>D – .....</b>		<input type="checkbox"/> <sup>2</sup>
danno	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <sup>3</sup>
macroelementi <sup>4</sup>	<input type="checkbox"/> facciata <input type="checkbox"/> pareti laterali <input type="checkbox"/> transetto <input type="checkbox"/> abside/presbiterio <input type="checkbox"/> campanile	
Antico/stabile <input type="checkbox"/>		Recente/attivo <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Si intende il caso in cui durante il sopralluogo si rileva uno stato fessurativo che non è direttamente connesso al sisma, ma può essere imputabile ad un cinematismo di collasso differente. Sono riportati tre diversi meccanismi di danno (A-cedimenti di fondazione, B-crisi per compressione della muratura, C-rotazioni di pareti, oltre ad un campo libero-D). Il tecnico deve marcare la presenza del dissesto (<sup>2</sup>) e il livello di danno (<sup>3</sup>) riscontrato e i macroelementi dove ha rilevato tali meccanismi di danneggiamento (<sup>4</sup>).



*Presidente Commissario Delegato  
per le attività post-sisma*



Consiglio Nazionale delle Ricerche  
ISTITUTO PER LE TECNOLOGIE  
DELLA COSTRUZIONE  
SEDE L'AQUILA

*Studio per la vulnerabilità sismica degli edifici pubblici, strategici e di culto nei Comuni  
colpiti dal sisma del 31 ottobre 2002  
Decreto del Commissario delegato n.29 del 6.8.03*

**Linee guida per gli interventi di riparazione del danno e miglioramento sismico  
per gli edifici di culto e monumentali**

**EDIFICI DI CULTO**

*Parte seconda : Progetto Esecutivo*

*Approvate con Decreto del Presidente Commissari Delegato n.26/2004  
Pubblicate sul B.U.R.M. n. 7/2004*

**2 - ANALISI DEI MECCANISMI DI COLLASSO PER LA DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI  
DI MIGLIORAMENTO SISMICO**



## 2 - ANALISI DEI MECCANISMI DI COLLASSO PER LA DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO

Per i principali meccanismi di collasso attivati nelle chiese molisane danneggiate dalla crisi sismica iniziata il 31.10.2002 viene illustrato un percorso metodologico che, partendo dall'analisi del danno e della vulnerabilità consente di ottenere utili indicazioni per la scelta degli interventi di miglioramento sismico. Attraverso un rilievo speditivo è stato possibile osservare le principali modalità di danneggiamento delle chiese e l'efficacia di certe tipologie d'intervento realizzate negli ultimi 30 anni. Tali informazioni si possono tradurre in una preliminare individuazione degli interventi di miglioramento sismico connessi ai diversi macroelementi, in base al riconoscimento della vulnerabilità intrinseca ed "aggiunta" (legata cioè a interventi passati fortemente discutibili) che caratterizzano i diversi corpi di fabbrica. In particolare per i principali cinematici di collasso vengono fornite indicazioni per la scelta degli interventi di miglioramento sismico con riferimento alle caratteristiche tipologiche del campione molisano esaminato, tenendo conto del rischio (connessa alla percentuale di attivazione) e, alla vulnerabilità sismica dei diversi macroelementi (in base agli indicatori di vulnerabilità rilevati).

In via del tutto generale, l'osservazione dei danni verificatisi mostra come siano da sconsigliare interventi che appesantiscono le strutture, in particolare quelle orizzontali e, introducono rigidità eccessive sulla sommità delle pareti perimetrali quali, ad esempio, la realizzazione di cappe in cemento armato sulle volte, coperture e cordoli rigidi in cemento armato. Per le strutture verticali sono da evitare le perforazioni armate diffuse e le iniezioni di miscele leganti in particolare nelle murature a sacco scarsamente iniettabili. Per quanto riguarda le miscele leganti dovranno essere selezionati materiali compatibili con le caratteristiche chimiche delle armature (vedi ALLEGATO B1). Tutti gli interventi dovranno essere, comunque, progettati nel rispetto della regola dell'arte introducendo quelle correzioni che non devono sconvolgere e/o modificare il comportamento strutturale dei singoli elementi strutturali. L'obiettivo principale è quello di mitigare le vulnerabilità rilevate che, spesso, connesse alla limitata conoscenza del fenomeno sismico e della risposta sismica di tali costruzioni. Questa considerazione è riferita sia a quelle carenze costruttive originali, quali l'assenza di catene longitudinali o la presenza di spinte non contrastate di volte e archi, sia per quelle introdotte recentemente con interventi moderni (in prevalenza tramite l'inserimento di nuove strutture in cemento armato). Per questa ultima tipologia di interventi, bisogna valutare attentamente la possibilità della loro rimozione, qualora non comporti oneri economici troppo elevati o risulti impraticabile dal punto di vista tecnico.

Nelle analisi che seguono si assume come unità di riferimento il *macroelemento*, il *modo di danno* e il *meccanismo di collasso* assumendo per essi il seguente significato:

- *Macroelemento*: porzione del corpo di fabbrica, costruttivamente riconoscibile e compiuta, caratterizzata da una risposta strutturale all'azione sismica sostanzialmente autonoma dal resto della costruzione.
- *Modo di danno*: fenomenologia con la quale si manifesta il dissesto nella muratura; in genere è associato a lesioni che tendono a separare il solido murario in parti distinte, secondo modi differenti, a seconda delle caratteristiche della sollecitazione (trazione, taglio o compressione) e delle proprietà intrinseche della muratura (murature a blocchi o comunque di buone caratteristiche presentano in genere lesioni singole, di maggior ampiezza e con andamento ben delineato; al contrario nelle murature scadenti le lesioni sono molteplici, con andamento irregolare).
- *Meccanismo*: cinematico con il quale le diverse parti della fabbrica, separatesi a seguito del danno, giungono a collasso; ciascun meccanismo di collasso può contenere differenti modi di danno collegati alla vulnerabilità dell'elemento strutturale.

Per i principali meccanismi di collasso, attivati dalla crisi sismica del 2002 in Molise, è stata effettuata un'analisi contenente la descrizione dei meccanismi, la tipologia di danno rilevata, i presidi sismici e gli indicatori di vulnerabilità presenti, fornendo, in tale modo, alcune indicazioni per la definizione degli interventi di miglioramento sismico.



Figura 1 - Macroelemento copertura



Figura 2 - Volta e archi: risposta trasversale

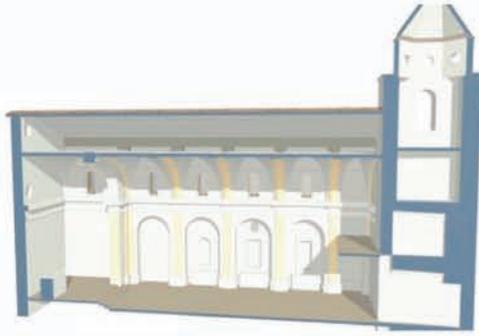


Figura 3 - Pareti laterali



Figura 4 - Torre campanaria



Figura 5 - Cella campanaria



Figura 6 - Facciata

## 2.1. - MACROELEMENTO FACCIATA

*Meccanismi di collasso per azioni fuori del piano (I modo) e nel piano (II modo)*      *Possibilità di attivazione*      *Attivazione*

– Ribaltamento globale della facciata (I modo)	98 %	35 %
– Ribaltamento della parte sommitale della facciata (I modo)	98 %	31 %
– Risposta nel piano della facciata (II modo)	99 %	33 %

**Descrizione dei meccanismi:** l'analisi tipologica effettuata sulle chiese danneggiate dal terremoto ha evidenziato due tipologie prevalenti. Le chiese a navata unica presentano, generalmente, una facciata snella con poche aperture, sommità a vela e timpano triangolare. Le chiese a tre navate (di medie dimensioni) presentano una facciata a salienti, quasi sempre, con aperture di modeste dimensioni con sommità a vela.

I casi di ribaltamento osservati presentano, nella maggior parte dei casi, lesioni ad andamento verticale in prossimità del cantonale tra la facciata e i muri perimetrali per l'ammorsamento scadente con le pareti laterali. Le lesioni nel piano sono ad andamento sub-verticale o inclinate sono spesso connesse al martellamento della copertura e/o alla spinta delle volte dell'aula.

### **Danno**

**Ribaltamento globale:** il livello di danno che si è verificato nel campione delle chiese analizzate è riassumibile come segue: 65% danno nullo; 31% danno lieve-moderato; 4% medio-grave.

**Ribaltamento della parte sommitale:** si sono verificate lesioni inclinate, sub-verticali connesse a rotazioni fuori del piano delle capriate di copertura; per quanto riguarda il livello di danno rilevato: 69% del campione ha mostrato un danno nullo; il 28% un danno livello lieve-moderato; il 3% un danno medio-grave.

**Risposta nel piano della facciata:** il meccanismo di collasso è possibile in quasi tutte le chiese (circa 99%), in quanto raramente le chiese sono inglobate all'interno di un aggregato edilizio; tuttavia il livello di danno massimo rilevato si attesta per il 33% del campione in un danno lieve-moderato.



Figura 7 - Ribaltamento complessivo: S. Nicola in Bonefro (CB)

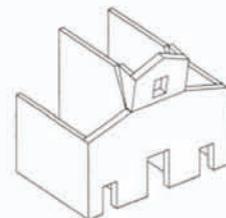


Figura 8 – Ribaltamento della parte sommitale: S. Pietro in Vincoli in Castellino sul Biferno (CB)



Figura 9 – Meccanismo nel piano della facciata: S. Francesco a Larino (CB)

### **Indicatori di vulnerabilità**

**Ribaltamento globale:** assenza di catene longitudinali; scarsa resistenza a flessione della muratura; assenza di collegamento della parte alta della facciata alla copertura e alle pareti laterali per mancanza di cordolo leggero o controventi di falda; ammorsamento scadente tra la facciata e le pareti laterali.

**Ribaltamento della parte sommitale della facciata:** presenza di grandi aperture; assenza di collegamenti puntuali e di controventi di falda con la copertura (travi-catene); assenza di cordoli metallici reticolari piani e in c.a. di limitato spessore.

**Risposta nel piano della facciata:** presenza di grandi aperture (anche tamponate); presenza di copertura spingente; assenza di architravi rigidi; assenza di catene in controfacciata.

### **Indicazioni per la definizione degli interventi di miglioramento sismico**

**Ribaltamento globale:** collegamento della facciata alle pareti laterali tramite due catene metalliche, una per lato, ancorate in facciata, correnti all'interno in adiacenza al muro; collegamenti delle travi di colmo e dei terzi al timpano mediante piastre metalliche opportunamente sagomate; parziale irrigidimento dell'impalcato con un tavolato incrociato.

**Ribaltamento della parte sommitale della facciata:** collegamenti delle travi di colmo o di terzere al timpano mediante piastre metalliche opportunamente sagomate; irrigidimento nel piano dell'impalcato di falda mediante chiodatura di tavole; posa in opera di un elemento reticolare in acciaio sul coronamento del timpano, solidarizzato alla muratura consolidata eventualmente con iniezioni di malta compatibile con la muratura in esame.

**Risposta nel piano della facciata:** realizzazione di un cordolo di sommità (piano o metallico); parziale irrigidimento dell'impalcato di falda; inserimento di una o più catene trasversali, aderenti alla muratura all'interno e lasciate libere di scorrere per eventuali successivi ritensionamenti, posizionate nella zona soprastante il portale di ingresso ed eventualmente nella zona sopra il rosone, miglioramento della qualità muraria della muratura tramite diatoni armati o iniezioni con miscela di malta compatibile con la muratura in esame.

## **2.2. - MACROELEMENTO AULA**

### **Meccanismi di collasso**

	<i>Possibilità di attivazione</i>	<i>Attivazione</i>
– Risposta trasversale (I modo)	86 %	36 %
– Volte dell'aula (I o II modo)	63 %	35 %

### **Descrizione dei meccanismi**

**Risposta trasversale e volte dell'aula:** la maggiore frequenza della risposta trasversale (86%) rispetto alle volte dell'aula (63%) evidenzia l'assenza delle volte in numerose chiese con strutture di copertura in vista sostenuta su arconi in muratura. Nel caso della risposta trasversale, le chiese danneggiate sono inferiori a quelle con danno nullo mentre per le volte è maggiore il numero di edifici danneggiati (45%) di cui molti con danno grave e alcuni casi di crollo parziale. Ciò evidenzia l'elevata vulnerabilità delle strutture voltate dell'aula aventi, generalmente, tipologia a botte, spesso lunettata, realizzate prevalentemente con mattoni pieni in foglio o, come nel caso delle volte della chiesa S. Pietro in Vincoli in Castellino sul Biferno, con mattoni forati. Il quadro fessurativo è caratterizzato da lesioni in chiave e alle reni delle volte e, in alcuni casi, nei pilastri dell'aula. Per le volte si hanno lesioni longitudinali in chiave e nelle lunette; in alcune chiese si sono rilevati lesioni gravi da schiacciamento per i pilastri e le colonne dell'aula che sono, tuttavia, principalmente da mettere in relazione ad eventuali effetti di amplificazione locale (vedi chiesa di S. Maria Assunta a Ripabottoni o la chiesa di S. Giuliano a S. Giuliano di Puglia). Significativa è la presenza del distacco delle lunette delle volte dalle pareti laterali.

### **Danno**

**Risposta trasversale:** lesioni negli arconi con eventuale prosecuzione nella volta, rotazioni delle pareti, lesioni a taglio nelle volte, fuori piombo e schiacciamento delle colonne. La distribuzione del livello di danno del campione esaminato è la seguente: 61% danno nullo; 32% danno lieve-moderato; 7% danno medio-grave.

**Volte dell'aula:** i danni rilevati sono lesioni nelle volte dell'aula centrale con sconnessioni negli arconi.



S. Pietro in Vincoli, Castellino sul Biferno (CB)

S. Antonio – S. Croce di Magliano (CB)

S. Maria delle Rose – Bonefro (CB)

Figura 10 – Alcuni esempi di danno alle volte dell'aula

### **Indicatori di vulnerabilità**

*Risposta trasversale:* snellezza delle pareti laterali; assenza di paraste o contrafforti esterni; assenza di corpi annessi adiacenti; assenza di catene trasversali.

*Volte dell'aula:* presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura; presenza di lunette di dimensioni considerevoli; volte ribassate, volte di limitato spessore ed aumento del peso originario; volte di mattoni sottili disposti in foglio, presenza di cordolo in cemento armato . vicino all'imposta delle volte.

### **Indicazioni per la scelta degli interventi di miglioramento sismico**

*Risposta trasversale:* irrigidimento controllato delle falde con soluzioni che non aumentino il peso della copertura (controventi a croce di S. Andrea, tavolato ligneo incrociato), solo dopo aver verificato le ripercussioni sulla facciata e sugli archi trionfali; inserimento o ritensionamento di catene trasversali per contrastare i meccanismi di ribaltamento di uno o di entrambi i piedritti; realizzazione di paraste interne o di rinfianchi all'arco, in modo da diminuire l'altezza libera delle porzioni di muro che possono ribaltare.

*Volte dell'aula:* risarcitura delle lesioni all'intradosso e consolidamento all'estradosso con colatura di malta compatibile (vedi ALLEGATO B1); riprese di intonaco; rinfianchi con conglomerato alleggerito in modo che possa fornire un effetto cerchiante; introduzione e/o ripristino di frenelli consolidati con FRP; cerchiaggio dell'aula in corrispondenza dell'imposta delle volte con un profilo o di un cordolo piano reticolare in acciaio ancorato sulla sommità della pareti perimetrali.

## **2.3. - MACROELEMENTO NAVATE LATERALI**

### **Meccanismi di collasso**

- Risposta longitudinale (I modo)
- Volte delle navate laterali ( I o II modo)

### **Possibilità di attivazione**

41 %  
24 %

### **Attivazione**

16 %  
15 %

**Descrizione dei meccanismi:** i meccanismi considerati sono relativi unicamente alla tipologia di chiese a più navate. Per tali elementi il danneggiamento che si è potuto rilevare è generalmente connesso ad un danno lieve-moderato, anche se si sottolinea come per le volte la percentuale di tale livello di danno superi la percentuale in cui non si è rilevato nessun danno. Analogamente alle volte della navata centrale, la tipologia delle volte laterali prevalente, è relativa a volte in mattoni disposte di piatto (volte in foglio). In tale caso sono presenti tuttavia tipologie a crociera o vela ed in alcuni casi a cupola ribassata. Il quadro fessurativo è caratterizzato da lesioni negli archi o negli architravi che separano le navate, da lesioni a taglio nelle volte e in alcuni casi da fessure per schiacciamento nei pilastri (per esempio chiesa di S. Maria Assunta a Ripabottoni o chiesa di S. Giuliano a S. Giuliano di Puglia).

### **Danno**

*Risposta longitudinale:* lesioni inclinate, singole o incrociate lungo la parete laterale con un'attivazione, complessivamente moderata: danno nullo 60 %; danno lieve-moderato 35 %, danno medio-grave 5 %,

*Volte delle navate laterali:* lesioni in chiave negli archi longitudinali e inclinate da taglio nelle volte delle navate laterali con una distribuzione del danno riportata di seguito: 44 % danno nullo; 49 % danno lieve-moderato 7 % danno medio-grave.



Figura 11 - S. Maria Maggiore – Morrone del Sannio (CB)



Figura 12 - S. Pietro in Vincoli – Castellino sul Biferno (CB)

### **Indicatori di vulnerabilità**

**Risposta longitudinale:** presenza di grandi aperture anche tamponate; muratura di limitato spessore; cordoli in c.a. molto rigidi; copertura pesante in c.a.

**Volte delle navate laterali:** presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura; presenza di lunette di dimensioni considerevoli; volte in foglio con campate di luce considerevole.

### **Indicazione per la scelta degli interventi di miglioramento sismico**

**Risposta longitudinale:** posizionamento di catene o tiranti metallici paralleli alle pareti longitudinali; risarcitura delle lesioni presenti nei pilastri con iniezioni cementizia.

**Volte delle navate laterali:** risarcitura lesioni all'intradosso e consolidamento all'estradosso con colatura di malta fluida; riprese di intonaco; introduzione e/o ripristino di frenelli consolidati con FRP, applicazione all'estradosso di fibre in materiale composito.

## **2.4. - MACROELEMENTO ARCO TRIONFALE**

<i>Meccanismo di collasso degli archi trionfali (II modo)</i>	<i>Possibilità di attivazione</i>	<i>Attivazione</i>
	70 %	37 %

**Descrizione del meccanismo:** l'arco trionfale, presente nel 70% delle chiese esaminate, è un elemento fortemente vulnerabile con un livello di danno maggiore del danno nullo (circa 54%). L'elevata vulnerabilità è principalmente connessa allo spessore inadeguato e all'assenza di catene trasversali.

**Danno:** le modalità di danneggiamento si esplicano in prevalenza con lesioni in chiave ed in molti casi anche alle reni per rotazione simmetrica bilaterale con alcuni casi di schiacciamento alla base dei piedritti; la distribuzione di danno del campione risulta come di seguito riportato: 47 % danno nullo; 45 % danno lieve-moderato; 8 % danno medio-grave.



Figura 13 - S. Antonio di Padova – S. Croce di Magliano (CB)



Figura 14 - S. Maria delle Rose – Bonefro (CB)

**Indicatori di vulnerabilità:** assenza di buon ammorsamento tra l'arco ed i muri della navata; assenza di contrafforti efficaci; assenza di catene; assenza di collegamento tra arco e volta e di muro all'estradosso.

### **Indicazione per la scelta degli interventi di miglioramento sismico**

Messa in opera di una catena con un determinato tiro o nel ritensionamento della catena preesistente che al massimo annulli la spinta statica dell'arco. Per l'inserimento della catena è opportuno non iniettare i fori per consentire successivi ritensionamenti; iniezioni di malta nelle zone fessurate per ripristinare la continuità muraria; applicazione all'intradosso e/o all'estradosso e/o sul prospetto di strisce di FRP.

## **2.5. - MACROELEMENTO COPERTURA**

<i>Meccanismi degli elementi di copertura (I o II modo)</i>	<i>Possibilità di attivazione</i>	<i>Attivazione</i>
	96%	23.11%

**Descrizione del meccanismo:** Questo meccanismo possibile in quasi tutte le chiese (96%) risulta attivato per il 31% in prevalenza con danno lieve-moderato. Le strutture di copertura sono realizzate generalmente con capriate lignee ma si hanno anche molti casi di strutture spingenti lignee e in acciaio e di coperture in calcestruzzo armato come nel caso delle chiese del comune di Collotorto (CB). I danni sono stati provocati sulle strutture sottostanti in prevalenza dall'oscillazione longitudinale della copertura come nel caso della chiesa di S. Elena (S. Giuliano di Puglia), dove la copertura ha provocato il crollo del timpano e del paramento esterno delle pareti laterali; in altre chiese (per esempio la chiesa di S. Francesco a Larino e S. Martino Vescovo a Campodipietra) le travi di copertura, poggiate sulle volte, hanno causato il danneggiamento e/o il crollo parziale delle stesse volte.

**Danno:** lesioni vicine alle teste delle travi lignee, scorrimento delle travi, sconnessioni tra i cordoli e la muratura, movimenti significativi del manto, sconnessioni e movimenti tra gli elementi di orditura principale. La distribuzione percentuale dell'attivazione del danno è: 77 % danno nullo; 20 % danno lieve-moderato; 3 % danno medio-grave.



Chiesa del Purgatorio a Collotorto (CB)



S. Martino Vescovo a Campodipietra (CB)



S. Francesco a Larino (CB)

Figura 15 – Alcuni esempi di danneggiamenti connessi ad elementi di copertura

**Indicatori di vulnerabilità:** muratura di qualità scadente; assenza di collegamento tra le strutture di copertura e la muratura; strutture di copertura di peso elevato; muratura di spessore limitato; presenza d'aperture nelle pareti (preesistenti e tamponate).

**Indicazione per la scelta degli interventi di miglioramento sismico**

Collegamento delle capriate o dei puntoni di falda alla muratura con piastre metalliche atti a costituire il vincolo appoggio-carrello tra le capriate e le pareti laterali; posa in opera di un elemento reticolare piano in acciaio, solidarizzato alla muratura previo consolidamento con iniezioni di malta; controventamento della falda con tavolato incrociato, eventuale sostituzione di coperture pesanti in c.a. con coperture leggere in acciaio o legno.

**2.6. - MACROELEMENTO TORRE E CELLA CAMPANARIA**

**Meccanismi di collasso**

- Torre campanaria ( I o II modo)
- Cella campanaria ( I o II modo)

**Possibilità di attivazione**

- 49 %
- 49 %

**Attivazione**

- 17 %
- 16 %

**Meccanismi possibili e attivati:** il meccanismo è presente per il 49 % del campione, mentre i danni rilevanti si sono stati riscontrati soltanto nel 16 % dei corpi di fabbrica. Significativa è la presenza di torri con danno grave. Tipologicamente hanno forma quadrata, sono inserite in pianta con una parete in comune e in molti casi sono posizionate in corrispondenza della facciata. Il quadro fessurativo è caratterizzato da lesioni verticali con formazione d'angolate. Per le celle campanarie si evidenzia la presenza di un danno grave prossimo al crollo (per esempio la cella campanaria della chiesa di S. Giuliano in S. Giuliano di Puglia o della chiesa di S. Giacomo a S. Croce di Magliano).

**Danno:** lesioni verticali tra le aperture ai diversi livelli e in corrispondenza della parete a contatto con il corpo di fabbrica della chiesa; ribaltamento della cella campanaria allo stacco dell'aula; crollo parziale di guglie pesanti, fratture in corrispondenza di diaframmi rigidi. Il danno si è attivato nel seguente modo: 73 % danno nullo; 25% danno lieve-moderato; 2 % danno medio- grave.



S. Giacomo a S. Croce di Magliano (CB)



S. Giuliano – S. Giuliano di Puglia (CB)



S. Pietro in Vincoli a Castellino sul Biferno (CB)



Figura 16 – Alcuni esempi di danneggiamento a celle campanarie

**Indicatori di vulnerabilità:** presenza di un'elevata differenza di rigidità tra torre e chiesa con possibilità d'azioni concentrate trasmesse dall'elemento di collegamento; sconnessione tra le murature con fasi costruttive diverse; assenza di catene di collegamento; influenza dei diaframmi rigidi, coperture pesanti.

**Indicazioni per l'esecuzione degli interventi per il miglioramento sismico**

Inserimento di catene interne adiacenti la muratura poste al di sotto della cella campanaria, cerchiaggio con fasce in FRP o con profili metallici, strutture reticolari in acciaio poste all'interno della cella campanaria ed ancorate alla muratura; eventuale consolidamento delle murature con iniezioni di malta compatibile con la muratura in esame; eventuale ricostruzione di guglie pesanti in cemento con una nuova struttura leggera.

## 2.7. - MODI DI DANNO CONNESSI AD AZIONI VERTICALI

Durante il rilievo del danno e della vulnerabilità agli edifici di culto è stata osservata la presenza di stati fessurativi dovuti a meccanismi di danno legati a componenti verticali dell'azione sismica accentuata da possibili amplificazioni locali da correlare anche alla morfologia del sito o alla geologia dell'area. In figura C.1.7.1 vengono illustrati alcuni esempi dei danni rilevati per tali azioni. In particolare i danni più significativi riscontrati sono stati la presenza di lesioni da schiacciamento nei pilastri dell'aula (S.Maria Assunta, Ripabottoni, - S.Giuliano, S.Giuliano di Puglia – S.Giacomo, S.Croce di Magliano) e il martellamento delle strutture di coperture sulle volte con alcuni casi di crollo parziale (S.Francesco - Larino, S.Maria - Limosano). Gli indicatori di vulnerabilità rilevati nelle chiese che presentano tale tipologia di danno, nella maggior parte dei casi, sono le coperture pesanti, le strutture voltate consolidate con cappe di calcestruzzo armato con rete elettrosaldata, gli elementi strutturali di copertura a contatto o a breve distanza dalle volte, i cordoli rigidi in cemento armato, i pilastri e le pareti di elevata snellezza. Gli interventi consigliati sono la riduzione delle masse in copertura e nelle volte (ove possibile), il cerchiaggio e/o il consolidamento dei pilastri con, il consolidamento delle murature e delle strutture orizzontali e, in alcuni casi, la modifica degli schemi strutturali della copertura. Si rimanda all'allegato B1 per la descrizione degli interventi.



S. Giuliano a S. Giuliano di Puglia: rottura per schiacciamento nei pilastri dell'aula



S. Maria Assunta a Ripabottoni: rottura per schiacciamento nei pilastri dell'aula

Figura 17 – Alcuni esempi di stati di danni correlabili all'azione verticale

### Riferimenti bibliografici

Dogliani F., Moretti A., Petrini V., *Le chiese e il terremoto*, Edizioni LINT, Trieste, 1976.

Dogliani F. (a cura di), *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* – BUR Regione Marche 29/09/2000

Guerrieri F. (a cura di), *Manuale per la riabilitazione e la ricostruzione post-sismica degli edifici*, Roma Ed. Dei-Tipografia del Genio Civile – 1999.

Podestà S., Magenes G., Lemme A., Il «nuovo» costruito storico: il problema della vulnerabilità conseguente agli interventi, in *Atti del X Convegno Nazionale "L'ingegneria sismica in Italia"*, Potenza 2001.

Isella L., Podestà S., Resemini S., Pasta M., Eva C., "Relationship between damage and peak accelerations in Ripabottoni (CB) during the 2002 Molise Earthquakes", *Earthquake spectra* (accettato).

Lagomarsino S., Podestà S., "Damage and vulnerability assessment of the churches after the Molise earthquake (2002)" *Earthquake spectra* (accettato).

Lagomarsino S., Podestà S., "Seismic vulnerability of ancient churches. Part1: the damage assessment and the emergency planning", *Earthquake Spectra* (accettato).

Lagomarsino S., Podestà S., Seismic vulnerability of ancient churches. Part2: statistical analysis of surveyed data and methods for risk analysis, *Earthquake Spectra* (accettato).

Regione Molise e GNDT, "Mitigazione del rischio sismico dei centri storici e degli edifici di culto dell'area del Matese nella Regione Molise" L'Aquila, 2001.

Lagomarsino S., Podestà S., A.Lemme, *Metodologia per la valutazione del danno e della vulnerabilità e manuale della scheda chiese di II livello*, Linee guida per gli edifici di culto, parte prima – BUR Regione Molise 01/04/2004.



### 3 - SISMA MOLISE 2002: INDICAZIONI PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ MURARIA<sup>1</sup>

#### 3.1. - INTRODUZIONE

Il riconoscimento e la valutazione delle caratteristiche meccaniche delle murature degli edifici esistenti risulta uno degli aspetti fondamentali della valutazione della sicurezza sismica. La verifica di un edificio in muratura e la conseguente scelta del più idoneo intervento di adeguamento o miglioramento deve, infatti, scaturire da una approfondita conoscenza delle caratteristiche costruttive del manufatto e dei parametri di resistenza della muratura. Nella realtà, purtroppo, spesso gli interventi vengono decisi sulla base di soluzioni predefinite per i diversi elementi della costruzione, desunte da manuali per il consolidamento ed anche l'uso dei codici di pratica, sviluppati con un approccio conservativo su aree omogenee per tecniche costruttive, non è scevro dal rischio di essere utilizzato come un repertorio di tecniche da adottare comunque e dovunque nelle diverse parti della costruzione (murature, solai, volte, coperture), senza una vera diagnosi. Affinché l'esecuzione di una campagna di indagini diventi parte integrante del progetto e non una semplice appendice da allegare alla relazione di calcolo, magari nei casi di interventi su manufatti di una certa importanza, è necessario che i risultati delle prove abbiano davvero una ricaduta sul progetto dell'intervento, sia in termini della definizione dei modelli e delle verifiche sia della scelta delle soluzioni tecniche più opportune per renderlo efficace (Lagomarsino, 2006). Le norme sismiche italiane, da sempre, invitano ad eseguire indagini sulle caratteristiche costruttive e sulle proprietà dei materiali; il D.M. Lavori Pubblici del 1981, ed in particolare la Circolare esplicativa, poneva l'accento sulla necessità di individuare la tipologia muraria attraverso l'osservazione non solo dei paramenti esterni ma dell'intero spessore del muro, al fine di definire le caratteristiche medie, tenendo conto opportunamente delle dispersioni. Tuttavia non veniva data alcuna prescrizione sul numero e tipo di indagini, che erano lasciate alla scelta del progettista. Per questa ragione, unitamente al fatto che il metodo di analisi e verifica sismica indirizzava verso interventi molto invasivi, l'uso delle indagini è stato in questi anni molto limitato. L'Ordinanza 3274/03 rappresenta un chiaro cambiamento di tendenza. Essa, infatti, richiede esplicitamente l'esecuzione di indagini, precisandone, per ogni tipologia costruttiva, natura ed estensione in relazione alle dimensioni del manufatto; inoltre prevede l'uso di un Fattore di Confidenza (FC), dipendente dal Livello di Conoscenza raggiunto con le indagini (LC1, LC2 o LC3), da applicare alle caratteristiche meccaniche dei materiali per tener conto delle diverse fonti di incertezza. Questa impostazione è coerente con quanto già previsto dell'Eurocodice 8. Nel caso degli edifici esistenti in muratura, a differenza di quanto previsto per le altre tipologie strutturali, l'attuale versione proposta nell'Ordinanza 3431/05 evita di prescrivere in modo rigido il numero delle indagini da eseguirsi in relazione alle dimensioni della costruzione. In diversi punti si fa riferimento alla possibilità di riferirsi alla conoscenza delle tipologie locali o ai risultati di prove su murature analoghe, per limitare le verifiche dirette sulla costruzione. L'obiettivo è quello di evitare che una giustificata esigenza di conoscenza comporti un impatto significativo, sia in termini di costi sia per la stessa conservazione dell'edificio. Questo aspetto è particolarmente rilevante nel caso dei manufatti tutelati. Infatti, molte delle tecniche diagnostiche maggiormente in uso sono parzialmente distruttive e, se eseguite in modo sistematico, possono arrecare un danno tangibile agli apparati decorativi e, in taluni casi, risultare problematiche anche sul piano strutturale. Di questo si è tenuto conto nel documento di *Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale*, predisposto da una commissione formata di concerto dal Dipartimento della Protezione Civile e dal Ministero per i Beni e Attività Culturali, e sul quale si è espresso favorevolmente, con alcuni emendamenti, il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (parere n. 66, del 21 luglio 2006). Proprio in relazione alle novità introdotte dall'OPCM 3431/05, nella Regione Molise è stata programmata un'ampia campagna di indagine atta a definire un repertorio delle tipologie murarie più ricorrenti sul territorio regionale. Tale analisi è stata condotta utilizzando, preliminarmente, i rilievi effettuati a seguito del recente evento sismico dell'Ottobre 2002.

La metodologia di rilievo del danno e dell'agibilità degli edifici ordinari (scheda AeDES 2002) utilizzata consente una suddivisione tra muratura di tipo I (a tessitura irregolare e di cattiva qualità) e muratura di tipo II (a tessitura regolare e di buona qualità). L'informazione è sicuramente "povera", ma l'ampio campione di edifici censiti (circa 25.000 casi) determina una significatività del dato se non altro da un punto di vista statistico (Tabella 1). La necessità di definire un repertorio delle murature molisane ha determinato l'esigenza di utilizzare dati in grado di caratterizzare più dettagliatamente le diverse tipologie murarie. In tale ottica, il censimento dei danni agli edifici monumentali (in particolare le chiese) è stato condotto utilizzando uno strumento schedografico che contempla al suo interno un "Allegato murature" (*Scheda Murature GNDT*) che deve essere compilato per ogni tipologia muraria presente all'interno del manufatto. Lo stesso strumento è stato introdotto, per l'edilizia ordinaria all'interno del "Protocollo di Progettazione Esecutiva degli interventi post-sisma 2002" oltre ad essere stato utilizzato per altre campagne di censimento prima dell'evento sismico del 2002. La correlazione tra i diversi rilievi, raggruppati in un unico *database*, ha permesso di individuare le differenti tipologie murarie caratteristiche del territorio regionale.

Obiettivo di tali analisi è stato quello di classificare le murature in funzione delle prestazioni meccaniche che sono in grado di assolvere sia per azioni verticali che per azioni orizzontali nel piano e fuori del piano. Tuttavia le tipologie previste dalla tabella 11.D.1 e dalla presente trattazione prescindono da un'analisi rigorosa delle tecniche costruttive che hanno caratterizzato le opere murarie.

<sup>1</sup> Contributo presentato al XII Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia" – Pisa 10-14 giugno 2007 a cura di *Giandomenico Cifani*<sup>1</sup>, *Emanuela Curti*<sup>2</sup>, *Alberto Lemme*<sup>3</sup>, *Antonio Martinelli*<sup>1</sup>, *Stefano Podestà*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CNR-ITC, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per le Tecnologie della Costruzione, Piazzale Collemaggio, 1, L'Aquila.

<sup>2</sup> DICAT - Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni, dell'Ambiente e del Territorio, Università di Genova, Via Montallegro 1, Genova.

<sup>3</sup> Struttura del Commissario Delegato per la ricostruzione in Molise, Viale Elena, Campobasso.

L'analisi del campione ha evidenziato la prevalenza di opere murarie caratteristiche degli edifici appartenenti al patrimonio residenziale corrente, ben rappresentate nella tabella 11.D.1, mentre alcune altre tipologie sono caratteristiche delle opere monumentali di origine romanica e pre-romanica di valore archeologico.

### 3.2. - IL REPERTORIO DELLE TIPOLOGIE MURARIE MOLISANE

Come in parte già evidenziato, le informazioni ottenibili dalla scheda AeDES 2002 relative alla tipologia muraria, consentono unicamente una suddivisione del campione in due classi tipologiche. Tuttavia, la povertà delle informazioni rende problematica sia una corretta classificazione (come per altro esplicitamente dichiarato nel manuale di compilazione edito a cura del SSN-GNDT), in quanto basato unicamente sul rilievo del paramento esterno, sia una suddivisione più dettagliata e puntuale delle tipologie murarie esistenti. In ogni caso si riporta in Tabella 1 la distribuzione statistica delle due classi (tipo I e II) di muratura per i comuni interessati dall'evento sismico del 2002, suddividendo l'area in zona epicentrale ( $Imcs \geq 6$ ) e non epicentrale ( $Imcs < 6$ ).

Tabella 1. Classi tipologiche desunte dal rilievo di agibilità post-sisma effettuato con la scheda AeDES

Zona	Tipo I [%]	Tipo II [%]	Totale [%]
Zona 1 (epicentrale)	63%	37%	42,5%
Zona 2 - 3 (non epicentrale)	65%	35%	57,5%

Come si può facilmente notare la situazione è molto simile nelle due zone con una modesta prevalenza della tipologia I in quella epicentrale. La prevalenza di murature di tipo I trova conferma anche nell'entità del danneggiamento rilevato causato da una modesta magnitudo. In Figura 1 sono rappresentate la zona epicentrale (zona 1) e l'area limitrofa (zona 2 con  $Imcs$  pari a 5.5; zona 3 con  $Imcs$  pari 5). Tali dati sono messi in correlazione con la recente classificazione sismica introdotta con l'OPCM 3274/03. In Figura 2, invece, la suddivisione in area epicentrale e non epicentrale è messa in correlazione con la classificazione sismica vigente al 2002. Si evidenzia come molti comuni della zona 1 al momento del terremoto non fossero classificati a rischio sismico.

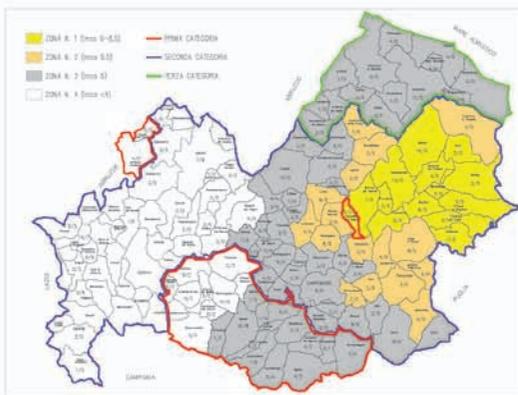


Figura 1. Delimitazione aree epicentrali e classificazione sismica al 2003 (OPCM3274/03) adottata con LR n.13/2004.

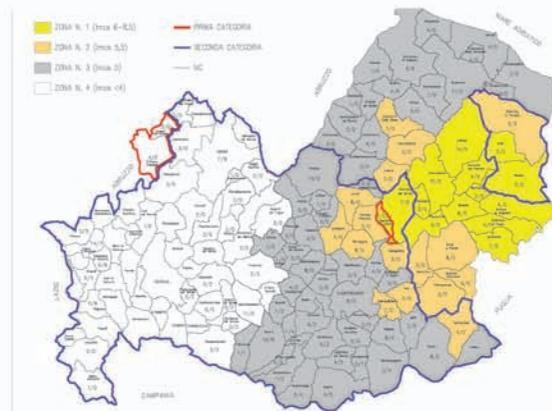


Figura 2. Delimitazione aree epicentrali e classificazione sismica al 2002



Nello studio per il rilievo del danno e della vulnerabilità agli edifici monumentali, in particolare le chiese, è stato utilizzato uno strumento schedografico messo a punto in ambito GNDT nel 1997 ed utilizzato per la prima volta a seguito del terremoto umbromarchigiano (Lagomarsino e Podestà, 2004). Esso prevede la lettura degli elementi costitutivi di tutte le tipologie murarie presenti nella fabbrica: i materiali, la tessitura, la posa in opera, la sezione trasversale, l'eventuale presenza di intonaco e il suo stato di conservazione, la qualità collegamenti tra pareti e gli eventuali interventi recenti, oltre allo stato di consistenza generale (Podestà e Lemme, 2000). Essa consente, in primo luogo, di riconoscere gli elementi costitutivi (materiale, lavorazione, dimensioni e stato di conservazione), il tipo e funzione della malta, consentendo una distinzione tra le murature in conci lapidei (calcarea, tufaceo, ecc.) da quelle composte da elementi prefabbricati (mattoni pieni, mattoni forati, blocchi in calcestruzzo). Il secondo livello di informazioni riguarda la tessitura e la posa degli elementi. Tali dettagli costruttivi influenzano il comportamento meccanico: le murature caratterizzate da una tessitura con filari orizzontali e malta di buona qualità hanno generalmente una resistenza superiore rispetto ad una tipologia che non tiene conto di queste regole dell'arte (Binda *et al.*, 2004). Il passo successivo è connesso all'individuazione della sezione trasversale (paramento unico, due paramenti ammortati, due paramenti debolmente ammortati con sacco interno di piccole dimensioni, due paramenti non ammortati con sacco interno, ecc.) anche questa informazione, valutabile solo nel caso in cui siano possibili saggi o crolli parziali, caratterizza il comportamento meccanico della parete, soprattutto in relazione ad un azione fuori del piano. La presenza dell'intonaco, l'esecuzione di eventuali interventi di consolidamento e la tipo-

logia dei collegamenti sono ulteriori informazioni richieste dalla scheda, che caratterizzano il comportamento complessivo del fabbricato ma che non hanno una ricaduta diretta sull'individuazione della tipologia muraria. Le informazioni contenute nella scheda, sono state integrate con alcuni parametri previsti nella Normativa Tecnica della Regione Umbria (L.R. n.18 - 2002) per la valutazione della qualità muraria nel rispetto delle regole dell'arte. In particolare sono stati aggiunte informazioni riguardanti: l'orizzontalità dei filari, lo sfalsamento dei giunti verticali e la presenza di elementi ortogonali al piano della muratura.

Il campione delle murature rielaborato è stato dedotto, oltre che dai dati rilevati a seguito dall'evento sismico, utilizzando le informazioni disponibili in letteratura, anche facendo riferimento a diversi progetti svolti nella Regione Molise precedentemente all'evento del 2002, sia nella provincia di Campobasso che in quella di Isernia.

I dati rielaborati sono stati, pertanto, dedotti da:

- Progetto GNDT – “Mitigazione del Rischio Sismico dei Centri Storici e degli Edifici di Culto dell’Area del Matese nella Regione Molise”, 2000 (70 edifici);
- Progetto GNDT- “Censimento relativo alle emergenze a carattere monumentale ed ambientale nei Comuni ricadenti in tutto o in parte all’interno di Parchi naturali nazionali e regionali”, 2001 (10 edifici);
- Progetto Intereg IIIA – RESTARC, 2006 - Provincia di Campobasso (20 edifici);
- Rilievo della vulnerabilità degli edifici di culto dopo il sisma del 2002 (80 edifici) (Cifani *et al.*, 2005);
- Rilievo del danno e della vulnerabilità degli edifici del Comune di Ripabottoni (CB), nell’ambito della microzonazione sismica dopo il sisma del 2002 (110 edifici) (Martinelli *et al.* 2004);
- Redazione dei progetti di ricostruzione dopo il sisma del 1984 (10 edifici) e del 2002 (25 edifici) (Lemme e Pasquale, 2005).

Il campione dei dati non essendo numeroso (322 edifici) è stato corroborato con quelli rilevati con il progetto per il “Censimento di vulnerabilità a campione dell’edilizia corrente dei Centri abitati, nelle regioni Abruzzo, Molise Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia e Sicilia (L.28.11.96 n.608 a cura del DPC-GNDT). Con tale progetto sono stati analizzati 1223 edifici individuando le tipologie delle strutture verticali in accordo con la scheda di I livello del GNDT per gli edifici ordinari. Sommando ai dati di tale progetto il campione esaminato (in totale 1545 manufatti) risulta che circa l’84% degli edifici rilevati è costituito da una struttura verticale in muratura di diversa tipologia: 45.1% in muratura in pietra sbazzata (tipologia C); 13.6% in muratura a sacco con spigoli mazzette e ricorsi (tipologia B); 8.7% in muratura di blocchetti di tufo o pietra squadrata (tipologia G); 4% in muratura in mattoni pieni o multiformi (tipologia L); 3.8% in muratura a sacco (tipologia A), 3.7% in muratura in pietre arrotondate (tipologia E); 2.6% in muratura in pietra sbazzata con rinforzi (tipologia D); 2.5% in blocchetti di calcestruzzo (tipologia H) (Figura 3). Il censimento effettuato ha consentito di individuare un tessuto edilizio variegato, seppur caratterizzato da una prevalenza di edifici in muratura in pietra sbazzata.



Figura 3. Esempi di alcune tipologie del campione.

Per il campione, per il quale erano disponibili le informazioni di maggior dettaglio (322 casi), è stato possibile caratterizzare maggiormente le macrotipologie precedentemente illustrate, evidenziando statisticamente la presenza di diversi parametri costruttivi che possono caratterizzare le diverse tipologie di muratura. I risultati di tale analisi sono riportati in Tabella 2. Per ogni campo previsto dalla *Scheda Murature GNDT* è stata calcolata la distribuzione statistica dei diversi indicatori, riportandone unicamente le situazioni più frequenti tra le diverse opzioni disponibili per i diversi campi.

Tabella 2. Distribuzione statistica dei parametri della Scheda Murature GNDT.

Elementi costitutivi		
Materiale lapideo	Calcere [69.7%]	Arenaria [19.8%]
Lavorazione	Conci sbozzati [66.9%]	Spigoli finiti [18.2%]
Dimensioni	Medie [66.8%]	Grandi [12.1%]
Tipologia malta	Calce aerea [83.3%]	Calce idraulica [4.9%]
Consistenza malta	Incoerente [58.6%]	Friabile [21.5%]
Tessitura	Corsi regolari [44.8%]	Corsi irregolari [27.6%]
Tipologia trasversale	Due paramenti accostati [36.0%]	Paramenti ammorsati o debolmente ammorsati – [23.8%]
Spessore sezione	80 cm [36.5%]	100 cm [43.7%]
Presenza diatoni	Parzialmente presenti [48.7%]	Assenti [36.9%]
Presenza intonaco	Muratura a faccia vista [32.6%]	In parte mancante [32.6%]
Consistenza intonaco	Degradato [29.9%]	Buono [21.5%]
Tipologia angolate	Ammorsamento scadente [49.2%]	Ammorsamento Buono [21.5%]
Elementi costitutivi angolate	Analoghi alla muratura [54.7%]	Dimensioni maggiori [24.3%]
Interventi muratura	Nessuno [53.3%]	Scuci e cuci in mattoni [37.8%]

Le murature esaminate sono quasi tutte costituite da elementi lapidei riconducibili a rocce sedimentarie di natura calcarea (49.7%) o da arenarie (39.8%) ed in misura minore di mattoni pieni (6.52%). Le costruzioni recenti, invece, sono caratterizzate da murature in mattoni semi-forati o in blocchi di calcestruzzo (11.5%). In funzione dei rilievi è stata ipotizzata una distribuzione geografica dei materiali costitutivi che è stata avvalorata anche dall'individuazione delle cave presenti sul territorio regionale; in questo modo è stato possibile individuare tre zone ognuna delle quali caratterizzate da una prevalente tipologia di muratura (Figura 4):

- zona A (provincia di Isernia e Molise Centrale): murature in pietrame costituito da conci sbozzati o squadri di dimensioni medio-piccole costituite in prevalenza da due paramenti debolmente ammorsati disposti a ricorsi orizzontali; meno comune la tipologia a “sacco” che consente l'impiego di pietre di scarto o di materiale di risulta proveniente dal crollo o dalla demolizione di vecchi edifici (centro storico di Isernia).
- zona B (in prossimità della costa - Larino e dintorni): murature in pietrame con una percentuale elevata di mattoni pieni; di solito le strutture verticali sono in pietra e/o pietra e mattoni e le strutture orizzontali (volte) in mattoni pieni o cavi;
- zona C (comuni della costa): murature ed orizzontamenti in mattoni di argilla pieni o cavi.

Gli elementi lapidei, come in parte già accennato, sono stati quasi sempre ricavati da cave locali (Tabella 3), mentre le dimensioni, la tessitura, la posa degli elementi, il tipo e la funzione della malta o la presenza dell'intonaco sono variabili che dipendono dalla importanza delle costruzioni e dalla disponibilità economica.

Tra gli elementi in calcare più diffusi si ricorda il calcare marnoso del Flish rosso, del Matese, di Frosolone, della formazione del Tona, inoltre è possibile riconoscere elementi di calcarenite del Flish di Agnone, il travertino di Isernia, l'arenaria della formazione del Tona.

Tabella 3. Individuazione della provenienza dei materiali lapidei

Materiale	Zona
Calcere e calcare marnoso del Flish rosso	Campobasso, Oratino
Calcere e calcare marnoso del Matese	Matese, zona di Isernia
Calcarei marnosi della formazione di Frosolone	Zona della Montagnola, Longano
Calcere della formazione del Tona	Ripabottoni
Calcere	Venafro
Calcarenite della formazione del Flish di Agnone	Agnone e altissimo Molise
Marne di colore rosso	Fornelli
Travertino	zona delle Mainarde
Travertino	Isernia
Arenaria formazione del Tona	Larinate, Gulgionesi
Mattoni pieni in argilla	Larino e comuni della costa
Mattoni in argilla a 21 fori	Larino e dintorni
Mattoni con due fori circolari di grandi dimensioni	Larino e Molise centrale

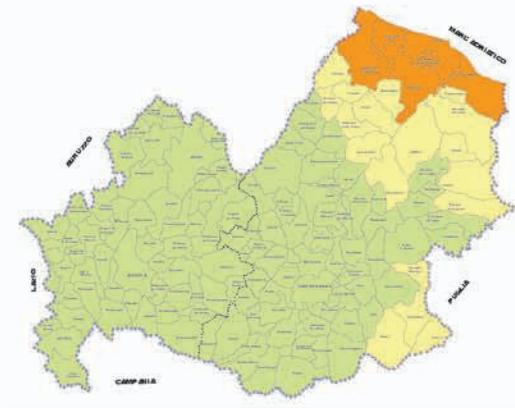
Lo stato di conservazione è certamente migliore nei comuni della provincia di Isernia, in quanto quasi tutti i centri storici sono stati “consolidati” dopo l'evento sismico del 1984, spesso con interventi invasivi che, in parte, hanno cancellato le caratteristiche del-

la cultura edilizia locale, rispetto a quelli della provincia di Campobasso, che pur presentando una condizione di degrado maggiore, conservano meglio le caratteristiche costruttive originali. Tutto ciò è stato possibile per la mancanza di strumenti urbanistici necessari per regolamentare in modo adeguato gli interventi sulle murature storiche.

Si evidenzia, inoltre, che negli ultimi 20 anni sono stati realizzati molti manufatti con murature in mattoni forati in laterizio (mattoni a 21 fori o blocchi con due fori di grande dimensione) che è risultata la tipologia edilizia più danneggiata dall'evento sismico del 2002. Tale aspetto ha portato a considerare una grave carenza costruttiva (*Normativa per la ricostruzione in Molise*) la presenza di mattoni in percentuale di foratura maggiore del 60% (21 fori od a due fori di grandi dimensioni) consentendo, nel caso in cui si siano verificati danni significativi, la possibilità di demolizione dell'edificio.

A		B		C	
Pietra		Pietra- mattoni		Mattoni	

Figura 4. Macro domini murari.



In generale le murature del campione possono essere ricondotte alla macro tipologia dell'*opus quadratum*, modificata in relazione alla "formula" adottata a partire dal medioevo: pietre di dimensioni notevoli, non regolarmente squadrate ma organizzate con l'aiuto della malta e di frammenti più piccoli, in modo da realizzare una tessitura della stessa efficacia meccanica di quella classica (Giuffrè, 1991).

Le opere murarie del campione sono, in gran parte, "progettate" direttamente dal muratore seguendo le regole dell'arte della connessione trasversale (inserimento di diatoni) e della orizzontalità. Per tale motivo la qualità può essere molto differente tra un muro e l'altro e il giudizio meccanico coincide con quello della sua fattura e del rispetto delle regole dell'arte. Una considerazione a parte occorre farla per le opere murarie in mattoni pieni di argilla, che nelle linee generali seguono le stesse regole dell'arte delle opere in pietra, ma nella pratica sono più legate all'*opus quadratum* per la forma regolare degli elementi costitutivi. Per tali muri l'orizzontalità è sempre rispettata mentre la monolicità può non essere sufficientemente garantita e dipende sia dalla disposizione dei diatoni che degli ortostati. I muri portanti in mattoni forati, di dimensioni più o meno simili a quelli pieni, seguono le stesse regole dell'arte, mentre i blocchi portanti in laterizio di ultima generazione (i cosiddetti blocchi antisismici), di solito, hanno la dimensione trasversale pari a quella del muro alla sezione muraria e vengono disposti a giunti sfalsati.

### 3.3. - IL RICONOSCIMENTO DELLE TIPOLOGIE MURARIE MOLISANE

L'analisi delle caratteristiche costruttive degli edifici in muratura ha permesso di individuare per le tipologie prevalenti alcune sottoclassi che tengono conto della presenza o meno degli elementi costitutivi caratterizzanti il tessuto murario molisano.

L'individuazione delle diverse sottoclassi, determinate analizzando statisticamente i dati rilevati direttamente in situ, è riportata sinteticamente in Tabella 4.

La necessità di rendere il repertorio uno strumento di immediata applicabilità per i professionisti che operano direttamente sul territorio, ha determinato l'esigenza di correlare le diverse tipologie riscontrate sul territorio molisano con la recente classificazione muraria proposta in Tabella 11.D.1 dell'Allegato 11.D (Tipologie e relativi parametri meccanici delle murature) dell'OPCM 3431/05.

Nonostante la classificazione proposta dall'Ordinanza sismica sia rappresentativa di macro tipologie di murature che possono riscontrarsi su tutto il territorio nazionale, e quindi poco rappresentative delle tipologie costruttive locali, è apparso fin da subito la necessità di non svincolarsi dal riferimento normativo, che al momento attuale, pur con le inevitabili approssimazioni, risulta l'unico codice in grado di fornire una caratterizzazione meccanica quantitativa delle tipologie murarie prese in considerazione.

Tabella 4. Individuazione delle classi e delle sottoclassi.

<b>A - Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)</b>
A1 - Muratura di classe A caratterizzata da uno o due paramenti accostati con assenza di collegamenti tra i due paramenti e malta scadente.
A2 - Muratura di classe A caratterizzata da uno o due paramenti accostati con malta di buona qualità e collegamenti tra i due paramenti per la presenza parziale di diatoni.
A3 - Muratura di classe A caratterizzata da uno o due paramenti accostati con malta di buona qualità, collegamento tra i due paramenti, intonaco in buone condizioni, presenza di collegamenti nelle angolate e presenza di interventi di consolidamento (betoncino armato o iniezioni di malta).
<b>B - Muratura a conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno</b>
B1 - Muratura di classe B, malta di calce aerea, tessitura irregolare, sfalsamento giunti, spessore di 50-60 cm, sezione a due paramenti accostati con paramento interno senza collegamenti trasversali e senza intonaco.
B2 - Muratura a conci sbozzati, malta idraulica o cementizia, filari parzialmente orizzontali, sfalsamento dei giunti parzialmente rispettato, spessore di circa 60-80cm, sezione a due paramenti parzialmente ammorsati attraverso diatoni, intonaco parzialmente presente o degradato;
B3 - Muratura a conci sbozzati, malta idraulica o cementizia, tessitura regolare, spessore maggiore 80 cm, sfalsamento giunti rispettato, due paramenti ben ammorsati con diatoni ed intonaco di buone condizioni.
<b>C - Muratura in pietre a spacco con buona tessitura</b>
C1 - Muratura con elementi di medie dimensioni, stato di conservazione discreto, malta aerea, orizzontalità parzialmente rispettata, ricorsi assenti, sezione a sacco, giunti con sfalsamento parziale e diatoni assenti.
C2 - Muratura di classe C con elementi di medie dimensioni, malta idraulica, tessitura rispettata, ricorsi presenti, sezione parzialmente ammorsata, giunti sfasati, diatoni presenti parzialmente.
C3 - Muratura di classe C con elementi di dimensioni medio-grandi, malta idraulica, tessitura regolare, sezione ammorsata, giunti sfalsati, diatoni presenti, buone condizioni.
<b>D - Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)</b>
D1 - Muratura di classe D con a conci di pietra tenera di medie dimensioni, con buona tessitura, malta aerea, sfalsamento parziale dei giunti, a due paramenti con paramento interno per l'assenza di collegamenti trasversali
D2 - Muratura a conci di pietra tenera di medie dimensioni, con buona tessitura, malta idraulica, a giunti sfalsati, a due paramenti parzialmente ammorsati con sacco interno e collegamenti trasversali in numero limitato.
D3 - Muratura a conci di pietra tenera di dimensioni medio-grandi, con tessitura regolare, malta idraulica, giunti sfalsati, due paramenti ammorsati o ad unico paramento, con collegamenti trasversali in numero adeguato e in buono stato di conservazione.
<b>E - Muratura in blocchi lapidei squadrati</b>
E1- Muratura in blocchi squadrati costituita da due paramenti con paramento interno formato da una muratura in conci sbozzati tipo B2-B3 e/o debolmente ammorsati, sfalsamento dei giunti e tessitura regolare
E2 - Muratura in blocchi squadrati costituita da due paramenti con sacco interno e/o debolmente ammorsati con sfalsamento dei giunti e diatoni in numero non adeguato
E3 - Muratura in blocchi squadrati costituita da un unico paramento o due paramenti ammorsati con sfalsamento dei giunti e tessitura regolare e diatoni in numero adeguato
<b>F - Muratura in mattoni pieni e malta di calce</b>
F1 - Muratura in mattoni pieni con malta di scadente qualità
F2 - Muratura in mattoni pieni e malta di buona qualità, presenza di intonaco

Tale aspetto ha consentito di conseguire un duplice vantaggio: in primo luogo la possibilità di avere inserito all'interno del "Protocollo di progettazione esecutiva degli interventi di ricostruzione della Regione Molise" una procedura di rilievo della tipologia muraria (derivata dalla "scheda Murature GNDT"), in secondo luogo la possibilità di definire un criterio oggettivo ed omogeneo per l'individuazione preliminare della tipologia muraria in accordo con la classificazione riportata in Tabella 11.D.1.

L'individuazione della tipologia muraria risulta, infatti, l'operazione iniziale che ogni professionista deve compiere, qualsiasi sia il livello di conoscenza che intende conseguire. Una volta individuata la tipologia della muratura ogni eventuale incremento di conoscenza (connesso ad indagini diagnostiche in molti casi fortemente distruttive) consente unicamente di muoversi all'interno degli intervalli di valori proposti per la tipologia muraria precedentemente individuata.

Mentre il passaggio ad un livello di conoscenza di maggior dettaglio sia dalla stessa Ordinanza chiaramente esplicitato, evidenziando in molti casi il numero e la tipologia di indagini diagnostiche da effettuare, le modalità con cui attribuire la nostra parete in muratura alla tipologia di riferimento non sono in nessun modo specificate (Brignola *et al.*, 2006a).

Tale operazione, di fondamentale importanza, risulta solo apparentemente immediata. Le tipologie murarie prese in considerazione nell'Allegato 11.D. (OPCM 3431/05) sono inevitabilmente molto approssimate generando in molti casi attribuzioni fortemente soggettive.

Attraverso la semplice compilazione della metodologia di rilievo adottata si è in grado, invece di ottenere un'immediata individuazione della tipologia muraria attraverso una procedura informatizzata. I dati richiesti sono stati, infatti, informatizzati all'interno della procedura di calcolo del danno e della vulnerabilità sismica per la valutazione del contributo economico relativo ai progetti esecutivi (scheda P.E.R. Progetto Esecutivo Ricostruzione [www.regione.molise.it/sis](http://www.regione.molise.it/sis) - Protocollo di Progettazione Regione Molise).

La compilazione della scheda di rilievo consente, pertanto, un'individuazione automatica della sottoclasse tipologia che tuttavia risulta, in ogni caso, correlata ad una delle macrotipologie previste dall'Ordinanza. Questo permette al progettista, a fronte di una maggiore scelta, di potere sempre riferirsi, in mancanza di dati sperimentali, ai valori proposti, che vengono individuati attraverso una procedura omogenea ed immediata. Si può, inoltre, sottolineare come alcune delle sottoclassi proposte, siano, in qualche modo, già rappresentate dall'Allegato 11D tenendo conto dei coefficienti correttivi della Tabella 11.D.2. Anche in questo caso la compilazione della scheda consente una chiara individuazione di tali parametri che vengono individuati contestualmente al riconoscimento della tipologia muraria e degli elementi costitutivi.

Ciononostante, l'osservazione delle murature rilevate ha permesso di individuare sottoclassi non direttamente riferibili ai parametri correttivi tenuti in considerazione nella Tabella 11.D.2. In molti casi, infatti, si è potuto osservare come la discriminante tipologica, sia rappresentata dalla presenza di zeppe o scaglie, dalla tipologia di tessitura, dallo sfalsamento dei giunti, dall'orizzontalità dei filari, che al momento non sempre trovano un diretto riscontro nell'Ordinanza in termini di incremento o diminuzione dei parametri meccanici. In tali casi la mancanza di dati sperimentali non permette una calibrazione dei parametri meccanici della classe di riferimento all'interno dell'intervallo proposto.

Tuttavia, seppur non esistano riscontri sperimentali e non sia direttamente contemplato dall'Ordinanza stessa, la presenza di alcuni dettagli costruttivi appaiono banalmente migliorativi della qualità muraria e dovrebbero pertanto in un futuro essere associati a coefficienti correttivi in analogia a quelli proposti nella Tabella 11.D.2. dell'OPCM 3431/05.

Tale aspetto, inoltre, consentirà di individuare quelle tipologie su cui può essere di maggior interesse programmare una serie di indagini sperimentali (LC2 o LC3), in modo da caratterizzare meccanicamente quelle sottoclassi che maggiormente si differenziano dalla tipologia di riferimento.

Tra i dati rilevati appare importante, infine soffermarsi sul parametro connesso al rilievo della sezione trasversale della muratura (Lagomarsino *et al.*, 2001, Brignola *et al.*, 2006). La presenza di una buona connessione (diatoni, disposizione a quinconce) assume sicuramente un ruolo fondamentale nella valutazione del comportamento meccanico e tale aspetto è, infatti, recepito dalla recente Ordinanza con il coefficiente correttivo relativo alla "buona" connessione trasversale. Tuttavia la possibilità di disporre di un'informazione di dettaglio (seppur qualitativa) relativa al numero di diatoni presenti potrebbe consentire di graduare il coefficiente correttivo proposto in relazione alla presenza frequente o parziale di questi elementi. Pur essendo un'informazione, normalmente di difficile individuazione, nel caso specifico di murature danneggiate da un evento sismico, questa informazione risulta più facilmente riconoscibile proprio attraverso il riconoscimento dei meccanismi di danno che si sono realmente attivati a seguito del sisma. L'individuazione di meccanismi di danno caratterizzati dalla formazione di catene cinematiche di blocchi rigidi permette se correlate alle indagini previste nel I livello di conoscenza dell'OPCM 3431 (LC1) di formulare un giudizio corrispondenza alla reale vulnerabilità constatata a seguito del sisma.

Questo dato permette al progettista, da un lato, di valutare se poter utilizzare il coefficiente correttivo proposto dall'Ordinanza ed eventualmente ridurlo per la non completa efficacia della connessione trasversale, dall'altro, dovrebbe essere una discriminante nelle successive verifiche dei meccanismi locali che presuppongono una muratura assimilabile ad un blocco rigido, capace di ruotare e traslare, ma non di disgregarsi per un'azione orizzontale.

Appare in ogni caso evidente come molte delle informazioni richieste dalla scheda murature possano comportare la realizzazione di indagini diagnostiche di modesta entità e non invasive (Binda *et al.*, 2001; Brignola *et al.*, 2006a). Infatti, in relazione all'importanza quantitativa dei parametri correttivi proposti dall'Ordinanza e dal percorso di riconoscimento della qualità muraria, la Regione Molise ha potuto indirizzare la realizzazione di indagini indirette, limitatamente distruttive (indagini soniche, sclerometriche, video-endoscopie), rispetto ad indagini dirette (Borri *et al.*, 2000, Brignola *et al.*, 2006b; Brignola *et al.*, 2006c). Questa scelta determina sicuramente l'impossibilità immediata di poter utilizzare fattori di confidenza minori per il livello di conoscenza di maggior dettaglio raggiunto; tuttavia è in programma una campagna di indagine esaustiva (prove di compressione diagonale – LC3; prove con i martinetti piatti – LC2) su una serie di edifici rappresentativi del tessuto edilizio molisano. Appare evidente, quindi, come l'attribuzione della tipologia muraria del singolo edificio ad una delle classi del repertorio realizzato consentirà al progettista di adottare i risultati delle indagini realizzate sugli edifici prototipo, come consentito dalla stessa Ordinanza (§11.5.2).

Il Protocollo di Progettazione della Regione Molise prevede pertanto, il seguente percorso conoscitivo:

- Compilazione della scheda P.E.R. - murature per il riconoscimento tipologico e degli elementi costitutivi;
- Ricorso ad eventuali saggi o indagini diagnostiche indirette (prove soniche, prove sclerometriche) propedeutiche a valutare la presenza degli elementi caratteristici della muratura nei casi di dubbia individuazione;
- Individuazione della tipologia muraria in funzione delle classi e delle sottoclassi proposte nel *Repertorio Murature*
- Determinazione delle caratteristiche meccaniche con l'ausilio della tabella 11.D.1 e 11.D.2.
- Valutazione del livello di conoscenza in funzione della disponibilità dei dati sperimentali (LC2 – LC3) che saranno ottenuti dalla campagna di indagine a campione promossa dalla Regione.
- Riconoscimento dei possibili meccanismi di collasso delle murature attraverso il rilievo diretto del danneggiamento e il confronto con il repertorio murature dove sono stati preventivamente rilevati.

Lo schema riportato in Figura 5 indica la sequenza delle fasi necessarie per conseguire il riconoscimento tipologico delle murature a partire dall'indagine visiva con sopralluogo. In tale indagine il materiale e la lavorazione sono elementi determinanti per l'individuazione della classe, mentre gli altri elementi costitutivi (tessitura, tipo di sezione, tipo e qualità di malta, presenza di collegamenti trasversali, ecc.) servono principalmente alla individuazione della sottoclasse e a calibrare i parametri meccanici.

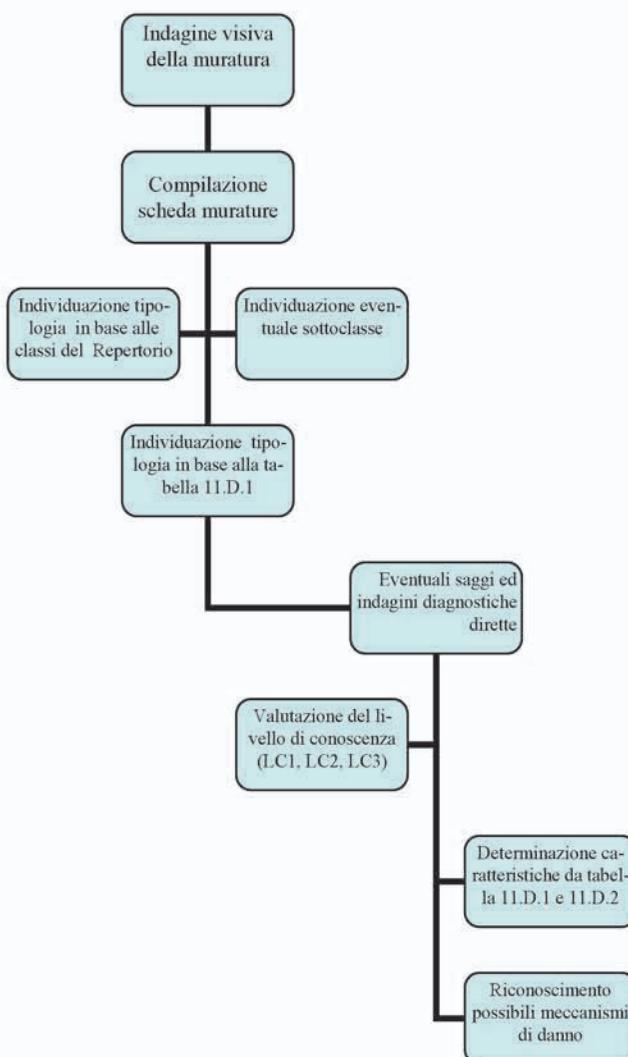


Figura 5. Schema logico per l'individuazione della classe, della sottoclasse e dei parametri meccanici.

### 3.4. - ELEMENTI PER LA INDIVIDUAZIONE DEL COMPORTAMENTO MECCANICO

Oltre alla realizzazione di un repertorio delle tipologie murarie molisane si è cercato, come in parte già accennato, di associare alle diverse classi i possibili meccanismi di danneggiamento attraverso il rilievo del danno degli edifici colpiti direttamente dall'evento sismico del 1984 e del 2002.

Complessivamente sono stati individuati sei modi di danneggiamento delle murature attivabili per azioni nel piano e/o fuori del piano corrispondenti a specifiche carenze costruttive (Tabella 5). Al fine di fornire uno strumento propositivo per ciascuna modalità di collasso individuata è stata proposta un'indicazione preliminare degli interventi di consolidamento da attuare con l'obiettivo di eliminare o limitare le carenze costruttive rilevate (Tabella 6).

Tabella 5. Modalità di danneggiamento prevalenti in funzione della tipologia muraria.

Modo di danneggiamento	Tipologia
<i>Azione fuori del piano: comportamento assimilabile ad un blocco rigido</i>	B3, C3, D3, E2, E3, F1, F2
<i>Azione fuori del piano: separazione dei paramenti e attivazione di meccanismi globali dei paramenti</i>	A2, A3, B2, C2, D2, E1
<i>Azione fuori del piano: separazione dei paramenti murari con disgregazione del paramento esterno</i>	A1, B1, C1, D1
<i>Azione nel piano: lesioni localizzate inclinate in funzione dell'angolo di attrito interno della muratura</i>	B3, C3, D3, E2, E3, F1, F2
<i>Azione nel piano: lesioni diffuse inclinate lungo i giunti di malta.</i>	A2, A3, B2, C2, D2, E1
<i>Azione nel piano: separazione dei paramenti, espulsione di materiale, lesioni inclinate e verticali.</i>	A1, B1, C1, D1

Tabella 6. Interventi consigliati.

Tipologia muraria	Interventi consigliati
B3,C3,D3,E2,E3,F1, F2	Nessun intervento
A2,A3,B2,C2,D2,E1	Stilatura profonda dei giunti. Collegamenti dei due paramenti tramite diatoni artificiali o tirantini antiespulsivi.
A1,B1,C1,D1	Iniezioni di miscela di malta compatibile; Collegamento dei due paramenti tramite diatoni artificiali

### 3.5. - CONCLUSIONI

L'individuazione della tipologia di muratura degli edifici esistenti risulta l'operazione preliminare che ogni professionista deve effettuare al fine di individuare le caratteristiche meccaniche della muratura da adottare nelle successive verifiche di sicurezza, qualunque sia il livello di conoscenza che si vorrà conseguire.

Il lavoro effettuato cerca di fornire, pertanto, uno strumento che possa essere di supporto per i tecnici incaricati della progettazione degli interventi di riparazione e miglioramento sismico ed allo stesso tempo per la Regione Molise per il controllo dei progetti.

Per fare questo sono stati, in primo luogo, analizzati i dati disponibili delle diverse tipologie murarie, tramite un apposita scheda di rilievo, utilizzando le informazioni disponibili sia in letteratura sia ottenute dai rilievi sul campo. Questa analisi ha permesso di costruire un repertorio delle tipologie di murature molisane che fosse, nonostante le maggiori specifiche ed informazioni rilevate, integrabile con la classificazione proposta nella Tabella 11.D.1 dell'Allegato 11.D dell'OPCM 3431/05.

La scheda adottata per definire il *Repertorio murature*, è stata, inoltre, inserita nel Protocollo di Progettazione (scheda P.E.R.-Murature), al fine di avere un duplice risultato. In primo luogo la possibilità di avere per ogni edificio consolidato il rilievo della qualità muraria, che permette di catalogare ed ampliare il campione di partenza in maniera continua, in secondo luogo la compilazione della scheda consente al progettista di avere in automatico l'individuazione della classe e/o sottoclasse di riferimento che risulta direttamente correlata alle tipologie murarie previste dall'Ordinanza.

Tuttavia, appare importante sottolineare come il dettaglio delle informazioni contenute all'interno della scheda consenta di ottenere utili informazioni relative ad una previsione delle modalità di danneggiamento della muratura, prevedendo contestualmente un'indicazione degli interventi di consolidamento.

Infine, in un'ottica di pianificazione territoriale, la possibilità di disporre di un repertorio delle tipologie murarie più ricorrenti potrà consentire alla Regione di indirizzare le prove da effettuare per la redazione dei progetti esecutivi e/o di programmare una campagna diagnostica, mirata ad edifici rappresentativi delle diverse tipologie, in modo da poter utilizzare i dati ottenuti anche per altri manufatti, una volta definita la tipologia di riferimento. Tale fase è in corso di attuazione e consentirà alla Regione, solo per la ricostruzione post-sismica, di limitare il costo della sperimentazione di oltre 16.000 edifici, a pochi casi rappresentativi.

#### Riferimenti bibliografici

- AA.VV, 2002, Mitigazione del rischio sismico dei centri storici e degli edifici di culto dell'area del Matese nella Regione Molise - POP 1994-1999 GNDT - Regione Molise.
- AA. VV., 2001, Censimento relativo alle emergenze a carattere monumentale ed ambientale nei Comuni ricadenti in tutto e in parte all'interno di Parchi naturali nazionali e regionali, Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale - Dipartimento della Protezione Civile - C.N.R.
- AA.VV. Censimento di vulnerabilità a campione dell'edilizia corrente dei Centri abitati, nelle regioni Abruzzo, Molise Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia e Sicilia (L. 28.11.96 n.608 - Dipartimento della Protezione Civile - GNDT).
- Binda, L., Borri, A., Vignoli, A., 2004, Sull'analisi della qualità muraria e la modellazione della risposta sismica del costruito: verso un "Manuale delle murature storiche", *Atti del XI Convegno Nazionale: L'ingegneria Sismica in Italia*, Genova (Atti su CD).
- Binda, L., Saisi, A., Tiraboschi, C., 2001, Application of sonic test to the diagnosis of damaged and repaired structures, *NDT&E International Journal*, Vol 34, pp. 123-138.
- Borri, A., Corradi, M., Vignoli, A., 2000, Il comportamento strutturale della muratura nelle zone terremotate dell'Umbria: alcune sperimentazioni, *Ingegneria Sismica*, Anno XVII, n°3, pp. 23-33, Patron Editore, Bologna.
- Brignola, A., Curti, E., Frumento, S., Lagomarsino, S., Podestà, S., Riotto, G., 2006a, Prove soniche su pannelli in muratura di edifici esistenti, *Atti del Convegno Nazionale: Sperimentazione su materiali e strutture*, Venezia.
- Brignola, A., Ferrini, M., Lagomarsino, S., Mangone, F., Podestà, S., 2006b, Valutazione sperimentale dei parametri di deformabilità e di resistenza a taglio della muratura, *Ingegneria Sismica* (in corso di stampa).
- Brignola, A., Frumento, S., Lagomarsino, S., Podestà, S., 2006c, Valutazione sperimentale dei parametri di deformabilità e di resistenza a taglio, *Atti del Convegno Nazionale: Sperimentazione su materiali e strutture*, Venezia.
- Comitato Tecnico Scientifico del Molise, 2005, Direttive per la ricostruzione, Campobasso Decreto del Presidente Commissario n.35/200.
- Cifani, G., Lemme, A., Podestà, S., 2005, *Sisma Molise 2002: Beni Monumentali e Terremoto, dall'emergenza alla ricostruzione*. Roma, Edizioni DEI.
- Circolare Ministero dei Lavori Pubblici. N.21745, 30 luglio 1981. Legge 14 maggio 1981, n. 219 - art. 10. Istruzioni relative alla normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma.
- D.M. Lavori Pubblici, 2 Luglio 1981. Normativa per le riparazioni ed il rafforzamento degli edifici danneggiati dal sisma nelle Regioni Basilicata, Campania e Puglia.

- Eurocodice 8 (EC8) – Parte 3, ENV 1998 1-1. Design of structures for earthquake resistance. 2004.
- Giuffrè, A., 1991, *Lecture sulla Meccanica delle Murature Storiche*, edizioni Kappa
- Podestà S., Lemme A., "The survey of damage and of seismic vulnerability in the churches of Umbria and Marche", Proc. of the *Archéosismicité et sismicité historique: contribution à la connaissance et à la définition du risque*, pp. 79-89, Perpignan, 2000.
- Lagomarsino, S., 2006, Le indagini per la conoscenza nella valutazione della sicurezza sismica di edifici esistenti in muratura, *Atti del Convegno Nazionale: Sperimentazione su materiali e strutture*, Venezia.
- Lagomarsino, S., Podestà, S., Tavaroli, F., Torre, A., 2001, Sull'efficacia dei diafani nel miglioramento sismico delle costruzioni in pietra, *Atti del X Convegno Nazionale: L'ingegneria Sismica in Italia*, Potenza (Atti su CD).
- Lagomarsino S., Podestà S., 2004, "Seismic vulnerability of ancient churches. Part1: damage assessment and emergency planning" *Earthquake spectra* **20**, 377-394. ISSN-8755-2930 L.R. n.18 - 2002
- Lemme, A., Pasquale, C., 2005, *Sisma Molise 2002: Protocollo di progettazione degli interventi di ricostruzione*, Decreto del Presidente Commissario Delegato n.10/2006.
- Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni (elaborate in concerto dal Dipartimento della Protezione Civile e dal Ministero per i Beni e Attività Culturali, con il parere favorevole del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici), 21 luglio 2006 ([www.bap.beniculturali.it](http://www.bap.beniculturali.it); [www.eucentre.it](http://www.eucentre.it)).
- Martinelli A., Lemme A., Peppoloni S., Di Capua G., 2004, "Vulnerabilità sismica e danno agli edifici in muratura dei centri storici: il caso studio di Ripabottoni (CB). Un esempio di integrazione tra dati ingegneristici e geologici" , Atti del Convegno Nazionale, "Rischio sismico, Territorio e Centri Storici, Sanremo (IM).
- Ordinanza Presidenza del Consiglio dei Ministri, No. 3274 del 20 marzo 2003: Allegato 2 – Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici.
- Ordinanza Presidenza del Consiglio dei Ministri, No. 3431 del 3 maggio 2005: Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri, No. 3274 del 20 marzo 2003.
- Servizio Sismico Nazionale, 2000 – Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti. Manuale di agibilità.

## 4 - LA MESSA IN SICUREZZA DEI BENI MONUMENTALI <sup>1</sup>

### 4.1. - IL PROBLEMA DELLA MESSA IN SICUREZZA DEI BENI MONUMENTALI

Il problema della messa in sicurezza degli edifici rappresenta uno degli aspetti più problematici della gestione di un'emergenza sismica. La necessità di dovere operare senza una chiara conoscenza del fabbricato (sezioni murarie, interazioni con altri manufatti, particolari costruttivi ecc.), connessa all'incertezza di possibili scosse di replica determina, in molti casi, interventi provvisori concettualmente sbagliati, in quanto o non direttamente connessi al meccanismo di collasso che il sisma ha attivato o non finalizzati all'obiettivo che ci si prefigge. Dovrebbero, infatti, essere distinti i casi in cui è necessario intervenire per il seppur garantiscono l'incolumità pubblica, di fatto ne impediscono l'accessibilità, risultando alla stregua di un giudizio di inagibilità dell'intero complesso edilizio. Tale problematica si complica ulteriormente quando il manufatto da preservare è un edificio monumentale, in cui il valore artistico e storico determina l'esigenza di preservare l'opera stessa da aggravamenti dello stato di danneggiamento. In tale ottica, la progettazione dell'intervento provvisorio deve tenere conto proprio di quelle peculiarità architettoniche che rendono il manufatto un *unicum* architettonico, definendo delle soluzioni d'intervento che siano o propedeutiche all'intervento definitivo di riparazione e miglioramento sismico, o interamente reversibili.

Le chiese, che rappresentano una tipologia particolarmente vulnerabile all'azione sismica (Lagomarsino e Podestà, 2004), comportano notevoli problematiche operative. Le opere d'arte (apparati fissi o beni mobili), contenute all'interno di tale tipologia di edifici, la conformazione architettonica articolata (per esempio facciate a sviluppo planimetrico concavo o convesso), la presenza di volte, cupole, elementi sveltanti a vela contribuiscono a complicare le operazioni di messa in sicurezza di tali edifici. Tali aspetti dovrebbe, almeno teoricamente, tradursi in una *più* accurata progettazione dell'intervento provvisorio rispetto a tipologie edilizie ordinarie; tuttavia l'esperienza condotta personalmente dagli autori, dopo gli ultimi eventi sismici, ha evidenziato come, nella maggior parte dei casi, l'intervento provvisorio sia in una qualche misura lasciato alla capacità dei tecnici delle squadre di rilevatori (molto spesso volontari) o alla buona volontà delle imprese chiamate per tale compito, senza il necessario controllo degli Enti proposti a tale funzione.

Nei paragrafi seguenti, partendo dall'analisi degli interventi provvisori realizzati su oltre 60 edifici monumentali molisani, si propone un criterio metodologico che possa guidare il tecnico rilevatore alla definizione della tipologia d'intervento provvisorio più opportuna. A tale scopo, per le chiese, appare di particolare aiuto la metodologia di rilievo del danno e della vulnerabilità utilizzata in Molise per lo studio della Vulnerabilità agli edifici di Culto (a cura del CNR - Consiglio Nazionale delle Ricerche), derivata dalla *scheda GNDT*, impiegata in Umbria e Marche dopo il terremoto del 1997 (Lagomarsino *et al.*, 2004). Tale scheda, infatti, fornisce una valutazione della risposta sismica tramite un'analisi del danno e della vulnerabilità per i meccanismi di collasso dei singoli macroelementi presenti in una chiesa, consentendo di raccogliere quelle informazioni utili al processo decisionale per la scelta dell'intervento di messa in sicurezza. In tale ottica si colloca la recente ricerca OPUS (Opere Provvisorie Urgenti post-Sisma) finanziata dal Dipartimento della Protezione Civile (ufficio Servizio Sismico Nazionale) in collaborazione con l'Università degli Studi della Basilicata (Dipartimento di Strutture, Geotecnica e Geologia applicata all'ingegneria) che fornisce un'ampia casistica delle tipologie d'intervento provvisori in funzione dei meccanismi di danno attivati, dei materiali da utilizzare, dei criteri da adottare (Dolce, 2005). Tuttavia, appare importante affermare, alla luce della recente esperienza molisana, come oltre la scelta tecnica è di primaria importanza l'iter decisionale che deve guidare la progettazione di un'opera provvisoria. Tale intervento dovrà essere ottimizzato in funzione della tipologia della costruzione, del meccanismo di collasso (livello di danno e vulnerabilità associata), delle condizioni ambientali al contorno, del livello di protezione che ci si prefigge (tipo e livello dell'azione; vita utile attesa dell'intervento) e della finalità dell'opera di messa in sicurezza, aspetto che caratterizza le operazioni su un edificio monumentale

### 4.2. - LA MESSA IN SICUREZZA DEGLI EDIFICI MONUMENTALI IN MOLISE A SEGUITO DELLA CRISI SISMICA INIZIATA IL 31.10.2002

Durante la fase dell'emergenza, le operazioni di messa in sicurezza dei beni monumentali molisani sono state eseguite da soggetti istituzionali diversi (Vigili del Fuoco e Soprintendenza ai Beni Architettonici della Regione Molise - BAP-SAD), senza una regia unica o dei modelli predefiniti. Questo aspetto operativo risulta, a nostro avviso, uno dei fattori che maggiormente complica tale fase. L'assenza di semplici raccomandazioni ed indicazioni per l'esecuzione delle opere di messa in sicurezza ha portato, in Molise, l'adozione di criteri d'intervento e scelte tecniche spesso in contrasto tra loro. Dopo la prima ricognizione, effettuata dai tecnici della *Soprintendenza BAP-SAD* e, dopo il rilievo del danno effettuato dalle squadre *NOPSA* (su 296 beni rilevati, il 62% sono risultati agibili e il 38% sono risultati inagibili o parzialmente agibili) sono state individuate le chiese per le quali è stato proposto un pronto intervento finalizzato sia alla messa in sicurezza del monumento che alla salvaguardia della pubblica incolumità.

<sup>1</sup> Beni Monumentali e Terremoto a cura di *Giandomenico Cifani*<sup>1</sup>, *Stefano Podestà*<sup>2</sup>, *Alberto Lemme*<sup>3</sup>, *Dei*, 2005, Roma.

<sup>1</sup> CNR-ITC, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per le Tecnologie della Costruzione, Piazzale Collemaggio, 1, L'Aquila.

<sup>2</sup> DICAT - Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni, dell'Ambiente e del Territorio, Università di Genova, Via Montallegro 1, Genova.

<sup>3</sup> Struttura del Commissario Delegato per la ricostruzione in Molise, Viale Elena, Campobasso.

Per l'attuazione di questa fase operativa, in accordo con il "Gruppo per la Salvaguardia dei BB.CC.", si sono attivati sia i Vigili del Fuoco, in particolare in quelle chiese dove per motivi di sicurezza non era possibile intervenire con mezzi ordinari, che la Soprintendenza *BAP-SAD* del Molise.

L'intervento della Soprintendenza si è svolto parallelamente, e solo in alcuni casi in sinergia, a quello dei Vigili del Fuoco (p.es.: Torre Campanaria della chiesa di S. Pietro in Vincoli di Castellino del Biferno, dove il puntellamento è stato eseguito dai Vigili del Fuoco con materiali forniti dalla impresa individuata dalla Soprintendenza).

L'intervento dei Vigili del Fuoco ha interessato prevalentemente la messa in sicurezza di alcune torri campanarie come quella di S. Pietro in Vincoli (Castellino del Biferno), S. Alfonso dei Liguori (Collotorto), S. Michele (Campolieto), S. Giacomo (S. Croce di Magliano), dove nella maggior parte dei casi, sono stati utilizzate preferite soluzioni tecniche di cerchiaggio con tiranti in acciaio o fasce in poliestere e raramente con puntellazioni lignee.

L'intervento della Soprintendenza è stato, invece, molto più articolato; ha interessato complessivamente 50 chiese e gli interventi di messa in sicurezza sono stati di diversa natura, prevalentemente puntellature con tubi in acciaio (cavalletti metallici prefabbricati o giunto-tubo), puntelli in legno, tiranti e cavi in acciaio. Per quanto riguarda gli aspetti organizzativi sono state coinvolte nelle operazioni di messa in sicurezza, imprese di fiducia della Soprintendenza *BAP-SAD*, quasi tutte molisane, con la direzione dei lavori degli stessi tecnici della Soprintendenza.

### 4.3. - ASPETTI METODOLOGICI

Prima di riportare, per alcuni degli edifici monumentali, gli esiti di tale indagine *a posteriori*, si descrivono i criteri che sono stati adottati per effettuare le valutazioni delle opere provvisoriale eseguite.

In primo luogo, si è cercato di analizzare l'opera provvisoriale in funzione della sua finalità. Gli obiettivi considerati sono stati distinti in tre possibili aspetti fondamentali:

- la necessità di continuare a rendere fruibile il bene - *agibilità* [A];
- la necessità di preservazione del manufatto - *preservazione* [P];
- la necessità di salvaguardia della incolumità pubblica - *incolumità* [I].

Tale criterio è direttamente correlato con il livello di danno che si è verificato nei diversi elementi architettonici e al giudizio complessivo del manufatto. In tabella 1 è stata sinteticamente rappresentata una correlazione tra il livello di danno e gli obiettivi dell'intervento (agibilità [A]; preservazione [P]; incolumità [I]), valida in generale per qualsiasi meccanismo di danno (Calderini *et al.*, 2004). Se può essere lecita un'opera provvisoriale, anche per un livello di danno di lieve entità, in un edificio dichiarato agibile con provvedimenti (Tabella 1a), questa finalità decade completamente se il giudizio complessivo diventa d'inagibilità (Tabella 1b).

	A	P	I
Livello I			
Livello II			
Livello III			
Livello IV			
Livello V			

(a) edificio agibile con provvedimenti

	A	P	I
Livello I			
Livello II			
Livello III			
Livello IV			
Livello V			

(b) edificio inagibile

Tabella 1. Livelli di danno e obiettivi dell'intervento

Nel caso di una chiesa dichiarata agibile con provvedimenti, si può osservare come, per livelli di danno lievi o medi (livello I o II), che non compromettono la sicurezza strutturale del macroelemento né minano la pubblica sicurezza, l'opera deve essere realizzata attraverso opere *minime* che contribuiscano a ridare l'agibilità del manufatto. Appartengono a tali situazioni tutti quei meccanismi di collasso in cui un danno limitato è inerente a macroelementi particolarmente vulnerabili per un'azione sismica (volte in foglio o in canniccio, architravi lignei, ecc.). Inoltre, la presenza di apparati decorativi, elementi di chiusura, tamponamenti sono elementi che, se resi instabili dal terremoto, possono compromettere l'agibilità o l'incolumità pubblica, indipendentemente dal grado di danno. Pertanto, la valutazione della sicurezza strutturale del macroelemento deve sempre essere connessa con la diagnosi degli apparati non strutturali. In tali casi, più che opere provvisoriale vere e proprie, devono essere prese in considerazione delle soluzioni atte a preservare gli ambienti interni da possibili cadute d'intonaco o di elementi decorativi, quali reti di protezione o camminamenti protetti con doppio impalcato (graduabili in base alla vulnerabilità dell'opera).

Per gradi di danno gravi o molto gravi (livello III o IV), in cui il macroelemento è molto danneggiato pur non avendo ancora perso la sua funzionalità statica, l'obiettivo principale deve essere la preservazione del manufatto, cui si subordina, eventualmente per i casi di maggior pregio, l'agibilità complessiva del manufatto (Tabella 1a-b). In tali casi l'opera provvisoriale assume una funzione chiaramente strutturale ed in base alla casistica delle chiese del Molise l'intervento appare necessario nel caso in cui il grado di danno sia pari a IV e nei casi in cui si sia rilevato un danno grave (livello III) e non siano presenti presidi antisismici efficaci che possano contrastare l'evoluzione del danneggiamento. Infine, per danni di livello V (collasso parziale o totale del macroelemento) prevalgono le ragioni dell'incolumità pubblica (che coesistono anche per il livello di danno precedente), intesa non solo come protezione della comunità cittadina ma anche delle squadre di intervento. In tali casi, fortunatamente molti limitati, l'opera provvisoriale potrebbe anche limitarsi ad un'opera di semplice transennamento dell'area intorno al manufatto, se si considera irrimediabilmente perso il macroelemento e conseguentemente il corpo di fabbrica (Calderini *et al.*, 2004).

Sulla base della definizione dei gradi di danno e delle finalità ad essi correlati, è possibile operare una prima distinzione tra le possibili strategie di intervento. In particolare, si intende distinguere quei casi in cui l'intervento provvisorio può coincidere con quello definitivo.

Si considerino ad esempio il livello di danno grave (livello III), quando cioè la sicurezza strutturale del macroelemento non è totalmente compromessa ed è possibile operare in tempi ragionevoli ed in *sicurezza*. In questi casi, la ragione della provvisorietà dell'intervento viene meno, in quanto è economicamente conveniente e strutturalmente più efficace realizzare un'opera di consolidamento definitiva. Inoltre, ai fini della preservazione, può spesso essere preferibile intervenire una sola volta sul manufatto evitando di realizzare opere invasive o parzialmente distruttive. In tabella 2 è stata rappresentata una preliminare correlazione tra obiettivo, livello di danno e tipologia dell'intervento da attuare.

<b>Obiettivo</b>	<b>Livello di danneggiamento</b>	<b>Possibile tipologia di interventi di messa in sicurezza</b>
<i>agibilità [A]</i>	Danno compreso tra 1 (lieve) e 3 (grave di limitata estensione). Nei casi di danno limitato occorre stimare la perdita di resistenza alle azioni verticali e orizzontali provocata dal danno sismico e sulla base di tale valutazione dimensionare il presidio da mettere in opera. Oltre al livello di danneggiamento è importante valutare l'estensione del danno stesso e il livello di vulnerabilità del macroelemento.	Opere minime che consentono di ridare l'agibilità al manufatto sono, ad esempio, la protezione degli spazi interni con reti o camminamenti protetti con tavolati; o la realizzazione di interventi definitivi (risarcitura di lesioni per consolidare distacchi di intonaco, o eventualmente l'inserimento di catene metalliche per contrastare l'attivazione di un meccanismo di ribaltamento)
<i>preservazione [P]</i>	Danno grave (livello 3) o danno molto grave (livello 4) di limitata estensione. In questo caso è indispensabile valutare la riserva di resistenza alle azioni verticali ed orizzontali del macroelemento e verificare se sono presenti stati deformativi significativi e parti pericolanti della struttura.	Per la messa in sicurezza possono essere eseguite sia opere provvisorie che opere definitive. Ad esempio il montaggio di una catena può rappresentare una valida alternativa ad opere di puntellatura ingombranti e costose solo quando la muratura sia in buone condizioni in prossimità degli elementi di ancoraggio in modo da assorbirne il tiro.
<i>incolumità [I]</i>	Danno grave (livello 4) collasso parziale o totale (livello 5) di un macroelemento.	In questo caso l'intervento potrebbe anche limitarsi al solo transennamento se si considera irrimediabilmente perso il manufatto ovvero eseguire interventi di puntellatura solo nel caso in cui si voglia recuperare le parti pericolanti, in quanto di elevato valore storico-architettonico

Tabella 2. Descrizione degli obiettivi: livelli di danno ed interventi di messa in sicurezza

Individuati gli obiettivi e valutate le strategie globali d'intervento (definitivo/provisorio), la verifica degli interventi provvisori realizzati per le chiese del Molise, si è incentrata sull'analisi delle caratteristiche specifiche del manufatto e dell'ambiente circostante.

Le informazioni relative all'ambiente circostante risultano funzionali, in primo luogo, alla definizione di strategie generali d'intervento, in relazione agli obiettivi posti. Si consideri, ad esempio, il caso di un danno "molto grave" (livello IV o V). Se il manufatto è completamente isolato (per es. in aperta campagna) oppure se è antistante ad una grande piazza, è evidente che l'incolumità pubblica può essere preservata sia realizzando un'opera provvisoria che contrasti il ribaltamento, sia semplicemente transennando la zona. In secondo luogo, l'analisi dell'ambiente circostante è funzionale a definire la tipologia dell'opera provvisoria, valutando le sue possibilità di vincolo e di ingombro. Se, per esempio, la chiesa si affaccia su strette corti interne o su vicoli la scelta progettuale si orienterà necessariamente sul contrasto diretto del ribaltamento. Tre sono le tipologie tipiche delle opere provvisorie utili al contrasto del ribaltamento delle facciate: la prima consiste nella costruzione di uno "sperone" antistante alla parete (Figura 1-a); la seconda consiste nell'incatenamento, attraverso diverse tecniche, della parete (Figura 1-b); infine, la terza consiste nel puntellamento della parete in contrasto con corpi murari adiacenti (Figura 1-c).

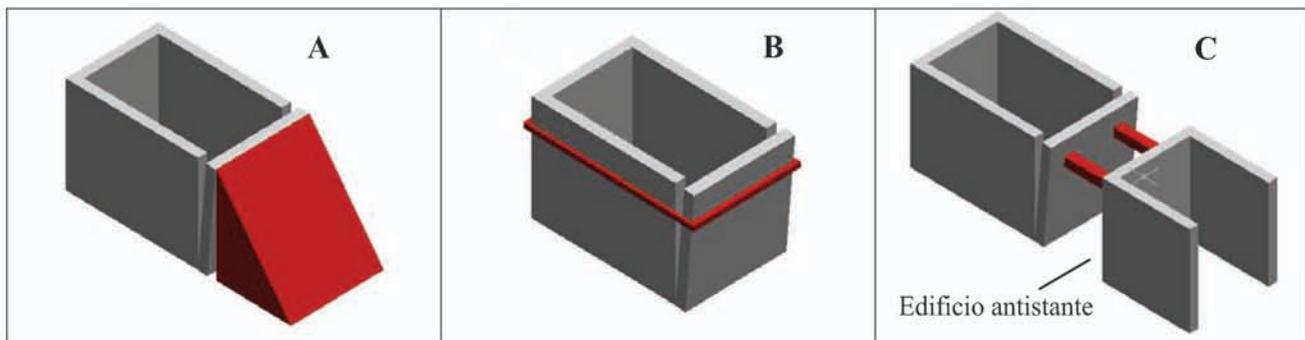


Figura 1. Schemi tipologici d'interventi provvisori per il ribaltamento di pareti: tipologia a sperone (A); tipologia ad incatenamento (B); tipologia a contrasto (C).

Nella tipologia A, la costruzione dello sperone antistante alla parete si traduce, in genere, nella realizzazione di un contrafforte di elementi metallici o lignei ancorato alla base con opportuni presidi contro il ribaltamento e dotato di una inclinazione opportuna in relazione all'altezza della facciata. Nella tipologia B, il cui obiettivo è riportare una connessione tra la facciata e le pareti ad essa ortogonali, la cerchiatura può essere realizzata attraverso l'applicazione di tiranti metallici, brache in poliestere ad alta resistenza o fasce in FRP. Infine, la tipologia C consiste nella collocazione di puntelli di contrasto tra la facciata in ribaltamento e un edificio esistente ad essa antistante (evidentemente idoneo a sopportare le spinte derivanti dall'opera provvisoria). Si consideri, inoltre, come sia sempre necessario considerare la possibilità di potere sostituire l'intervento provvisorio con uno definitivo. In alcuni casi, infatti, in cui la semplicità strutturale del manufatto consenta la progettazione di un intervento definitivo in maniera rapida è preferibile, per contrastare un meccanismo di ribaltamento, inserire direttamente delle catene metalliche. Tale tecnica rientra concettualmente nel campo della tipologia B, ed in alcune situazioni presenta vantaggi realizzativi che la rendono estremamente conveniente.

Dal punto di vista operativo e funzionale, gli autori ritengono che la tipologia B sia da considerare preferibile alle altre tecniche di intervento. Infatti, essa è nella maggior parte dei casi strutturalmente efficace, economicamente sostenibile e d'impatto limitato sul manufatto e l'ambiente circostante. La tipologia A, in generale, presenta l'inconveniente di un notevole ingombro degli spazi antistanti alla chiesa, oltre che un notevole onere economico legato alla costruzione e al noleggio dell'incastellatura dello sperone. La tipologia C può presentare in alcuni casi inconvenienti di tipo strutturale legati ai carichi concentrati che possono andare ad agire sull'edificio antistante e alle spinte che esso è chiamato a sopportare.

Successivamente per le opere provvisorie realizzate nelle chiese molisane si è analizzato la corrispondenza tra l'entità dell'opera provvisoria e il meccanismo di collasso associato, evidenziando se fosse stato possibile trovare soluzioni tecniche alternative a quelle utilizzate.

Tale studio si è basato sull'analisi di vulnerabilità eseguita dal *CNR* (Consiglio Nazionale delle Ricerche) per conto della Regione Molise, attraverso la quale è stato possibile ottenere un'ulteriore valutazione del livello di danneggiamento dei singoli macroelementi (differenziando lo stato fessurativo direttamente attivato dal sisma o preesistente all'evento), e l'individuazione dei presidi antisismici e degli indicatori di vulnerabilità associati ai diversi meccanismi di collasso.

Mettendo in relazione i risultati ottenuti all'esito d'agibilità (sopralluoghi squadre *NOPSA*) si è potuto individuare gli obiettivi degli interventi di messa in sicurezza dei beni monumentali e la corrispondenza con le opere realmente eseguite.

#### 4.4. - ANALISI DEI MECCANISMI DI COLLASSO ATTIVATI DOPO LA CRISI SISMICA INIZIATA IL 31.10.2002

I meccanismi di collasso, che sono stati esaminati, sono quelli la cui attivazione ha determinato la realizzazione dell'intervento di messa in sicurezza. Tali meccanismi sono correlabili in particolare ai seguenti macroelementi: facciata, volte, archi, torri e celle campanarie.

##### 4.4.1. Ribaltamento totale/parziale (M1) e della parte sommitale (M2) della facciata

I meccanismi di ribaltamento globale o parziale (*M1*) e della parte sommitale (*M2*) hanno interessato quasi tutte le chiese danneggiate dal terremoto suddivise in due tipologie prevalenti: le chiese a navata unica che presentano, generalmente, una facciata snella con poche aperture, sommità a vela e timpano triangolare e le chiese a due o tre navate (di medie dimensioni) che presentano una facciata a salienti, quasi sempre, con aperture di modeste dimensioni con sommità a vela. I casi di ribaltamento osservati presentano, nella maggior parte dei casi, lesioni ad andamento verticale, in prossimità del cantonale, tra la facciata e i muri perimetrali, dovuti all'ammorsamento scadente con le pareti laterali. Le lesioni nel piano sono ad andamento sub-verticale o inclinate e sono spesso connesse al martellamento della copertura e/o alla spinta delle volte dell'aula. Gli indicatori di vulnerabilità rilevati sono, nel caso del ribaltamento globale o parziale della facciata, l'assenza di catene longitudinali, la scarsa resistenza a flessione della muratura, l'assenza di collegamento della parte sommitale della facciata alla copertura e alle pareti laterali per mancanza di cordolo leggero o controventi di falda e l'ammorsamento scadente tra la facciata e le pareti laterali. Per il meccanismo di ribaltamento della parte sommitale della facciata gli indicatori di vulnerabilità riscontrati sono la presenza di grandi aperture, l'assenza di collegamenti puntuali con la copertura e di controventi di falda (travi-catene) e l'assenza di cordoli efficaci.



S. Nicola in Bonefro (CB) – M1: danno medio



S. Pietro in Vincoli in Castellino del Biferno (CB) – M2: danno grave

Figura 2. Esempi di ribaltamento della facciata

#### 4.4.1.1. - Modalità d'intervento per la messa in sicurezza

L'analisi delle opere provvisorie realizzate a contrastare meccanismi di collasso correlabili al macroelemento facciata (in massima parte azioni fuori del piano) ha messo in evidenza come le tipologie provvisorie più utilizzate sono nella quasi totalità dei casi riconducibili alla costruzione di uno sperone esterno (tipologia A – figura 1a) con puntelli eseguiti con tubolari in acciaio a giunto-tubo anche per livelli di danno di lieve entità (danno 1–3).

Tra questi, le chiese del Comune di San Croce di Magliano rappresentano un'esemplificazione significativa delle opere provvisorie realizzate. Il primo manufatto analizzato è la chiesa di S. Giacomo (Figura 3). Dopo l'evento sismico, il manufatto era stato dichiarato inagibile e si era segnalata la necessità di un'opera di cerchiatura dei pilastri per le loro gravi fessurazioni verticali. Inoltre, era presente uno stato lesionativo di media-grave entità sulle volte delle navate laterali, mentre le volte della navata centrale presentavano delle fessurazioni di media gravità. Per quanto riguarda i meccanismi fuori del piano, la presenza di catene longitudinali e di un ammassamento giudicato di buona qualità aveva preservato l'evoluzione di tali meccanismi, che si manifestavano, per quanto riguarda la facciata, con lievi lesioni da ribaltamento visibili solo all'interno della chiesa.



Figura 3. La chiesa di S. Giacomo a Santa Croce di Magliano.

L'intervento provvisorio, dato il giudizio di inagibilità della chiesa, avrebbe dovuto avere come finalità la messa in sicurezza del manufatto nei riguardi di ulteriori scosse sismiche, cercando di impedire l'evoluzione del danneggiamento verificatosi. In realtà la non completa comprensione dei meccanismi di danno ha portato alla realizzazione di una serie di interventi provvisori che, oltre a cerchiare i pilastri della chiesa, hanno interessato la facciata principale, solo in minima parte danneggiata dalle prime scosse dell'evento sismico.



Figura 4. La chiesa di S. Giacomo a Santa Croce di Magliano: le opere provvisorie realizzate.

Come si può notare in Figura 4, l'opera di puntellazione della facciata della chiesa, oltre alla mancanza di una correlazione con il danno rilevato, appare discutibile anche per la scelta tecnica adottata. Se da un lato, infatti, la piazza antistante permette teoricamente la realizzazione di uno sperone, la necessità di ancorarlo al suolo ha determinato la realizzazione di un blocco in calcestruzzo in corrispondenza l'ingresso della chiesa (altezza 1 m) che si scontra con l'esigenza di reversibilità che tutti gli interventi provvisori dovrebbero garantire, in particolare quando si tratta d'opere monumentali.

La chiesa di S. Antonio si trova, invece, nella parte centrale del paese. La scossa principale ha causato (in base al rilievo effettuato dai tecnici del COM) il crollo parziale della volta della prima campata della chiesa, che era stata recentemente rifatta in mattoni semi-forati, ed alcune lesioni di grave entità all'arco trionfale. Inoltre, la facciata della chiesa manifestava un leggero danno da ribaltamento visibile sulle pareti laterali (lato esterno) della chiesa, meccanismo di danno che aveva causato una fisiologica lesione verticale, in corrispondenza del giunto tra la chiesa e il campanile adiacente (Figura 5).



Figura 5. La chiesa di S. Antonio a Santa Croce di Magliano.

Anche in tale caso, l'intervento provvisorio è stato progettato senza tener conto dei meccanismi di danno attivati e senza un chiaro obiettivo. E' stata, infatti, realizzata un'opera di puntellazione totale della facciata (Figura 6) realizzando, dal momento che si è dovuto garantire il transito nella piazza antistante alla chiesa, una puntellazione a ponte ancorata al terreno con un getto di calcestruzzo, direttamente gettato sulla scalinata lapidea della chiesa, e tramite dei profili metallici annegati all'interno del manto stradale.



Figura 6. La chiesa di S. Antonio a Santa Croce di Magliano: le opere provvisorie realizzate.

Si noti, inoltre, come la limitatezza degli spazi liberi abbia portato, in corrispondenza della parete laterale destra, ad ancorare la puntellazione direttamente su un edificio provocando una situazione potenzialmente pericolosa per l'azione concentrata dei due puntelli.

In tale comune, è presente, oltre alle già citate chiese, un altro manufatto religioso, denominato Chiesa Greca. Questo manufatto era, al momento del terremoto, in uno stato di semi-abbandono e presentava un quadro fessurativo diffuso ma lieve, che è stato solo in minima parte aggravato dall'evento sismico. Nella chiesa, di piccole dimensioni, sono, infatti, presenti molti di quei presidi antisismici che riducono la vulnerabilità del manufatto (catene trasversali e longitudinali, pareti di limitata snellezza, aperture di piccole dimensioni, ecc.). Nonostante tale situazione, è stato predisposto un intervento di messa in sicurezza mirato a contrastare un'azione fuori del piano della facciata, vincolando la puntellazione direttamente contro l'edificio antistante.



Figura 7. La chiesa greca a Santa Croce di Magliano: prima e dopo l'intervento di messa in sicurezza.

In tabella 3 sono riportati i risultati di un'indagine svolta per tutte le chiese per le quali è stato eseguito l'intervento di messa in sicurezza della facciata. In base alla correlazione tra il livello di danno, la tipologia d'intervento e l'ambiente circostante dei 14 interventi eseguiti, 4 risultano essere condivisibili con i criteri di analisi precedentemente esposti, 7 avrebbero potuto essere realizzati in maniera differente (tipologia B) in modo provvisorio o definitivo, mentre per le restanti 4 potrebbe essere possibile rimuovere l'intervento di messa in sicurezza anche senza prevedere la tipologia di intervento B per la mancanza di corrispondenza con il meccanismo di danno attivato o per il livello di danno molto limitato.

Comune	Chiesa	Tipologia intervento eseguito	Tipologia intervento proposto
Bonefro	S.Nicola	A	B
Castellino del Biferno	S.Pietro in Vincoli	A	A
Macchia Valfortore	S. Nicola di Bari	B	Cerchiaggio vela e montaggio catene
Montecilfone	S. Giorgio	A	B
Provvidenti	S. Maria Assunta	A	A
Ripabottoni	S.Maria Assunta	A	B
Ripabottoni	S.Maria della Concezione	B	B
S. Giovanni in Galdo	S. Giovanni Battista	A	-
S. Giuliano di Puglia	S. Elena	A	B
S. Giuliano di Puglia	S. Giuliano	A	B
S. Croce di Magliano	S. Antonio	A	-
S. Croce di Magliano	Greca	C	B
S. Croce di Magliano	S. Giacomo	A	B
S. Elia a Pianisi	S. Anna	B	B

Tabella 3. Elenco delle chiese che hanno subito un intervento di messa in sicurezza inerente la facciata.

#### 4.4.2. - Meccanismi di danno nelle volte e negli archi

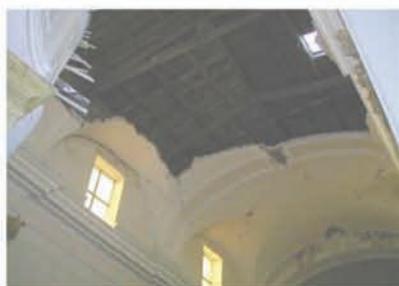
Per quanto riguarda i meccanismi di collasso delle volte e degli archi occorre effettuare una distinzione legata a due tipologie di chiese: chiese con arconi e volte presenti nella navata centrale e laterale compreso l'abside e l'eventuale transetto e le chiese con arconi e volte solo nelle navate laterali e nell'abside con copertura lignea in vista nella navata centrale (S. Nicola – Macchia Val Fortore).

Le volte della navata centrale, aventi generalmente tipologia a botte con lunette, sono caratterizzate da un'elevata vulnerabilità in quanto molto sottili (5-10 cm) e realizzate con mattoni pieni in foglio (S. Antonio - S. Croce di Magliano), in mattoni cilindrici cavi (S. Pietro in Vincoli – Castellino del Biferno) o da un impasto di calce e inerti (S. Francesco - Larino).

Il quadro fessurativo è caratterizzato da lesioni, più o meno gravi, localizzate in chiave ed alle reni delle volte; per le volte con lunette è ricorrente il loro distacco dalle pareti laterali. Gli indicatori di vulnerabilità più frequenti rilevati sono:

- l'assenza di catene trasversali;
- la presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura;
- la presenza di lunette di dimensioni considerevoli;
- la presenza di volte ribassate e/o di limitato spessore realizzate con mattoni pieni disposti in foglio;
- l'aumento del peso originario per interventi con cappa armata al di sopra della volta;
- la presenza di un cordolo in cemento armato vicino all'imposta delle volte.

In figura 8 sono riportate alcune immagini di volte della navata centrale che sono crollate totalmente o parzialmente a seguito dell'evento sismico.



S. Pietro in Vincoli, Castellino sul Biferno



S. Antonio, S. Croce di Magliano (CB)



S. Maria delle Rose, Bonefro (CB)

Figura 8. Alcuni esempi di crollo di volte della navata centrale

Il danneggiamento che si è potuto rilevare nelle volte delle navate laterali è generalmente connesso ad un danno lieve-medio (livello 1-2). Analogamente nelle volte della navata centrale, la tipologia costruttiva prevalente è quella costituita da volte sottili ribassate con mattoni disposti in foglio con forma a botte, a crociera o a vela.

- Il quadro fessurativo è caratterizzato da lesioni negli archi o negli architravi che separano le navate, da lesioni a taglio nelle volte correlate in alcuni casi da fessure per schiacciamento nei pilastri.



S. Maria Maggiore, Morrone del Sannio (CB)



S. Pietro in Vincoli, Castellino del Biferno (CB)



Figura 9. Alcuni esempi di danno alle volte delle navate laterali

Gli archi trionfali, realizzati quasi sempre in mattoni pieni, sono caratterizzati dall'assenza del timpano, la vulnerabilità è connessa allo spessore inadeguato e all'assenza di catene trasversali. Le modalità di danneggiamento si sono esplicitate in prevalenza con lesioni in chiave ed in molti casi anche alle reni per rotazione simmetrica bilaterale correlati in alcuni casi allo schiacciamento alla base dei piedritti. Particolarmente significativo, è risultato il danno dovuto all'azione verticale esercitata dalle cupole (S. Francesco, Larino; S. Maria degli Angeli, Rotello, ecc.) Gli indicatori di vulnerabilità sono:

- l'assenza di buon ammassamento tra l'arco ed i muri della navata;
- l'assenza di contrafforti efficaci;
- l'assenza di catene;
- l'assenza di collegamento tra arco e volta e di muro all'estradosso.



S. Antonio di Padova, S. Croce di Magliano (CB)



S. Maria delle Rose, Bonefro (CB)

Figura 10. Alcuni esempi di danno agli archi

#### 4.4.2.1. - Modalità d'intervento per la messa in sicurezza

Gli interventi di messa in sicurezza sono stati eseguiti prevalentemente con puntellature in tubi in acciaio a cavalletti e giunto-tubo a volte integrate da puntelli in legno e da tiranti costituiti da funi in acciaio.

Indipendentemente dal livello di danneggiamento i sistemi costruttivi sono stati i seguenti:

- puntellatura costituita da elementi giunto-tubo (Figura 8), a partire dal piano di calpestio della chiesa fino alla formazione di un piano posizionato all'incirca alla quota dell'imposta delle volte (tavolato); a partire dal tavolato la puntellatura delle volte è stata eseguita sia con elementi a giunto-tubo che con puntelli lignei posizionati sul tavolato. Il contrasto delle volte è stato realizzato con elementi lignei puntuali o continui (tavole da 2 cm, circa). In questo caso, la maglia strutturale di elementi tubolari impostata sul piano di calpestio della chiesa è stata realizzata con passo variabile tra 0.5 e 2 m.



Puntellatura con elementi giunto-tubo a maglia quadrata e centinatura della volta con elementi lignei



Ponte in elementi giunto-tubo con tavolato



Figura 11. Sistemi di puntellatura di volte ed archi

- Puntellatura costituita da cavalletti metallici prefabbricati, controventati con elementi giunto-tubo fino al tavolato, al di sopra del quale è stato impostato il puntellamento della volta sia con elementi tubolari giunto-tubo sia con travi lignei.



S.Elia Profeta - S-Elia a Pianisi (CB)



S.Maria Assunta – Lupara (CB)

Figura 12. Puntellatura delle volte con cavalletti nella parte al di sotto del tavolato

In rari casi è stata realizzata la centinatura con elementi lignei (S. Martino Vescovo, Campodipietra) per le volte ed archi lesionati.



S. Martino Vescovo, Campodipietra (CB)



Figura 13 - Centinatura di volte con elementi lignei



S. Anna, S. Elia a Pianisi (CB)

La puntellatura, in molti casi, è stata integrata con tiranti in acciaio (figura 14) negli archi longitudinali e trasversali ancorati alle pareti con piastre e con travi in acciaio contrastate sulle aperture delle finestre

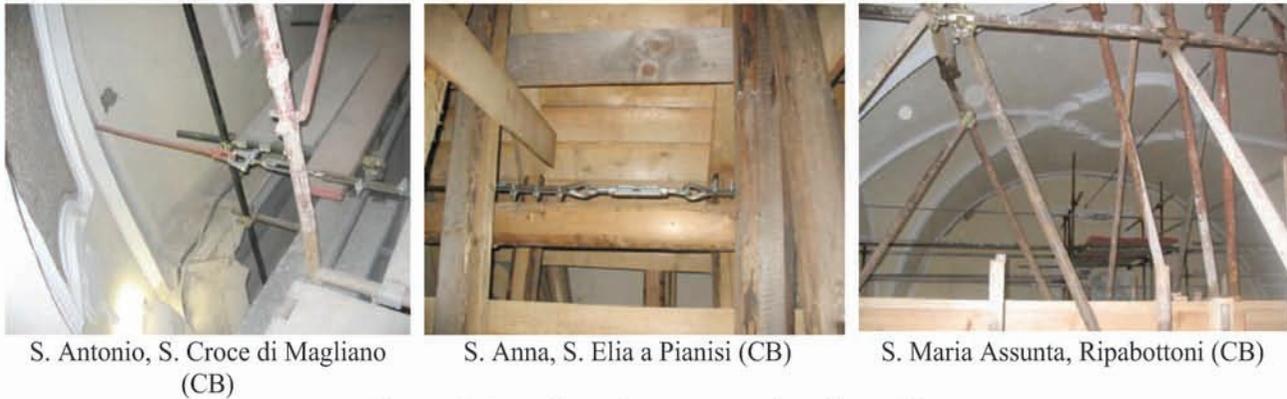


Figura 14. Puntellatura integrata con tiranti in acciaio

Analogamente al macroelemento facciata si è cercato di analizzare criticamente gli interventi proposti per contrastare il danneggiamento verificatosi nelle volte dell'aula. Il criterio adottato è stato, anche in questo caso, quello di cercare una corrispondenza tra tipologia dell'opera provvisoria e la sua finalità progettuale connessa all'esito del sopralluogo in termini di agibilità o inagibilità della chiesa. In tabella 4, è riportata una preliminare correlazione tra obiettivo, livello di danno e tipologia dell'intervento da attuare che è stata adottata nell'analisi dell'efficacia dell'opera provvisoria.

Obiettivo	Livello di danneggiamento	Possibile tipologia di interventi di messa in sicurezza
agibilità [A]	Livello di danno lieve (1) e/o medio (2) <i>Volte e archi</i> Lesioni di modesta entità, visibili all'intradosso delle volte e localizzate generalmente in chiave negli archi <i>Cupole</i> Lesioni ad andamento parabolico con possibile distacco di intonaco interno; lesioni capillari nel tamburo negli archi.	L'intervento, se ritenuto necessario, deve essere limitato alla stuccatura delle lesioni e alla protezione degli spazi interni con reti o camminamenti protetti con tavolati da dimensionare in base alla vulnerabilità dell'opera. Questi interventi sono da mettere sempre e comunque in relazione alla possibilità di un eventuale distacco di piccole porzioni di intonaco. E' possibile, inoltre, mettere in atto, eventualmente, anche limitati interventi di prevenzione quali ad esempio il montaggio di catene negli archi.
preservazione [P]	Livello grave (3) e molto grave (4) di limitata estensione Il danno grave è generalmente caratterizzato da un vistoso e diffuso quadro fessurativo, che nelle volte e nelle cupole è evidenziato da perdite di forma e da possibili crolli parziali Negli archi sono possibili aperture di cerniere, anche alle reni dell'arco con una vistosa perdita di forma connessa ad un'eventuale presenza di conci o porzioni di muratura disarticolata	Per il livello di danno grave (3) gli interventi per la messa in sicurezza devono essere mirati alla salvaguardia del bene attraverso opere, quando possibile, definitive. Gli interventi possibili sono: – il montaggio di catene negli archi correlata alla riparazione del danno; – puntellatura in elementi tubolari in acciaio o lignei
incolumità [I]	Danno grave (4) o collasso (5) di un macroelemento	In questo caso l'intervento potrebbe limitarsi: – al transennamento se si considera irrimediabilmente perso il manufatto; – all'esecuzione di interventi di puntellatura nel caso si voglia salvaguardare le parti pericolanti nel caso di elevato valore storico architettonico.

Tabella 4. Correlazione livello di danno – tipologia d'intervento – intervento di messa in sicurezza.

Le puntellature da eseguirsi nei casi di danno grave (3) esteso, danno grave (4) o collasso (5) dovrebbero essere, infatti, dimensionate in funzione dei carichi da sopportare, preferibilmente in giunto-tubo, garantendo in modo continuo il contrasto puntellatura-muratura con centina di elementi lignei. In molti casi, invece, sono stati rilevati contrasti puntuali che possono provocare sconnessioni, perdite di forme localizzate o assestamenti dovuti alla interazione ponteggio-muratura.

In figura 16 sono riportati gli schemi tipologici più frequenti per l'esecuzione di opere di pronto intervento su archi e volte (Bellizzi, 2000; Dolce, 2005).



S. Onofrio, Casacalenda (CB)



S. Salvatore, Toro (CB)



Chiesa Greca, S. Croce di Magliano

Figura 15. Contrasto con elementi tubolari in acciaio



Figura 16. Schemi tipologici di interventi nelle volte e negli archi

La soluzione [1] (vedi figura 16) prevede la puntellatura da realizzare mediante la esecuzione di una centina lignea su puntelli metallici a giunto-tubo od eventualmente lignei. La puntellatura di base può essere realizzata a ponte, per consentire la fruibilità degli spazi sottostanti o a tutta parete; alla quota di imposta dell'arco generalmente è montato un tavolato, singolo o doppio. Al di sopra del tavolato è realizzata la puntellatura delle volte e degli archi. Tale soluzione è da adottare nei casi in cui il livello di danno è consistente e sono presenti sconnessioni e deformazioni. La tipologia [2] prevede la sarcitura delle lesioni attraverso iniezioni localizzate con malte compatibili. La soluzione è consigliata per stati fessurativi lievi quando il deve eliminare il rischio di possibili distacchi d'intonaco localizzati, rappresentando una sorta di intervento definitivo propedeutico all'eventuale consolidamento delle volte dall'estradosso. La soluzione [3], che prevede il montaggio di catene, rappresenta un vero e proprio intervento definitivo da impiegare in quei casi dove sono presenti stati fessurativi di modesta entità associabili al comportamento statico della volta. Tale soluzione, che richiede la presenza di una muratura di buona qualità in prossimità degli elementi di ancoraggio, può essere accoppiata alternativamente alla prima o seconda soluzione e nel caso di esecuzione con la soluzione [2] configura una sorta di intervento definitivo di miglioramento sismico.

Nella tabella 5, è riportato l'elenco delle chiese che hanno subito un intervento di messa in sicurezza relativo le volte o gli archi. Per ogni chiesa è riportato oltre una sintetica descrizione dell'intervento eseguito (*tipologia intervento eseguita*), la descrizione della tipologia dell'intervento che sarebbe stato previsto, in relazione ai meccanismi di collasso e al livello di danno ad essi associato nonché la proposta di una modifica dell'intervento di messa in sicurezza.

Per quanto riguarda i campi relativi alla *tipologia intervento eseguita*, in funzione dei dati raccolti si sono potuti definire alcune modalità esecutive ricorrenti:

- tipologia [A<sub>1</sub>]: puntellatura realizzata con un sistema di cavalletti prefabbricati metallici che sono innalzati generalmente fino alla quota dell'imposta delle volte, su cui è realizzato un tavolato che sorregge il puntellamento delle volte o degli archi tramite l'utilizzo di puntelli lignei; nel caso la parte sottostante sia realizzata con un sistema giunto-tubo la sigla che individua tale tipologia diventa [A<sub>2</sub>];
- tipologia [B<sub>1</sub>]: puntellatura realizzata con un sistema di cavalletti prefabbricati metallici che sono innalzati generalmente fino alla quota dell'imposta delle volte, su cui è realizzato un tavolato, che permette una sorta di camminamento. Da tale quota ma direttamente collegati al ponteggio sottostante si innalzano i puntelli metallici (giunto-tubo) che forniscono il contrasto alla volta o all'arco, previo inserimento di tavolato continuo. Molto frequentemente si è potuto rilevare una variante legata alla mancanza di un appoggio continuo, tale tipologia sarà individuata dalla sigla [B<sub>2</sub>].
- tipologia [C<sub>1</sub>]: puntellatura realizzata con sistema giunto-tubo con interposizione di centina lignea continua tra i puntelli e gli elementi. Molto frequentemente si è potuto rilevare una variante legata alla mancanza di un appoggio continuo, tale tipologia sarà individuata dalla sigla [C<sub>2</sub>].

Comune	Chiesa	Tipologia intervento eseguita	Tipologia intervento proposto	Eventuale modifica dell'intervento
Bonefro	S. Maria delle Rose	B <sub>2</sub> : tra le tavole e la volta sono stati interposti dei pani di polisterolo	Puntellatura limitata alla navata centrale	Rimozione della puntellatura dalle navate laterali (in cui sono presenti dei solai piani) e degli arconi longitudinali.
Campodipietra	S. Martino Vescovo	C <sub>1</sub> : la puntellatura è stata realizzata con una struttura a ponte. Inoltre, sono state inseriti dei tiranti metallici	La finalità di rendere agibile la chiesa, nonostante il livello di danno non elevato giustifica l'adozione di tale soluzione tecnica	-
Campolieto	S. Michele Arcangelo	C <sub>2</sub> : l'appoggio tra la volta e i puntelli giunto tubo è realizzato con elemento quadri lignei	Montaggio di catene, ed eventualmente risarcitura di alcune lesioni al fine di evitare distacchi di intonaco	Rimuovere la puntellatura nelle navate laterali, e dell'abside. Occorre conservare la puntellatura degli arconi del presbiterio
Casacalenda	S. Onofrio	C <sub>2</sub>	Rete di protezione per evitare la caduta di frammenti di intonaco dalla volta in canniccio	Rimozione della puntellatura.
Castellino del Biferno	S. Pietro in Vincoli	C <sub>2</sub> : si sottolinea che sono stati impiegati un numero maggiore di giunti per evitare il possibile scorrimento dei diversi tubi	-	Eventuale rimozione della puntellatura della parete laterale destra
Castellino del Biferno	Cappella Addolorata	C <sub>2</sub>	-	-
Collotorto	S. Giovanni Battista	A <sub>1</sub>	Montaggio di catene	Rimozione della puntellatura per l'esecuzione dei lavori in quanto i meccanismi attivati conservano riserve di resistenza per carichi verticali
Colletorto	S. Alfonso dei Liguori	Rete di protezione	Rete di protezione	Nessuna modifica in quanto tale intervento ha reso agibile la chiesa.
Guardiafiera	S. Maria Assunta	B <sub>2</sub>	-	È possibile la rimozione della puntellatura per l'esecuzione dei lavori in quanto i meccanismi attivati conservano riserve di resistenza per carichi verticali
Larino	S. Francesco	C <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	In corso i lavori di consolidamento da parte della Soprintendenza BAP-SAD.
Larino	S. Stefano	B <sub>2</sub>	Rete di protezione	Rimozione della puntellatura e montaggio di una rete di protezione
Limosano	S. Maria Maggiore	B <sub>2</sub>	Montaggio di catene Puntellatura volta crollata	Rimozione della puntellatura nell'aula e nel transetto laterale fatta eccezione per la zona dell'abside dove è crollata la volta - modificare il sostegno alla volta crollata parzialmente
Lupara	S. Maria Assunta	B <sub>2</sub>	Ponteggio a ponte in corrispondenza dell'arco trionfale	Rimozione di tutti i puntelli dell'aula ed eventuale modifica dello schema in corrispondenza all'arco trionfale.

Comune	Chiesa	Tipologia intervento eseguita	Tipologia intervento proposto	Eventuale modifica dell'intervento
Montagano	S. Maria Assunta	A <sub>2</sub> : schema a ponte	A <sub>2</sub> : schema a ponte	Integrazione della puntellatura esistente
Montagano	S.S. Nome di Maria	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	Conservazione della puntellatura esistente
Montagano	S. Antonio	A <sub>2</sub> : schema a ponte	A <sub>2</sub> : schema a ponte	Integrazione della puntellatura esistente
Montecilfone	S. Giorgio	C <sub>2</sub>	-	Rimozione della puntellatura effettuata
Montelongo	S. Rocco	B <sub>2</sub>	Puntellatura della zona absidale	Rimozione dei puntelli all'interno ed all'esterno all'infuori di quelli in corrispondenza della zona absidale
Montorio nei Frentani	S. Maria Assunta	Sarcitura di lesioni, montaggio di catene, cordolo in acciaio	Sarcitura di lesioni, montaggio di catene, cordolo in acciaio	-
Morrone del Sannio	S. Maria Maggiore	A <sub>2</sub>	Puntellatura zona arco trionfale ed eventuale montaggio di catene	Rimozione della puntellatura effettuata all'infuori di quella in corrispondenza dell'arco trionfale
Petrella Tiferina	Chiesa del Carmine	A <sub>1</sub> – B <sub>2</sub>	Eventuale controllo e sarcitura delle lesioni	Rimozione della puntellatura effettuata in quanto i meccanismi di collasso conservano ancora riserve sufficienti di resistenza
Pietracatella	S. Maria Costantinopoli	B <sub>2</sub>	Rete di protezione	Rimozione della puntellatura effettuata, in quanto i meccanismi di collasso conservano ancora riserve sufficienti di resistenza
Provvidenti	S. Maria Assunta	C <sub>2</sub> – sperone in profili in acciaio	Puntellatura Montaggio catene	Rimozione ponteggio campanile, facciata, pareti laterali
Ripabottoni	S. Maria Assunta	B <sub>2</sub> – cerchiaggio dei pilastri	Cerchiatura pilastri ed eventuale puntellatura degli archi longitudinali e trasversali	Rimozione dei ponteggi e puntellature esterne e interne in corrispondenza delle volte.
Ripabottoni	S. Maria della Concezione	Cerchiaggio esterno con tiranti in acciaio e travi IPE	Cerchiaggio esterno con tiranti in acciaio	-
S. Giuliano di Puglia	S. Giuliano	B <sub>1</sub> – cerchiaggio dei pilastri e della torre campanaria	B <sub>1</sub> – cerchiaggio dei pilastri e della torre campanaria	B1 – integrazione del cerchiaggio dei pilastri e della torre campanaria; rimozione del ponte di servizio interno
S. Croce di Magliano	S. Antonio	C <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	Rimozione della puntellatura in corrispondenza della facciata, eventualmente sostituita con l'inserimento di catene longitudinale
S. Croce di Magliano	Chiesa greca	C <sub>2</sub>	Montaggio catene longitudinali – controllo del manto di copertura	Rimozione della puntellatura interna ed esterna (previo inserimento di due catene longitudinali)
S. Croce di Magliano	S. Giacomo	C <sub>2</sub> - cerchiatura dei pilastri	C <sub>2</sub> -cerchiatura pilastri	Rimozione della puntellatura esterna (facciata) e ponteggio di servizio del campanile
S. Elia a Pianisi	S. Anna	A <sub>1</sub> – montaggio di tiranti metallici	Montaggio di catene longitudinali	Rimuovere la puntellatura interna
S. Elia a Pianisi	S. Elia Profeta	A <sub>1</sub>	Montaggio di catene longitudinali	Rimuovere la puntellatura interna e alla torre
S. Elia a Pianisi	S. Francesco	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	Rimuovere le puntellature interne

Tabella 5. Elenco delle chiese che hanno subito un intervento di messa in sicurezza inerente le volte e/o gli archi.

#### 4.4.3. - Meccanismi di danno nelle torri e celle campanarie

Le torri campanarie analizzate hanno mostrato caratteristiche tipologiche ricorrenti: forma quadrata, pianta inserita all'interno del perimetro della chiesa con una parete in comune ed in alcuni casi sono posizionate in corrispondenza della facciata. Le celle campanarie invece, nonostante siano caratterizzate da un unico ordine di aperture, presentano tipologie di coperture molto diverse tra loro (copertura a guglia, copertura con cupolino in muratura rivestito con decorazioni in pietra o materiale ceramico o tetto a padiglione).

Il quadro fessurativo è caratterizzato, in massima parte, da lesioni verticali tra le aperture ai diversi livelli, in corrispondenza della parete di contatto con il corpo di fabbrica della chiesa e dal ribaltamento in corrispondenza dello stacco della chiesa. Per le celle campanarie, il danneggiamento è caratterizzato dal crollo parziale delle guglie pesanti con fratture in corrispondenza dei diaframmi rigidi.

Gli indicatori di vulnerabilità più frequentemente rilevati sono:

- la presenza di un'elevata differenza di rigidità tra la torre e la chiesa;
- l'assenza di catene di collegamento;
- la presenza di diaframmi rigidi e di coperture pesanti.

Le celle campanarie con guglie pesanti e/o diaframmi rigidi sono, infatti, quelle che hanno subito maggiori danni (S. Alfonso dei Liguori, Collotorto; S. Giacomo, S. Croce di Magliano; Sacro Cuore, Castellino nuovo).



S. Alfonso dei Liguori, Collotorto



S. Giacomo, S. Croce di Magliano



Sacro Cuore, Castellino Nuovo

Figura 17. Alcuni esempi di celle campanarie danneggiate dall'evento sismico: la cella campanaria della chiesa del Sacro Cuore a Castellino Nuovo è stata demolita a seguito dei gravi danneggiamenti subiti

##### 4.4.3.1. Modalità di intervento per la messa in sicurezza

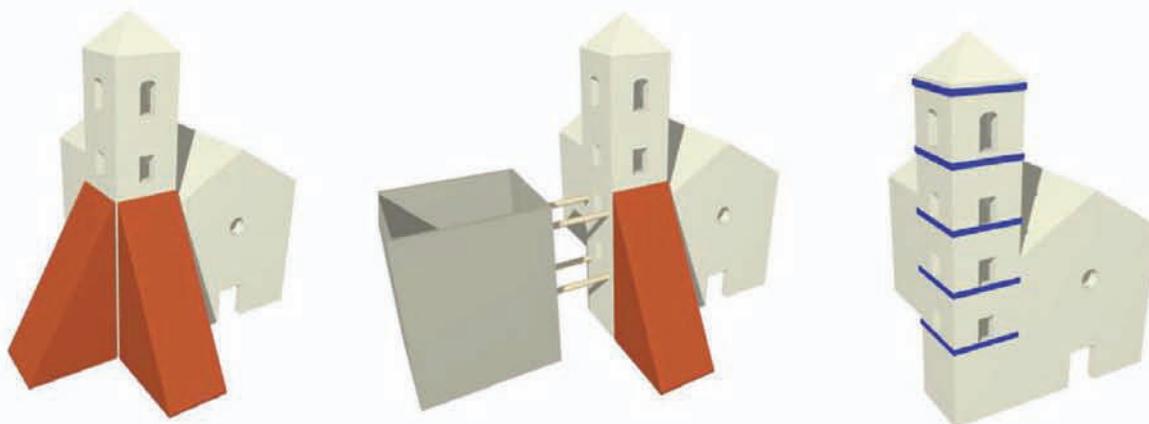
Per questo duplice macroelemento (torre e cella campanaria) si è adottato un criterio, per valutare l'efficienza strutturale e funzionale delle opere provvisorie realizzate, analogo a quello descritto nei paragrafi precedenti. Tuttavia, la suddivisione in tre obiettivi principali dell'opera di messa in sicurezza, (agibilità [A]; preservazione [B]; incolumità [C]), cade apparentemente in difetto per le torri e le celle campanarie. In tale caso, la finalità connessa all'agibilità, deve essere riferita non tanto alla torre campanaria ma, alle strutture ad esse adiacenti (chiesa, sacrestia, canonica, ecc.). La modesta estensione in pianta, l'elevata snellezza e l'entità delle masse in gioco, unitamente alla possibilità di collasso sugli edifici circostanti, determina che gli interventi di messa in sicurezza siano, di solito, eseguiti in maniera fortemente cautelativa in quanto rivolti, oltre che alla preservazione del bene anche alla salvaguardia della pubblica incolumità. Per questo motivo, anche per livelli di danno medi, può essere giustificabile intervenire. L'intervento minimo può essere rappresentato dal montaggio di catene o dal cerchiaggio con tiranti e profili in acciaio o con fasce in poliestere, eventualmente connesso alla sarcitura delle lesioni principali al fine di evitare distacchi di materiale da notevole altezza. In alcuni casi, come nella torre della chiesa S. Pietro in Vincoli, Castellino del Biferno, essendo in presenza di una profonda lesione localizzata nella parte basamentale della torre, l'intervento messo in atto è stato una puntellatura di ritegno con elementi lignei. In tabella 6, sono riportate differenti tipologie di intervento di messa in sicurezza di torri e celle campanarie, correlando le modalità di intervento proposte con i meccanismi di collasso attivati e il livello di danno ad essi associato.

Obiettivo	Livello di danneggiamento	Messa in sicurezza
agibilità [A]	Danno lieve (1) e medio (2): <i>Torre campanaria</i> Lesioni verticali di modesta entità visibili alla base e al centro delle pareti. <i>Cella campanaria</i> Lesioni di modesta entità negli archi in corrispondenza della chiave	Sarcitura delle lesioni in corrispondenza di eventuali elementi decorativi: stucchi, fregi, marcapiani. Rimozione temporanea di elementi decorativi quali statue o altre masse non rigidamente connesse con la struttura Cerchiaggio con fibre in poliestere o montaggio di catene ai diversi livelli della torre e della cella campanaria.
preservazione [P]	Danno grave (3) <i>Torre campanaria</i> Lesioni sub-verticali nelle angolate delle pareti; ribaltamento o roto-traslazione allo stacco con la chiesa. Espulsione dell'angolata <i>Cella campanarie</i> Sconnessione negli archi ed alla base dei piedritti, lesioni nella guglia.	Cerchiaggio con fibre in poliestere o con tiranti e piastre in acciaio. Montaggio di catene ai diversi livelli della torre e della cella campanaria. Sbadacchiature in corrispondenza degli archi della cella campanaria Puntellazioni in corrispondenza degli architravi di accesso alla terra campanaria in corrispondenza dei piani inferiori.
incolumità [I]	Danno molto grave (4) o collasso (5). <i>Torre campanaria</i> Lesioni sub-verticali nelle angolate delle pareti; ribaltamento o roto-traslazione allo stacco con la chiesa, prossimo al crollo <i>Cella campanarie</i> Roto traslazioni dei piedritti, crollo della guglia, disarticolazioni profonde degli archi e dei piedritti.	Cerchiaggio con tiranti e piastre in acciaio. Sbadacchiature in corrispondenza degli archi della cella campanaria Puntellazioni in corrispondenza degli architravi di accesso alla terra campanaria in corrispondenza dei piani inferiori Puntellatura di ritegno alla base ed eventualmente interna alla torre ed alla cella campanaria.

Tabella 6. Correlazione livello di danno, finalità dell'intervento, tipologia dell'intervento di messa in sicurezza

Anche in questo caso, si è cercato di individuare alcune soluzioni tecniche che normalmente sono adottate per la messa in sicurezza delle torri e delle celle campanarie. La prima soluzione prevede la realizzazione di uno sperone in elementi metallici o lignei ancorati alla parete, poco oltre la quota di stacco della chiesa ed alla base per evitarne il ribaltamento. Nel caso di un edificio in prossimità della torre campanaria il contrasto potrebbe essere fornito direttamente dall'edificio stesso, anche se tale soluzione appare fortemente sconsigliabile per il trasferimento delle azioni che comporta tra i diversi corpi di fabbrica.

La seconda tipologia prevede il cerchiaggio della torre e può essere realizzata con tiranti metallici, nastri in poliestere ad alta resistenza o fasce in FRP. In entrambi i casi, qualora siano presenti aperture significative ai diversi livelli risulta opportuna la sbadacchiatura delle bucaure presenti.



A = sperone

B = cerchiaggio o incatenamento

Figura 18. Schemi tipologici di interventi nelle torri e nelle celle campanarie

In tabella 7, è riportato l'elenco delle chiese che hanno subito un intervento di messa in sicurezza inerente la torre e la cella campanaria. Oltre ad una breve descrizione della tipologia della torre campanaria (*tipologia*), è riportata la descrizione del danno attivato e l'intervento di messa in sicurezza che è stato effettuato. Nell'ultima colonna a destra sono state, invece, inserite, sinteticamente, le modifiche o le integrazioni che tale intervento dovrebbe subire.

Comune	Chiesa	Tipologia	Descrizione del danno	Intervento eseguito	Eventuale modifica
Campolieto	S. Michele Arcangelo	Torre campanaria posteriore con parete in comune alla chiesa; cella campanaria e copertura a padiglione	Formazione di lesioni sub verticali in corrispondenza dell'angolata nella cella campanaria	Cerchiaggio con profili, tiranti in acciaio e fasce in poliestere; cerchiaggio con ponteggio a cavalletti metallici prefabbricati	Rimozione del ponte di servizio
Castellino del Biferno	S. Pietro in Vincoli	Torre quadra posteriore con parete in comune alla chiesa; cella campanaria ad un ordine e cuspide piramidale in pietra	Schiacciamento alla base con lesione verticale e ribaltamento allo stacco della chiesa con sconnessioni diffuse	Puntellatura lignea di ritegno alla base; cerchiaggio con profili e corde in acciaio della cella campanaria	-
Castellino del Biferno	Cappella Addolorata	Torre quadra in facciata in posizione centrale con parete in comune con la chiesa	Crollo parziale della parte sommitale della torre dell'orologio	Cerchiaggio con barre in acciaio e ponteggio di protezione	Modifica del sistema di cerchiaggio
Castellino nuovo	Sacro Cuore	Torre quadra isolata con cella campanaria con diaframmi rigidi e cuspide in c.a.	"Crollo" della cella campanaria	Ponte di servizio a cavalletti metallici prefabbricati	Rimozione del ponte di servizio
Collotorto	S. Giovanni Battista	Torre quadra in facciata in posizione centrale con parete in comune con la chiesa; doppia cella campanaria e guglia piramidale in cemento armato	Lesioni di modesta entità	Puntellatura interna con elementi lignei	Rimozione della puntellatura interna
Colletorto	S. Alfonso dei Liguori	Torre quadra in posizione laterale con parete in comune con la chiesa; doppia cella campanaria e cuspide in muratura	Rototraslazione della cella campanaria e ribaltamento allo stacco della chiesa	Cerchiaggio con profili e corde in acciaio e fibre in poliestere; cerchiaggio con ponteggio a cavalletti e giunto tubo passante nelle murature	Eventuale rimozione del ponteggio a cavalletti
Guardalfiera	S. Maria Assunta	Torre quadra in facciata in posizione laterale con parete in comune con la chiesa; cella campanaria con cuspide in muratura e pietra	Sconnessioni nei conci del rivestimento della cuspide	Cerchiaggio con fibra in poliestere e ponte di servizio	Rimozione ponte di servizio
Limosano	S. Francesco	Torre quadra adiacente alla chiesa con cella campanaria con copertura a padiglione	Lievi lesioni nella torre campanaria	Ponte di servizio in cavalletti	Rimozione ponte di servizio
Limosano	S. Maria Maggiore	Torre quadra sul lato destro con parete in comune con la chiesa; cella campanaria e copertura a padiglione	Lievi lesioni nella torre campanaria	-	-
Lupara	S. Maria Assunta	Torre campanaria adiacente la chiesa con cella campanaria e copertura a padiglione	Crollo parziale della copertura e sconnessioni nella muratura di base	Cuci e scuci alla base e nel muro adiacente, cerchiaggio della cella campanaria e ponte di servizio in cavalletti	-

Comune	Chiesa	Tipologia	Descrizione del danno	Intervento eseguito	Eventuale modifica
Macchia Valfortore	S. Nicola	Torre quadra in facciata inserita in pianta con muri in comune alla chiesa, cella campanaria con sovrastante vela	Lesioni di modesta entità nella cella campanaria	Cerchiaggio con tavole lignee e corde in acciaio	-
Montagano	S. Antonio	Torre campanaria in facciata adiacente la chiesa con portico con doppia cella campanaria e cupola in mattoni	-	Ponte di servizio in cavalletti	Rimozione ponte di servizio
Montecilfone	S. Giorgio	Torre quadra sul lato della facciata con parete in comune alla chiesa; doppia cella campanaria e cuspide in muratura	Lesioni modeste verticali	-	-
Montorio nei Frentani	S. Maria Assunta	Torre quadra sul lato della facciata con parete in comune alla chiesa; doppia cella campanaria e cuspide in muratura	-	Ponte di servizio con cavalletti	Rimozione ponte di servizio
Provvidenti	S. Maria Assunta	Torre campanaria in facciata sul lato destro con parete in comune alla chiesa; cella campanaria e copertura a padiglione	-	Ponte di servizio con cavalletti	Rimozione ponte di servizio
Ripabottoni	S. Maria Assunta	Torre campanaria sul lato sinistro della facciata con parete in comune alla chiesa; doppia cella campanaria e cuspide poligonale	Probabile cedimento in fondazione con inclinazione	Ponte di servizio con cavalletti	Rimozione ponte di servizio
Ripabottoni	S. Maria della Concezione	Cella campanaria laterale	Stati fessurativi e deformativi modesti	Cerchiaggio con elementi lignei e metallici	-
S. Giuliano di Puglia	S. Giuliano	Torre quadra sul lato destro con parete in comune alla chiesa; cella campanaria e copertura a padiglione	Ribaltamento della cella campanaria allo stacco della chiesa con scansioni e crolli parziali. Lesioni di distacco da fabbricato adiacente	Tiranti in acciaio e ponte di servizio in elementi metallici prefabbricati	Integrazione e controllo del tiro dei tiranti inseriti
S. Croce di Magliano	S. Giacomo	Torre quadra inserita in pianta con muro in comune alla chiesa, doppia cella campanaria con guglia ogivale con diaframmi rigidi	Crollo della seconda cella campanaria e della cuspide	Ponte di servizio con cavalletti	Rimozione ponte di servizio
S. Croce di Magliano	S. Antonio	Torre quadra inserita in pianta con muro in comune alla chiesa, cella campanaria con guglia a forma piramidale	Lesioni di distacco dalla facciata in corrispondenza del giunto	-	-
S. Elia a Pianisi	S. Elia Profeta	Torre quadra posteriore inserita in pianta con parete in comune e cella campanaria	Lesioni di lievi entità	Ponteggio di servizio esterno e puntellatura lignea interna	Rimozione ponte di servizio e puntellatura lignea interna

Tabella 7. Elenco delle chiese che hanno subito un intervento di messa in sicurezza inerente la torre e la cella campanaria.

#### 4.5. – CONCLUSIONI

La ricerca effettuata cerca di fornire un'analisi critica degli interventi di messa in sicurezza che hanno subito le chiese molisane, danneggiate dalla crisi sismica del 2002.

Pur tenendo conto delle aleatorietà che caratterizzano un'azione sismica, e quindi delle incertezze che sussistono operando in emergenza, sono stati valutati gli interventi di messa in sicurezza sia in relazione al livello di danno attivato che alla vulnerabilità dell'opera.

Analizzando le chiese per le quali sia stato progettato e realizzato un intervento provvisorio è emerso con chiarezza come l'intento di una preservazione del bene incondizionata, abbia portato ad interventi molto cautelativi, determinando di fatto per molti casi, per le puntellature eseguite, l'inagibilità del manufatto. Pur essendo di fronte, nella maggior parte dei casi, ad elementi poco danneggiati e di modesta entità (peso contenuto, dimensioni limitate), le soluzioni scelte, per garantire la sicurezza del bene architettonico, hanno privilegiato l'adozione di puntellature complessive della chiesa a discapito di soluzioni che avrebbero potuto garantire, seppur in via transitoria, la fruibilità del manufatto da parte della collettività. Non sono state previste, a parte rari casi, scelte progettuali tali da trasformare l'opera provvisoria in una sorta d'intervento definitivo, per esempio attraverso l'inserimento di catene metalliche o sarciture di lesioni di lieve entità.



Figura 18. La chiesa di S. Elena a San Giuliano di Puglia: “la sequenza sismica”

#### Riferimenti Bibliografici

- AA.VV. 2002. *Rischio sismico dei centri storici e dei Beni Monumentali del Matese - POP 1994-1999 GNDT - Regione Molise*.
- Ballardini, R., Doglioni, F., 1986 “*Indirizzi riguardanti le iniziative ed i comportamenti atti a limitare i danni al patrimonio culturale in caso di sisma*” documento approvato dal Comitato Nazionale per la Prevenzione Culturale dal Rischio Sismico nella seduta del 12.12.1986.
- Bellizzi M., 2000, *Le opere provvisorie nell'emergenza sismica*, Agenzia di Protezione Civile, Servizio Sismico Nazionale, Roma.
- Calderini C., Lagomarsino S., Lemme A., Podestà S., 2004, “*La messa in sicurezza degli edifici monumentali*” in Atti del XI Congresso Nazionale “*L'ingegneria Sismica in Italia*”, CD-ROM, Genova.
- Dolce M., (a cura di) 2005, *Manuale delle Opere Provvisorie Urgenti post-Sisma - OPUS*, convenzione tra il Dipartimento Protezione Civile, Ufficio SSN e l'Università degli Studi della Basilicata, Roma.
- Dipartimento della Protezione Civile, 2001. *Scheda per il rilievo del patrimonio monumentale - Danno alle chiese*, G.U. n. 116, 21 Maggio 2001.
- Lagomarsino S., Podestà S., 2004, “*Seismic vulnerability of ancient churches. Part1: damage assessment and emergency planning*” *Earthquake spectra* **20**, 377-394. ISSN-8755-2930
- Lagomarsino, S., Podestà, S., Lemme, A., 2004, “*Il terremoto del 31 Ottobre 2002 in Molise: una nuova metodologia per il rilievo dei danni e della vulnerabilità sismica delle chiese*”, in Atti del XI Congresso Nazionale “*L'ingegneria Sismica in Italia*”, CD-ROM, Genova.
- Lagomarsino S., Podestà S., Cifani G., Lemme A., 2004, “*The 31<sup>st</sup> October 2002 earthquake in Molise (Italy): a new methodology for the damage and the seismic vulnerability survey of the churches*”, *XIII WCEE*, Vancouver, Canada.
- Lemme A., Podestà S., 2004. *La messa in sicurezza degli edifici monumentali in Molise a seguito della crisi sismica iniziata il 31.12.2002: valutazione della permanenza nel tempo delle puntellature alle chiese*, Report Regione Molise, Isernia.
- VV.F. *Manuale tecnico del pompiere*, 2003 - Progetto Corso Regionale “*Opere Provvisorie*”, CD-ROM, Asti.



## 5 - DANNI AL PATRIMONIO MONUMENTALE ED EFFETTI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA PER CAUSE TOPOGRAFICHE<sup>1</sup>

### 5.1. - INTRODUZIONE

La vulnerabilità di un edificio monumentale è la sua predisposizione ad essere danneggiato da un evento sismico di una predefinita severità; essa è rappresentata da un modello in grado di fornire un danno fisico (in termini probabilistici), tramite una funzione dell'intensità o dell'accelerazione di picco (PGA).

La possibilità di utilizzare per la pericolosità sismica parametri differenti (intensità o PGA) determina la realizzazione di scenari di danno basati su un approccio macrosismico o su un modello meccanico. Nel primo caso è prevista una valutazione della pericolosità sismica attraverso l'intensità macrosismica, la quale, pur essendo una misura ibrida dell'input sismico che dipende indirettamente dalla vulnerabilità degli edifici, risulta particolarmente utile quando la pericolosità è dedotta dalla sismicità storica dell'area considerata. Un modello a base meccanica utilizza invece valori di PGA e lo spettro di risposta. In questo caso gli effetti di amplificazione locale possono essere direttamente considerati, sia attraverso un incremento della PGA di riferimento sia attraverso la modifica della forma spettrale.

Nel caso di un approccio macrosismico, lo scenario è definito attraverso l'utilizzo di curve di vulnerabilità, le quali correlano l'intensità al livello di danno medio atteso ( $\mu_D$  compreso tra 0 e 5), definito in termini probabilistici. Il metodo si basa sulla vulnerabilità osservata, poiché queste curve sono ottenute in funzione dei dati raccolti durante i censimenti del danno post-sisma, per aree con differenti intensità macrosismiche.

Per quanto riguarda le chiese, sulla base delle analisi statistiche dei danni rilevati, è stata proposta la seguente funzione che descrive le curve di vulnerabilità (Lagomarsino e Podestà, 2004):

$$\mu_D = 2.5 \left[ 1 + \tanh \left( \frac{I + 6.25 V_i - 13.1}{\beta} \right) \right] \quad (1)$$

dove  $\beta$ , assunto pari a 3, rappresenta il coefficiente di duttilità, mentre l'indice di vulnerabilità  $V_i$  può essere dedotto dai dati di vulnerabilità del singolo manufatto rilevati tramite una scheda "ad hoc" (Lagomarsino *et al.*, 2004).

Nel caso di un approccio a base meccanica, il modello di vulnerabilità fa riferimento ai metodi del *capacity spectrum* (Freeman, 1978; Freeman, 1998; Fajfar, 1999; Fajfar, 2000). In questo caso vengono utilizzate procedure semplificate, in cui il sistema sismico resistente è descritto attraverso curve di capacità, ottenute dalla trasformazione dell'andamento del taglio risultante alla base della struttura rispetto allo spostamento orizzontale di un punto di controllo della struttura stessa, attraverso la definizione del sistema equivalente ad un unico grado di libertà. La valutazione della risposta attesa è definita dall'identificazione del *performance point*, ottenuto come intersezione tra la curva di capacità e lo spettro di domanda elastico (in termini di accelerazione e spostamento) adeguatamente ridotto in funzione delle caratteristiche in fase anelastica. Associando ad ogni punto della curva di capacità uno specifico stato di danno dell'intero sistema, noto il *performance point*, è possibile ottenere una valutazione del grado di funzionalità atteso per la struttura a seguito dell'evento sismico analizzato. Tale approccio è definito "a base meccanica", in quanto la curva di capacità può essere ottenuta attraverso più o meno dettagliati modelli meccanici, i quali, a causa della complessità di modellare le strutture storiche in muratura, devono essere in ogni caso validati sulla base della vulnerabilità osservata.

I due approcci (macrosismico e meccanico) non rappresentano procedure legate a diversi livelli di accuratezza, ma metodologie differenti, i cui risultati sono tra loro paragonabili. Entrambi i modelli di vulnerabilità, infatti, possono essere utilizzati con differenti gradi di dettaglio, a seconda del livello di conoscenza degli elementi investigati (Progetto SAVE, 2005). In un'analisi di rischio del patrimonio culturale, è possibile utilizzare, senza alcuna differenza, il metodo più adeguato in funzione delle caratteristiche di pericolosità sismica, ottenendo uno scenario di danno che di conseguenza potrà essere più o meno accurato a secondo del livello di approfondimento adottato.

Il terremoto del Molise (31 Ottobre ed 1 Novembre 2002, rispettivamente di magnitudo  $M_l = 5.4$  e  $5.0$ ) ha permesso di verificare come i due approcci siano idonei a definire uno scenario di danno che tenga in considerazione gli effetti di amplificazione sismica dovuti alla morfologia del sito considerato.

Il rilievo del danno e della vulnerabilità delle chiese effettuato nella fase post-evento ha evidenziato come in alcuni casi il livello di danneggiamento osservato non può essere unicamente ricondotto alle carenze costruttive degli edifici. L'analisi condotta per le sole chiese ubicate su creste, con caratteristiche morfologiche che rispettano i parametri previsti dall'EC8 (ripresi dall'OPCM 3431/05: inclinazione del pendio  $\alpha \geq 15^\circ$  e altezza  $H \geq 30m$ ) e con caratteristiche litologiche omogenee, tali da poter ipotizzare un loro comportamento pressoché elastico sotto sollecitazione dinamica, ha permesso di evidenziare come la particolare localizzazione topografica dei manufatti abbia influenzato la risposta sismica ed il livello di danneggiamento (Di Capua *et al.*, 2006).

Questo campione è stato ampliato con i dati relativi alle chiese della provincia di Isernia, danneggiate dal terremoto del 1984 (7 e 11 maggio 1984, rispettivamente di  $M_l = 5.9$  e  $5.7$ ) e caratterizzate da condizioni morfologiche analoghe alle precedenti.

<sup>1</sup> Contributo presentato al XXII convegno Nazionale l'Ingegneria Sismica in Italia – Pisa 10-14 giugno a cura di Massimo Compagnoni<sup>1</sup>, Emanuela Curti<sup>2</sup>, Giuseppe Di Capua<sup>3</sup>, Alberto Lemme<sup>4</sup>, Silvia Peppoloni<sup>3</sup>, Floriana Pergalani<sup>1</sup>, Stefano Podestà<sup>2</sup>

<sup>1</sup> DIS – Dipartimento di Ingegneria Strutturale - Politecnico di Milano, Piazzale Leonardo da Vinci, 32, Milano.

<sup>2</sup> DICAT – Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni, dell'Ambiente e del Territorio, Università di Genova, Via Montallegro, 1, Genova.

<sup>3</sup> INGV – Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Via Nizza 128, Roma.

<sup>4</sup> Regione Molise - Struttura del Commissario Delegato per la Ricostruzione in Molise, Via XXIV Maggio, 130, Campobasso.

L'analisi condotta con un approccio macrosismico ha indagato la relazione esistente tra il danno e le caratteristiche morfologiche di sito in relazione all'analisi di vulnerabilità.

L'analisi a base meccanica ha cercato di valutare l'influenza degli effetti di amplificazione per cause topografiche, considerando l'incremento dell'azione sismica secondo quanto proposto nell'OPCM 3431/05. In questo caso, per i siti esaminati sono state effettuate modellazioni numeriche 2D della RSL, tramite un codice di calcolo basato su un modello ad elementi al contorno (Brebba, 1984), che ha permesso di valutare i fattori di amplificazione (Pergalani *et al.*, 2003a e 2003b), calcolati come rapporto tra l'intensità spettrale di output e di input negli intervalli di periodo 0.1-0.5s e 0.5-1.5s (Housner, 1952) e come spettri di risposta elastici. Sono state quindi calcolate, per alcune chiese, le accelerazioni di attivazione e le curve di capacità dei meccanismi di ribaltamento della facciata secondo l'analisi limite dell'equilibrio.

## 5.2. - APPROCCIO MACROSISMICO: EFFETTI DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Per analizzare l'influenza degli effetti di amplificazione topografica, sono stati analizzati i parametri relativi alle caratteristiche morfologiche dei siti delle chiese danneggiate dagli eventi sismici del 1984 (Appennino Abruzzese) e del 2002 (Molise). Questa analisi ha permesso di individuare un campione composto da 10 chiese, caratterizzate da condizioni litologiche omogenee, ubicate su creste con parametri morfologici del pendio che rispettano i limiti previsti dall'EC8 e dall'OPCM 3431/05 (inclinazione  $\alpha \geq 15^\circ$  ed altezza  $H \geq 30\text{m}$ ). I dati morfologici di ogni sito sono stati ricavati dall'analisi della Carta Tecnica Regionale del Molise in scala 1:5.000, attraverso profili topografici lungo direzioni significative passanti per l'edificio considerato (Figura 1). Le caratteristiche morfologiche dei siti in esame e l'intensità macrosismica relativa agli eventi sismici analizzati sono riportati in Tabella 1.

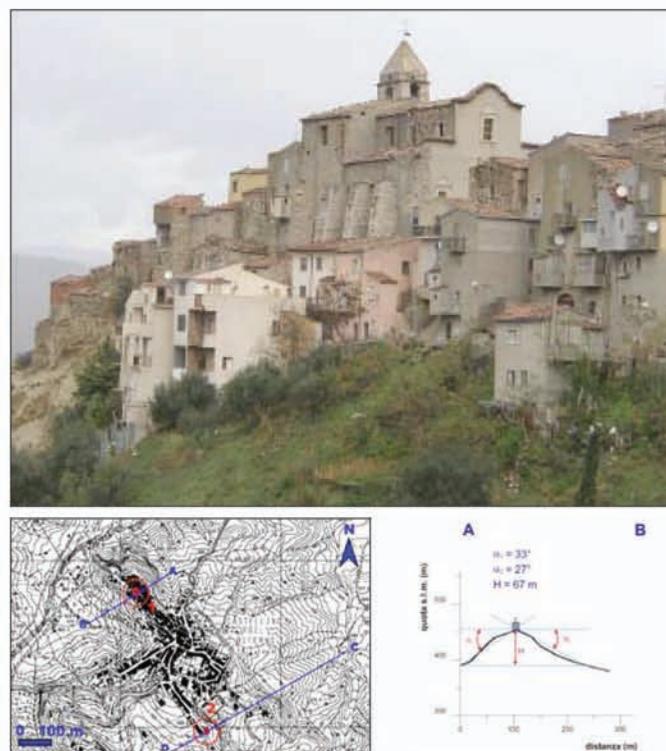


Figura 1. Profilo topografico passante per il sito della chiesa di S. Pietro in Vincoli a Castellino del Biferno (CB).

Tabella 1. Campione di chiese analizzato (su sfondo grigio sono riportate le chiese danneggiate dal terremoto del 1984).

Comune	Denominazione	H [m]	$\alpha$ [°]	$I_{mcs}$
Campolieto	S. Michele Arcangelo	48	22.5	5.5
Castel S. Vincenzo	S. Martino	56	30.0	6.5
Castellino del Biferno	S. Pietro in Vincoli	67	30.0	7.0
Colletorto	S. Giovanni Battista	147	15.0	6.5
Guardialfiera	S. Maria Assunta	77	27.0	5.5
Limosano	S. Maria Maggiore	70	24.5	5.5
Morrone del Sannio	S. Maria Maggiore	180	23.0	6.0
Provvidenti	S. Maria Assunta	47	22.5	6.0
Rocchetta Alta	S. Maria Assunta	80	23.0	6.5
Scapoli	S. Giorgio	153	16.0	7.0

I dati relativi alla vulnerabilità e al danno delle chiese interessate dal terremoto del 2002 sono stati raccolti con il rilievo post-sisma, mentre per quanto riguarda le chiese colpite dal terremoto del 1984, i dati provengono sia dai risultati del progetto di "Mitigazione del Rischio Sismico dei Centri Storici e degli Edifici di Culto dell'Area del Matese nella Regione Molise" (Regione Molise e INGV-GNDT, 2001), sia da documentazione fotografica storica. Pertanto, nel caso del terremoto del 1984 è stato possibile compilare solo a posteriori le schede di censimento del danno/vulnerabilità. Il risultato finale è stata la costruzione di una banca dati omogenea, contenente i dati delle chiese danneggiate in occasione dei due eventi sismici considerati.

Per valutare l'importanza degli effetti di amplificazione topografica, il danno osservato ( $\mu_{d,oss}$ ), dedotto direttamente dalla scheda di rilevamento, è stato confrontato con il livello di danno medio atteso ( $\mu_{d,att}$  - Tabella 2), calcolato sulla base della vulnerabilità ri-

levata (1). Da questo confronto appare evidente che per l'intero campione analizzato il livello di danno osservato è maggiore di quello medio atteso. Ciò implica che il comportamento di queste strutture non possa essere interamente giustificato considerando soltanto la vulnerabilità intrinseca rilevata. Gli studi di microzonazione in corso di svolgimento nella provincia di Campobasso hanno evidenziato come i siti colpiti dal terremoto del 2002 siano caratterizzati da velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) pressoché omogenee e dalla presenza di terreni che mostrano un comportamento pressoché elastico sotto sollecitazione dinamica: questo risultato fa ritenere poco significativa la possibile incidenza degli effetti di amplificazione per cause litologiche, consentendo di imputare l'incremento di danno unicamente alla morfologia.

Tabella 2. Confronto tra il livello di danno osservato e quello medio atteso (su sfondo grigio sono riportate le chiese danneggiate dal terremoto del 1984).

Comune	Denominazione	$V_i$	$\mu_{d,oss}$	$\mu_{d,att}$
Campolieto	S. Michele Arcangelo	0.96	1.86	1.28
Castel S. Vincenzo	S. Martino	0.83	2.57	1.39
Castellino del Biferno	S. Pietro in Vincoli	1.02	4.11	2.75
Colletorto	S. Giovanni Battista	1.09	2.85	2.70
Guardialfiera	S. Maria Assunta	0.96	1.36	1.26
Limosano	S. Maria Maggiore	0.91	2.22	1.09
Morrone del Sannio	S. Maria Maggiore	1.05	2.17	2.04
Provvidenti	S. Maria Assunta	1.02	3.07	1.90
Rocchetta Alta	S. Maria Assunta	0.95	2.27	1.93
Scapoli	S. Giorgio	0.91	2.40	2.15

Nell'ottica di un'analisi di vulnerabilità mediante l'approccio macrosismico risulta preferibile e concettualmente più corretto considerare l'amplificazione topografica attraverso la definizione di una "vulnerabilità" aggiuntiva, connessa alla morfologia del sito ( $\Delta V_{ml}$ : modificatore di vulnerabilità per la morfologia locale - Di Capua *et al.*, 2006). Il modificatore di comportamento è stato calcolato, per le diverse chiese analizzate, valutando l'incremento di vulnerabilità richiesto al fine di ottenere un livello di danno medio atteso equivalente a quello osservato. In Tabella 3 sono riportati per le diverse chiese i valori di  $\Delta V_{ml}$ , in ordine decrescente.

Tabella 3. Incremento di vulnerabilità richiesto in relazione al livello di danno osservato.

Comune	Denominazione	H [m]	$\alpha$ [°]	$\Delta V_{ml}$
Castellino del Biferno	S. Pietro in Vincoli	67	30.0	0.319
Limosano	S. Maria Maggiore	70	24.5	0.253
Castel S. Vincenzo	S. Martino	56	30.0	0.243
Provvidenti	S. Maria Assunta	47	22.5	0.228
Campolieto	S. Michele Arcangelo	48	22.5	0.131
Rocchetta Alta	S. Maria Assunta	80	23.0	0.066
Scapoli	S. Giorgio	153	16.0	0.048
Colletorto	S. Giovanni Battista	147	15.0	0.029
Morrone del Sannio	S. Maria Maggiore	180	23.0	0.025
Guardialfiera	S. Maria Assunta	77	27.0	0.023

Dall'analisi dei dati risulta che l'entità degli effetti di amplificazione topografica è influenzata dal valore combinato dell'inclinazione ( $\alpha$ ) e dell'altezza (H) del rilievo. In particolare, si può ritenere che tali effetti siano direttamente proporzionali all'inclinazione del pendio ed inversamente proporzionali alla sua altezza. Tale risultato appare evidente dal grafico in Figura 2, dove sono riportati per ogni chiesa i parametri morfologici ( $\alpha$  e H) che caratterizzano ciascun sito, in funzione del relativo valore di  $\Delta V_{ml}$ . Le linee di tendenza (in nero è riportata quella relativa all'altezza del pendio e in grigio quella relativa all'inclinazione) mostrano come i valori maggiori di  $\Delta V_{ml}$  si siano ottenuti per le creste caratterizzate da forte pendenza ed altezza modesta, mentre i valori minori per le creste con altezze elevata e pendenze deboli.

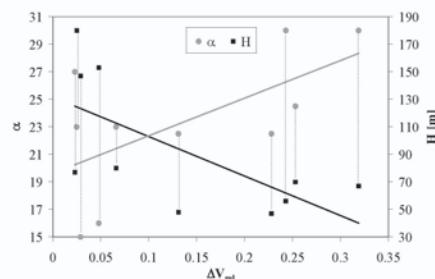


Figura 2. Variazione del modificatore di comportamento ( $\Delta V_{ml}$ ) in relazione all'inclinazione ( $\alpha$ ) ed all'altezza (H) del pendio.

### 5.3. - APPROCCIO MECCANICO: EFFETTI DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Se consideriamo una metodologia a base meccanica, gli effetti di amplificazione topografica possono essere tenuti in conto attraverso l'incremento dell'azione sismica. L'OPCM 3431/05, riprendendo quanto contenuto nell'EC8 per le strutture poste in corrispondenza di pendii con inclinazione maggiore di  $15^\circ$  e caratterizzati da un dislivello superiore a 30m, prevede l'introduzione di

un coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$  (paragrafo 3.2.3), che moltiplica direttamente la PGA di progetto. In assenza di studi specifici l'OPCM 3431/05 propone di assumere un valore di  $S_T$  pari a 1.2 nel caso di strutture poste in corrispondenza di pendii o creste con pendenze inferiori ai  $30^\circ$  e pari a 1.4 nel caso di creste con pendenze superiori.

Per ottenere una valutazione di maggior dettaglio dell'entità dell'amplificazione in corrispondenza dei siti esaminati, sono state condotte modellazioni numeriche 2D della RSL, mediante un codice di calcolo basato su un modello ad elementi al contorno (Brebba, 1984). In particolare, è stato utilizzato il programma ELCO (Callerio *et al.*, 2000; Pergalani *et al.*, 2003a), che ipotizza un moto delle particelle di tipo piano, una sorgente sismica sufficientemente lontana ed un materiale omogeneo ed elastico. Il modello morfologico di ciascun sito è stato costruito sulla base dei dati raccolti dalla Carta Tecnica della Regione Molise (scala 1:5.000), mentre come moti di input sono stati utilizzati accelerogrammi generati tramite la procedura proposta da Sabetta-Pugliese (Sabetta e Pugliese, 1996), considerando come target di riferimento gli spettri di risposta a pericolosità uniforme, calcolati in funzione della magnitudo e della distanza epicentrale di ciascun evento sismico considerato.

Per ciascun sito le analisi sono state condotte utilizzando 7 diversi accelerogrammi generati per ciascun evento e scegliendo come risultato la media tra le 7 analisi. In Figura 3 si riporta come esempio il modello morfologico analizzato per il sito di Castellino del Biferno (CB) e uno dei 7 accelerogrammi di input utilizzati.

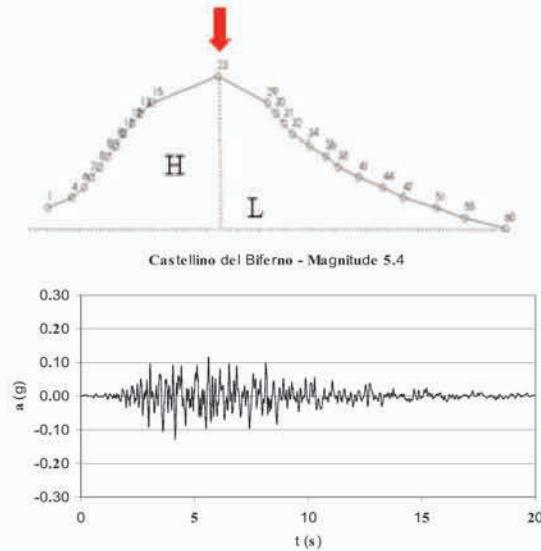


Figura 3. Modello morfologico del sito di S. Pietro in Vincoli a Castellino del Biferno (CB) ed esempio di accelerogramma sintetico.

L'analisi ha fornito come risultati gli spettri di risposta elastici in pseudoaccelerazione al 5% dello smorzamento critico e i fattori di amplificazione, calcolati come rapporto tra l'intensità spettrale di output e di input negli intervalli di periodo 0.1-0.5s e 0.5-1.5s (Housner, 1952), in corrispondenza del punto di ubicazione di ciascuna chiesa. I valori dei fattori di amplificazione  $F_a$  (0.1-0.5s), ottenuti per i diversi siti del campione di chiese analizzato, sono riportati in ordine decrescente nella Tabella 4.

Si nota come i valori di  $F_a$  (0.1-0.5s) siano in accordo con quanto proposto dalle normative (OPCM 3431/05, EC8). Esaminando l'entità dei fattori di amplificazione  $F_a$  in funzione dei parametri morfologici del sito ( $H$  e  $\alpha$ ), è inoltre possibile effettuare considerazioni analoghe a quelle fatte per l'approccio macrosismico, sottolineando la sostanziale equivalenza tra le due metodologie utilizzate. Anche in questo caso, infatti, i fattori di amplificazione maggiori sono generalmente riscontrabili per i siti caratterizzati da pendenze elevate e da altezze modeste (Figura 4).

Tabella 4. Valori dei fattori di amplificazione  $F_a$  ottenuti dalle modellazioni numeriche della RSL per i siti del campione.

Comune	Denominazione	H [m]	$\alpha$ [°]	$F_a$
Castellino del Biferno	S. Pietro in Vincoli	67	30.0	1.42
Morrone del Sannio	S. Maria Maggiore	180	23.0	1.26
Guardialfiera	S. Maria Assunta	77	27.0	1.21
Limosano	S. Maria Maggiore	70	24.5	1.20
Rocchetta Alta	S. Maria Assunta	80	23.0	1.19
Campolieto	S. Michele Arcangelo	48	22.5	1.16
Castel S. Vincenzo	S. Martino	56	30.0	1.16
Provvidenti	S. Maria Assunta	47	22.5	1.09
Colletorto	S. Giovanni Battista	147	15.0	1.00
Scapoli	S. Giorgio	153	16.0	1.00

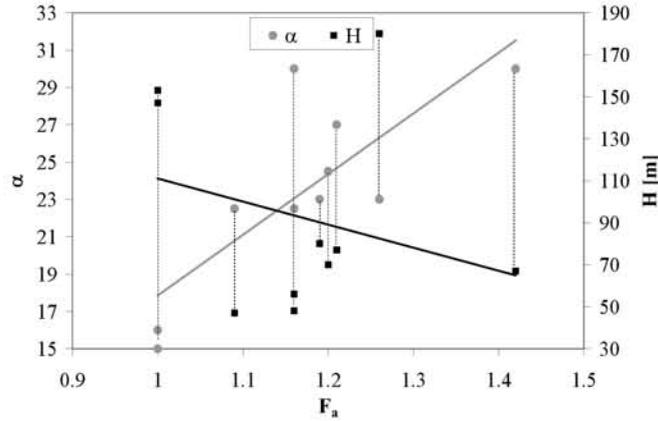


Figura 4. Variazione dei fattori di amplificazione topografica,  $F_a$  (0.1-0.5s), in relazione all'inclinazione ( $\alpha$ ) ed all'altezza (H) del pendio.

Al fine di valutare l'influenza degli effetti di amplificazione topografica nei confronti della verifica sismica, sono stati analizzati i casi studio delle chiese di S. Pietro in Vincoli a Castellino del Biferno e di S. Michele Arcangelo a Campolieto. Questi due edifici, danneggiati dal terremoto del 2002, sono stati scelti in quanto sembrano essere stati interessati da fenomeni di amplificazione topografica di differente entità, che possono essere messi in evidenza da entrambi gli approcci sviluppati (Tabelle 3 e 4).

In accordo con quanto proposto nelle "Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni" (punto 5.2), la verifica sismica è stata condotta attraverso lo studio di modelli locali basati sul concetto di macroelemento (Dogliani *et al.*, 1994). In particolare, sono stati analizzati i meccanismi fuori dal piano della facciata, adottando i metodi dell'analisi cinematica lineare (Linee Guida, punto 5.2.2) e non lineare (Linee Guida, punto 5.2.4). Tali metodi, descritti in dettaglio nella recente OPCM 3431/05 (Allegato 11C) per la verifica dei meccanismi locali degli edifici in muratura esistenti, si basano sui principi dell'analisi limite secondo un approccio cinematico, attraverso una schematizzazione a corpi rigidi della struttura. L'analisi cinematica lineare permette di determinare la sola resistenza in termini di accelerazione orizzontale che attiva il meccanismo, mentre con l'analisi cinematica non lineare la capacità ultima è descritta in termini di spostamento. In entrambi i tipi di analisi il primo passo da effettuare è la valutazione del moltiplicatore orizzontale dei carichi ( $\alpha_0$ ), che corrisponde all'attivazione del meccanismo. Esso viene valutato applicando alla catena cinematica individuata il Principio dei Lavori Virtuali, secondo l'espressione [11.C.1] dell'Allegato 11.C dell'OPCM 3431/05, di seguito riportata (2):

$$\alpha_0 \left( \sum_{i=1}^n P_i \delta_{x,i} + \sum_{j=n+1}^{n+m} P_j \delta_{x,j} \right) - \sum_{i=1}^n P_i \delta_{y,i} - \sum_{h=1}^o F_h \delta_h = L_{fi} \quad (2)$$

dove:

$P_i$  è la generica forza peso applicata al cinematismo (peso proprio dei blocchi applicato nel rispettivo baricentro o altri carichi verticali che gravano sugli stessi);

$P_j$  è la generica forza peso, non direttamente applicata sui blocchi, la cui massa, per effetto dell'azione sismica, genera una forza orizzontale sugli elementi della catena cinematica, in quanto non efficacemente trasmessa ad altre parti dell'edificio;

$F_h$  è una generica azione esterna agente sui blocchi rigidi (ad es. catene metalliche);

$n$ ,  $m$  e  $o$  sono rispettivamente il numero delle forze  $P_i$ ,  $P_j$  e  $F_h$ ;

$L_{fi}$  rappresenta il lavoro svolto da eventuali forze interne (ad es. ingranamento tra i conci murari);

$\delta_{x,i}$  è lo spostamento virtuale orizzontale del punto di applicazione della  $i$ -esima forza  $P_i$  (assunto positivo se concorde con la direzione secondo cui agisce l'azione sismica che attiva il cinematismo);

$\delta_{x,j}$  è lo spostamento virtuale orizzontale del punto di applicazione della  $j$ -esima forza  $P_j$  (assunto positivo se concorde con la direzione secondo cui agisce l'azione sismica che attiva il cinematismo);

$\delta_h$  è lo spostamento virtuale del punto di applicazione della  $h$ -esima forza esterna nella direzione della forza stessa (assunto positivo se discorde dalla direzione secondo cui agisce la corrispondente forza  $F_h$ ).

Si sottolinea come nella (2) le intensità delle diverse forze siano assunte in valore assoluto.

In sintesi, per ottenere il moltiplicatore  $\alpha_0$  è necessario valutare il lavoro compiuto dalle diverse forze in gioco, attraverso la ricerca degli spostamenti virtuali dei diversi punti d'applicazione, a seguito dell'assegnazione di uno spostamento virtuale ad un blocco rigido componente il cinematismo in esame. Tali spostamenti virtuali possono essere ottenuti per via grafica o attraverso la formula generale dell'atto di moto rigido infinitesimo. Il valore del moltiplicatore è indipendente dall'entità dello spostamento virtuale impresso al cinematismo in quanto questo, in virtù dell'ipotesi di spostamenti infinitesimi, compare linearmente in tutti i termini ed è quindi semplificabile.

L'accelerazione spettrale d'attivazione del meccanismo  $a_0^*$  è fornita dalla forza sismica orizzontale d'attivazione divisa per la massa partecipante, secondo l'espressione [11.C.4] dell'Allegato 11.C dell'OPCM 3431/05, di seguito riportata:

$$a_0^* = \frac{\alpha_0 \sum_{i=1}^{n+m} P_i}{M^*} \quad (3)$$

La massa partecipante  $M^*$  può essere valutata considerando gli spostamenti virtuali dei punti di applicazione dei diversi pesi alla stregua di una prima forma modale di vibrazione (equazione [11.C.3] - Allegato 11.C dell'OPCM 3431/05):

$$M^* = \frac{\left( \sum_{i=1}^{n+m} P_i \delta_{x,i} \right)^2}{g \sum_{i=1}^{n+m} P_i \delta_{x,i}^2} \quad (4)$$

Essa risulta inferiore alla massa totale del sistema e tiene conto del fatto che nella verifica, in analogia con la verifica globale in cui si utilizza la prima forma modale di vibrazione, è necessario considerare che durante l'azione sismica non tutta la massa si attiva dinamicamente su un singolo modo.

La verifica allo stato limite ultimo secondo l'analisi cinematica lineare consiste nel confronto tra l'accelerazione orizzontale  $a_0^*$  che attiva il meccanismo (che rappresenta la capacità del sistema) e l'accelerazione orizzontale (che rappresenta la domanda del terremoto). Quest'ultima è definita in funzione della massima accelerazione agente al suolo, ridotta sulla base del coefficiente di struttura  $q$  (posto pari a 2), che tiene conto della non linearità del sistema, ed incrementata per considerare gli effetti di amplificazione nel caso di meccanismi di collasso posti in elevazione (OPCM 3431/05, Allegato 11.C, equazione [11.C.8]):

$$a_0^* \geq \frac{a_g S}{q} \left( 1 + 1.5 \frac{Z}{H} \right) \quad (5)$$

dove,  $a_g$  è la massima accelerazione su suolo di categoria A (roccia),  $S$  è il fattore che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo di fondazione (Tabella 3.1 dell'OPCM 3431/05),  $H$  è l'altezza complessiva del manufatto e  $Z$  può essere assunto pari alla quota a cui è posto il meccanismo di collasso analizzato rispetto al suolo.

L'analisi cinematica lineare per lo studio dei meccanismi locali, quindi, propone un metodo di verifica in termini di forze, in analogia con quanto proposto per l'analisi globale delle strutture in muratura secondo l'analisi statica lineare (OPCM 3431/05, punti 4.5.2, 8.1.5.2 e 11.5.4.4).

Parallelamente, l'OPCM 3431/05 propone una verifica in termini di spostamento dei meccanismi locali secondo l'analisi cinematica non lineare. Tale metodo di analisi, analogo alla verifica globale secondo l'analisi statica non lineare (OPCM 3431/05, punti 4.5.4, 8.1.5.4 e 11.5.4.4), prevede la verifica in relazione allo stato limite ultimo attraverso il confronto della capacità di spostamento ultima  $d_u^*$  della struttura con la domanda di spostamento  $\Delta_d$  imposta dal terremoto. Le motivazioni che possono giustificare l'adozione di un'analisi cinematica non lineare consistono nel fatto che può risultare non del tutto corretto affrontare il problema della vulnerabilità fuori dal piano senza tener conto delle caratteristiche dinamiche del moto. La descrizione della risposta sismica in termini di spostamento, piuttosto che di forze, è infatti in accordo con numerose procedure di calcolo e verifica previste nella moderna legislazione progettuale antisismica adottata in molte nazioni, per tener conto della maggiore sensibilità al danneggiamento in funzione degli spostamenti imposti.

Lo studio dei meccanismi locali attraverso l'analisi cinematica non lineare, proposto dall'OPCM 3431/05, si sviluppa in analogia con le procedure d'analisi basate sul metodo dello spettro di capacità (Freeman, 1978; Freeman, 1998; Fajfar, 1999; Fajfar, 2000). Nel caso dell'analisi cinematica non lineare, l'OPCM 3431/05 propone la valutazione della curva di capacità sulla base dell'andamento del moltiplicatore orizzontale  $\alpha$  dei carichi in funzione dell'evoluzione del meccanismo. Tale andamento può ottenersi valutando  $\alpha$  attraverso la (2) in riferimento a configurazioni variate della catena cinematica, rappresentative del progredire del meccanismo, ed associando ad ogni valore di  $\alpha$  così ottenuto il corrispondente valore dello spostamento di un punto di controllo  $d_k$ . Per tale scopo è necessario applicare, a partire dalla configurazione non variata iniziale, una successione di spostamenti finiti, simulanti l'evoluzione del meccanismo di collasso, e valutare, seguendo il medesimo procedimento descritto per il calcolo di  $\alpha_0$ , il moltiplicatore associato a ciascuna configurazione variata ottenuta.

Per ottenere l'andamento della curva di capacità dell'oscillatore equivalente è necessario trasformare il moltiplicatore  $\alpha$  in accelerazione spettrale  $a^*$ , come nella (3), e lo spostamento del punto di controllo  $d_k$  in spostamento spettrale  $d^*$  secondo la (6):

$$d^* = d_k \frac{\sum_{i=1}^{n+m} P_i \delta_{x,i}^2}{\delta_{x,k} \sum_{i=1}^{n+m} P_i \delta_{x,i}} \quad (6)$$

in cui  $\delta_{x,k}$  è lo spostamento virtuale orizzontale del punto di controllo, in riferimento all'applicazione di uno spostamento virtuale infinitesimo, a partire dalla configurazione iniziale.

La capacità  $d_u^*$  è determinata come il minore spostamento tra il 40% dello spostamento per cui si annulla l'accelerazione spettrale  $a^*$  (Doherty *et al.*, 2000; Doherty *et al.*, 2002; Griffith *et al.*, 2003; Restrepo-Vélez e Magenes, 2004) e lo spostamento corrispondente a situazioni localmente incompatibili con la stabilità degli elementi della costruzione (ad es. sfilamento di travi), nei casi in cui questo sia valutabile. Al fine di effettuare la verifica, la capacità di spostamento  $d_u^*$  deve essere confrontata con la domanda  $\Delta_d$  richiesta dal terremoto. Tale domanda di spostamento è ottenuta dall'OPCM 3431/05 attraverso l'utilizzo di spettri elastici in corrispondenza di un periodo secante equivalente  $T_s$ , definito sulla curva di capacità in corrispondenza di uno spostamento pari al 40% dello spostamento ultimo:

$$T_s = 2\pi \sqrt{\frac{d_s}{a_s}} \quad (7)$$

dove  $d_s$  è pari a  $0.4 \cdot d_u^*$  e  $a_s$  è l'accelerazione sulla curva di capacità in corrispondenza di  $d_s$ .

Essendo il periodo secante  $T_s$  rappresentativo delle condizioni ultime, la procedura proposta dall'OPCM 3431/05 non consente la reale determinazione della domanda di spostamento, ma permette unicamente di fornire una valutazione della risposta in termini di verifica. Tale metodo, pur non permettendo una stima del reale coefficiente di sicurezza, consente di definire se il meccanismo esaminato risulta verificato nei confronti del terremoto analizzato.

#### 5.4. - CASI STUDIO

La verifica sismica è stata condotta per le chiese di S. Michele Arcangelo a Campolieto (CB) e di S. Pietro in Vincoli a Castellino sul Biferno (CB), danneggiate dal terremoto del 2002, facendo riferimento allo stato limite ultimo per i meccanismi di ribaltamento globale e della porzione sommitale della facciata, utilizzando i metodi dell'analisi cinematica lineare e non lineare precedentemente illustrati (§3).

I due casi studio sono stati scelti in quanto, sulla base delle metodologie di analisi di vulnerabilità adottate (macrosismica e meccanica), sono apparsi interessati da fenomeni di amplificazione topografica di differente entità. Il fattore di amplificazione  $F_a$  (0.1–0.5s), ottenuto con le modellazioni della RSL, è stato valutato pari ad 1.42 per il sito su cui sorge la chiesa di S. Pietro in Vincoli, mentre nel caso della chiesa di S. Michele Arcangelo è risultato uguale a 1.16 (Tabella 4). Inoltre, sulla base delle informazioni contenute nella scheda di rilevamento, utilizzata nella fase di emergenza (Figure 4, 5 e 6), è stato possibile ottenere per entrambe le chiese il livello di danneggiamento a seguito dal terremoto del 2002 riscontrato per i cinematismi studiati. Ciò ha consentito un confronto con la previsione della risposta ottenuta tramite i metodi di verifica dell'analisi limite. In particolare, la chiesa di S. Pietro in Vincoli ha mostrato un livello di danneggiamento molto grave in corrispondenza del meccanismo di ribaltamento della porzione sommitale della facciata (livello 4 – scala EMS98) ed un danneggiamento medio in corrispondenza del ribaltamento globale (livello – 2 scala EMS98). La chiesa di S. Michele Arcangelo, invece, ha subito un livello di danneggiamento di entità media in corrispondenza del ribaltamento della sommità della facciata (livello 2 – EMS98) e di entità lieve in corrispondenza del ribaltamento globale (livello 1 – scala EMS98).



Figura 5. Danno relativo al ribaltamento del timpano della facciata: S. Pietro in Vincoli, Castellino del Biferno (CB), terremoto del 2002.



Figura 6. Danno relativo al ribaltamento della facciata: S. Michele Arcangelo, Campolieto (CB), terremoto del 2002.

Per la scarsa qualità dell'ammorsamento tra la facciata e le pareti laterali, per l'assenza di catene longitudinali e sulla base del quadro fessurativo, in entrambe le chiese non è stato computato il contributo stabilizzante delle pareti laterali (Figure 7 e 8).

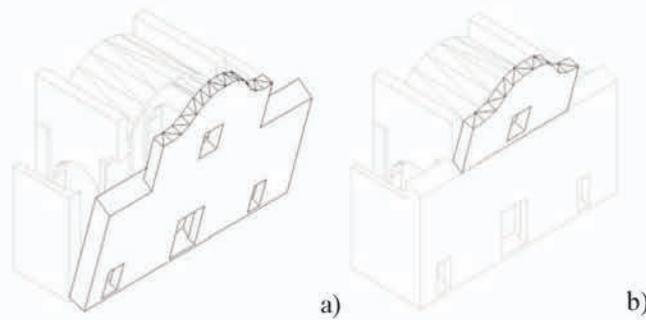


Figura 7. Meccanismi di collasso analizzati per S. Pietro in Vincoli, Castellino del Biferno (CB): a) ribaltamento globale, b) ribaltamento della porzione sommitale.

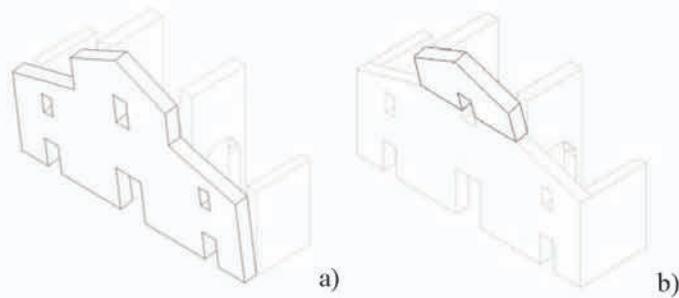


Figura 8. Meccanismi di collasso analizzati per S. Michele Arcangelo, Campolieto (CB): a) ribaltamento globale, b) ribaltamento della porzione sommitale.

Le verifiche dei cinematismi, analizzati secondo entrambi i metodi di analisi (analisi cinematica lineare e non lineare), sono state condotte sia in riferimento ad un evento con caratteristiche paragonabili al terremoto del 2002, sia nei confronti dell'azione sismica di progetto prevista dall'OPCM 3431/05 in relazione alla pericolosità dell'area (zona sismica 2). Le analisi sono state effettuate sia considerando gli effetti di amplificazione topografica, sia trascurando tali aspetti.

Nelle Tabelle 6 e 7 sono riportati i valori delle accelerazioni spettrali  $a_0^*$  che attivano i meccanismi analizzati e le corrispondenti domande, richieste secondo l'analisi cinematica lineare. Per la verifica nei confronti dell'azione sismica di progetto (zona sismica 2), la massima accelerazione agente al suolo  $a_g$ , necessaria per la definizione della domanda, è stata assunta pari a  $0.25g$  e gli effetti di amplificazione topografica sono stati computati incrementando l'azione sismica con i valori di  $F_a$  riportati in Tabella 4. Nel caso della verifica condotta nei confronti di un evento con caratteristiche analoghe a quello del 2002, i valori di  $a_g$  sono stati dedotti dalle accelerazioni di ancoraggio degli spettri ottenuti dalle analisi numeriche. In particolare, l'accelerazione di ancoraggio è stata valutata sugli spettri di input, nel caso in cui sono stati trascurati gli effetti di amplificazione topografica, e sugli spettri di output nel caso in cui tali effetti sono stati considerati.

Per entrambi i casi si è assunta una categoria di suolo A ( $S=1$ ).

Tabella 6. Analisi cinematica lineare (SLU): ribaltamento globale della facciata (in grigio sono evidenziati i casi in cui la verifica risulta soddisfatta).

	S. Pietro in Vincoli	S. Michele Arcangelo
$a_0^*$ [ $m/s^2$ ]	1.00	0.90
Z/H	0	0
<b>Domanda sismica: Zona 2</b>	Senza effetti topografici	1.23
	Con effetti topografici	1.74
<b>Domanda sismica: Terremoto del 2002</b>	Senza effetti topografici	0.82
	Con effetti topografici	1.00

Tabella 7. Analisi cinematica lineare (SLU): ribaltamento del timpano della facciata (in grigio sono evidenziati i casi in cui la verifica risulta soddisfatta).

	S. Pietro in Vincoli	S. Michele Arcangelo
$a_0^*$ [ $m/s^2$ ]	0.92	1.80
Z/H	0.56	0.63
<b>Domanda sismica: Zona 2</b>	Senza effetti topografici	2.26
	Con effetti topografici	3.21
<b>Domanda sismica: Terremoto del 2002</b>	Senza effetti topografici	1.52
	Con effetti topografici	1.86

Le verifiche effettuate permettono alcune considerazioni significative. In primo luogo, se si analizza il livello di danneggiamento rilevato a seguito dell'evento sismico del 2002, si può notare come tutti i meccanismi di danno siano attivati (seppur in alcuni casi con un livello di danno lieve-medio). La verifica nei confronti di uno stato limite di attivazione può essere ottenuta confrontando il valore di  $a_0^*$  (capacità del sistema rappresentante l'accelerazione di attivazione del meccanismo analizzato) con la massima accele-

razione dell'evento, la quale può essere calcolata utilizzando l'equazione (5), assumendo un coefficiente di struttura unitario. Effettuando questo confronto (che può essere dedotto semplicemente dalle Tabelle 6 e 7, moltiplicando i valori di accelerazione della domanda sismica (terremoto del 2002) per il fattore di struttura adottato, emerge che la verifica non risulta soddisfatta per nessuno dei cinematismi analizzati, ottenendo una previsione in accordo con il danneggiamento osservato. I risultati connessi allo SLU mostrano, anche in questo caso, come esista un'ottima corrispondenza con il livello di danneggiamento rilevato. Per quanto riguarda il ribaltamento globale della facciata, le verifiche riferite al terremoto del 2002 risultano per entrambe le chiese soddisfatte. Tale aspetto è, infatti, congruente con il livello di danneggiamento riscontrato, che risulta per S. Pietro in Vincoli di livello medio (2 – EMS 98), mentre per S. Michele Arcangelo di livello lieve (1 – EMS98), entrambi molto lontani cioè da uno stato limite di collasso. L'influenza degli effetti topografici risulta in questo caso apparentemente trascurabile. E' importante notare, infatti, come per la chiesa di S. Pietro in Vincoli la verifica che tiene conto del fattore di amplificazione determini un margine di sicurezza unitario che corrisponde ad un livello di danneggiamento causato dal terremoto, prossimo allo stato limite ultimo (livello 3 e 4 – EMS 98). Se si considera la domanda del terremoto di progetto, in relazione alla recente classificazione sismica, si può notare come il meccanismo di ribaltamento globale della facciata non risulti verificato per entrambe le chiese, anche nel caso in cui siano trascurati gli effetti di amplificazione topografica. Per quanto riguarda le verifiche relative al ribaltamento del timpano della facciata, i valori di accelerazione ottenuti mostrano anche per tale meccanismo un buon accordo con l'evidenza del danno. Per la chiesa di S. Pietro in Vincoli le accelerazioni richieste dal terremoto del 2002 sono ampiamente superiori al valore di accelerazione spettrale del macroelemento e l'incremento connesso all'influenza dell'effetto di amplificazione topografica accredita maggiormente il livello di danneggiamento rilevato, che per tale meccanismo di danno è prossimo al collasso strutturale (livello 4 – EMS98). Per contro, nel caso della chiesa di S. Michele Arcangelo, la domanda del terremoto non è in grado di determinare un danneggiamento correlabile allo stato limite ultimo, coerentemente con il livello di danneggiamento rilevato in tale macroelemento. L'influenza del fattore di amplificazione appare non determinante, anche in relazione al suo limitato valore. Al fine di ottenere una stima maggiormente accurata della risposta sismica attesa in relazione ai cinematismi analizzati, le verifiche sono state condotte anche con il metodo dell'analisi cinematica non lineare. In riferimento alle verifiche condotte nei confronti dell'azione sismica di progetto (OPCM 3431/05 - zona sismica 2), sono state adottate le forme spettrali proposte dall'OPCM 3431/05, in cui gli effetti topografici sono stati computati amplificando gli spettri tramite i fattori  $F_a$  in Tabella 4. In particolare, per l'analisi del ribaltamento della porzione sommitale della facciata è stato computato l'effetto filtro operato dalla struttura sull'input agente al suolo, assumendo la forma spettrale proposta nell'Allegato 11.C dell'OPCM 3431/05 per l'analisi dei meccanismi locali degli edifici esistenti in muratura (equazione 11.C.9), mentre nel caso della verifica condotta in riferimento al ribaltamento complessivo della facciata, seppur non espressamente affermato nell'OPCM 3431/05, la domanda sismica è stata descritta tramite lo spettro elastico definito al punto 3.2.3 dell'Ordinanza. La necessità di computare gli effetti di filtro per elementi posti in prossimità del suolo perde significato, infatti, quando si analizza il comportamento di macroelementi. A differenza di quanto può avvenire per piccoli elementi vincolati all'edificio (ad es. statue o piccoli oggetti), nel caso di macroelementi posizionati in prossimità del suolo, questi, una volta separati dal resto della struttura, tendono ad assumere un comportamento sostanzialmente autonomo dal resto del manufatto, risultando sollecitati, quindi, dall'input agente al suolo. In relazione al terremoto del 2002 la domanda sismica è stata definita sulla base delle analisi numeriche sviluppate, sia trascurando gli effetti di amplificazione topografica, utilizzando le caratteristiche degli spettri di input, sia considerando tali aspetti attraverso gli spettri di output. In particolare, per la verifica del meccanismo di ribaltamento globale sono state utilizzate direttamente le forme spettrali di input e output delle analisi, mentre, al fine di computare gli effetti di filtro operati dalla struttura sull'input al suolo, nell'analisi della porzione sommitale della facciata è stato adottato lo spettro proposto nell'Allegato 11.C dell'OPCM 3431/05, scalato rispettivamente alle PGA degli spettri di input e output. Nelle Tabelle 8 e 9 sono riportati i valori delle capacità di spostamento ( $d_u^*$ ) che attivano i meccanismi analizzati e le corrispondenti domande  $\Delta_d$  richieste secondo l'analisi cinematica non lineare.

Tabella 8. Analisi cinematica non lineare (SLU): ribaltamento globale (in grigio, i casi in cui la verifica risulta soddisfatta).

		S. Pietro in Vincoli	S. Michele Arcangelo
$d_u^*$ [m]		0.22	0.23
Z/H		0	0
$\Delta_d$ [m] Zona 2	Senza effetti topografici	0.12	0.12
	Con effetti topografici	0.18	0.14
$\Delta_d$ [m] Terremoto del 2002	Senza effetti topografici	0.03	0.03
	Con effetti topografici	0.04	0.03

Tabella 9. Analisi cinematica non lineare (SLU): ribaltamento della parte sommitale della facciata (in grigio, i casi in cui la verifica risulta soddisfatta).

		S. Pietro in Vincoli	S. Michele Arcangelo
$d_u^*$ [m]		0.12	0.25
Z/H		0.56	0.63
$\Delta_d$ [m] Zona 2	Senza effetti topografici	0.16	0.19
	Con effetti topografici	0.22	0.18
$\Delta_d$ [m] Terremoto del 2002	Senza effetti topografici	0.11	0.12
	Con effetti topografici	0.13	0.10

I risultati ottenuti in relazione ad entrambi i meccanismi evidenziano, in primo luogo, come il maggior onere di calcolo richiesto dall'analisi cinematica non lineare conduca a risultati meno cautelativi rispetto all'analisi lineare. In particolare, la verifica nei confronti del meccanismo di ribaltamento complessivo della facciata risulta sempre soddisfatta per entrambe le chiese esaminate, mentre la verifica per il ribaltamento della porzione sommitale non risulta soddisfatta unicamente per il caso della chiesa di S. Pietro in Vincoli, sia per il terremoto atteso sia per quello verificatosi tenendo debitamente in conto degli effetti di amplificazione topografica. La maggiore accuratezza dell'analisi cinematica non lineare consente di ottenere uno scenario di danno ampiamente concorde con il danneggiamento osservato in riferimento ad entrambi i meccanismi studiati e attivatisi a seguito dell'evento sismico del 2002. Nelle Figure 9-12 sono riportate le corrispondenti verifiche grafiche (con le linee nere continue sono riportati gli spettri di domanda amplificati per tener conto degli effetti di amplificazione topografica, con le linee nere tratteggiate quelli non amplificati e con la linea grigia la curva di capacità).

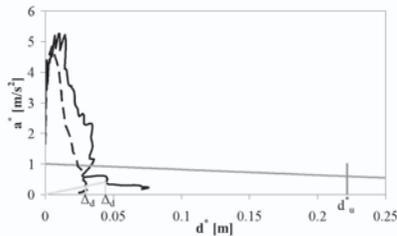


Figura 9. Ribaltamento globale della facciata della chiesa di S. Pietro in Vincoli: spettro ottenuto dalle analisi numeriche (terremoto 2002).

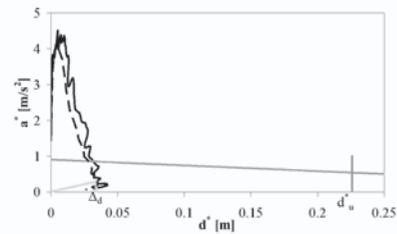


Figura 10. Ribaltamento globale della facciata della chiesa di S. Michele Arcangelo, spettro ottenuto dalle analisi numeriche (terremoto 2002).

In particolare, appare importante evidenziare il risultato ottenuto per ribaltamento del timpano, nei confronti di un evento con caratteristiche paragonabili a quelle del terremoto del 2002. In questo caso, mentre per la chiesa di Campolieto le verifiche risultano soddisfatte sia considerando che escludendo l'effetto di amplificazione topografica, per la chiesa di S. Pietro in Vincoli l'incremento di spostamento dovuto all'amplificazione locale permette di prevedere correttamente il danneggiamento verificatosi (Figure 11 e 12).

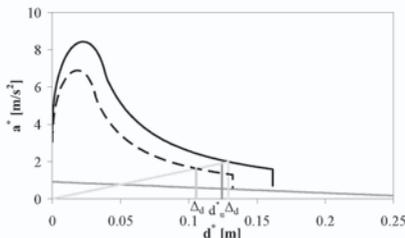


Figura 11. Ribaltamento della porzione sommitale della facciata della chiesa di S. Pietro in Vincoli (terremoto 2002).

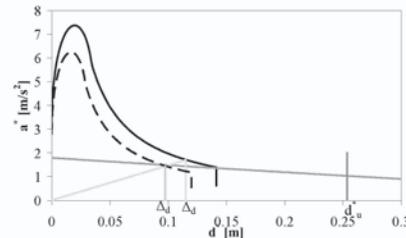


Figura 12. Ribaltamento della porzione sommitale della facciata della chiesa di S. Michele Arcangelo (terremoto 2002).

## 5.5. - CONCLUSIONI

Al fine di analizzare l'influenza dei fenomeni di amplificazione locale per cause topografiche, sono stati analizzati alcuni casi di chiese danneggiate dai terremoti dell'Appennino Abruzzese (1984) e del Molise (2002), ubicate su creste aventi inclinazione del pendio  $\alpha \geq 15^\circ$  e altezza  $H \geq 30\text{m}$  (EC8, OPCM 3431/05) e caratteristiche litologiche nel sottosuolo omogenee, tali da far ipotizzare un loro comportamento pressoché elastico sotto sollecitazione dinamica. Mediante l'analisi di vulnerabilità condotta secondo un approccio macrosismico è stato possibile osservare come il livello di danno medio atteso, calcolato attraverso l'utilizzo delle curve di vulnerabilità definite in letteratura per tale tipologia di manufatti (Lagomarsino e Podestà, 2004b), produca scenari di danno che sottostimano il reale danneggiamento osservato. Quantificando l'effetto di amplificazione topografica attraverso la definizione dell'incremento di vulnerabilità del manufatto ( $\Delta V_{ml}$ ) necessario a fornire uno scenario di danno equivalente a quello realmente rilevato, è stato possibile ottenere una preliminare valutazione dell'influenza delle caratteristiche morfologiche del sito sulla risposta del manufatto. In particolare, è emerso che gli effetti di amplificazione topografica, nel caso di situazioni morfologiche assimilabili a creste, tendono a diventare sempre più rilevanti al crescere della pendenza del pendio, mentre possono risultare minori quando si hanno pendii con altezze notevoli. Seguendo l'approccio meccanico, lo studio degli effetti di amplificazione topografica è stato effettuato calcolando il fattore di amplificazione  $F_a$ , inteso come rapporto tra l'intensità spettrale di output e di input negli intervalli di periodo 0.1-0.5s e 0.5-1.5s, e gli spettri di risposta elastici, attraverso modellazioni numeriche 2D della RSL tramite un codice di calcolo basato su un modello ad elementi al contorno. Il confronto tra i valori degli  $F_a$  ottenuti dalle modellazioni e le caratteristiche morfologiche dei siti ha confermato quanto emerso nell'analisi condotta secondo l'approccio macrosismico, sottolineando la sostanziale equivalenza dell'applicazione delle due metodologie. Al fine di valutare l'influenza degli effetti di amplificazione topografica nei confronti della verifica sismica, sono stati analizzati nel dettaglio due casi studio (la chiesa di S. Pietro in Vincoli a Castellino del Biferno e la chiesa di S. Michele Arcangelo a Campolieto). In accordo con quanto proposto nelle "Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni" (punto 5.2), la verifica sismica è stata condotta attraverso lo studio di modelli locali basati sul concetto di macroelemento, analizzando i meccanismi fuori dal piano della facciata ed adottando i metodi dell'analisi cinematica lineare (Linee Guida punto 5.2.2, OPCM 3431/05 Allegato 11C) e non lineare (Linee Guida punto 5.2.4, OPCM 3431/05 Allegato 11C). In particolare, le verifiche sono state condotte utilizzando gli spettri di risposta ottenuti dall'analisi numerica e calcolati in corrispondenza della chiesa, in riferimento all'evento sismico del 2002, e gli spettri proposti dalla normativa per la zona sismica 2. In questo ultimo caso, il confronto tra l'azione sismica amplificata e il danneggiamento osservato ha evidenziato, almeno per le chiese analizzate, come la pericolosità dell'area sia tale da non rendere particolarmente significativo questo parametro: i risultati non cambiano sostanzialmente il soddisfacimento della verifica. Tuttavia, per un edificio monumentale il soddisfacimento della verifica in termini unicamente quantitativi non risulta mai richiesto, proprio in relazione alla necessità di conservazione del valore culturale di tali

tipologie di manufatti. In ogni caso, risulta di fondamentale importanza stimare con la maggior accuratezza possibile la pericolosità del sito, al fine di valutare l'esigenza di un intervento di miglioramento sismico solo nelle situazioni in cui questo sia realmente necessario. Pertanto, se da un lato le recenti Linee Guida consentono di derogare dal valore di accelerazione correlato alla classificazione sismica, facendo riferimento ai dati disponibili (di accertato valore scientifico) corrispondenti alla coordinata geografica del manufatto o del comune nel quale esso è situato, dall'altro l'amplificazione topografica deve essere necessariamente computata, al fine di avere una più accurata definizione dei possibili scenari di danno.

#### Riferimenti bibliografici

- Brebbia, C.A., 1984, *The Boundary element method for engineers*. Pentech Press, London.
- Callerio, A., Petrini, V., Pergalani, F., 2000, ELCO, A program for two-dimensional analyses using boundary element method. Rapporto Tecnico, IRRS, Milano.
- Di Capua, G., Curti, E., Lemme A., Peppoloni, S, Podestà, S., 2006, Simplified parameters for the evaluation of site effects in the seismic risk analyses of monuments, *Proc. of First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology*, CD-ROM, paper n° 656, Geneva.
- Dogliani, F., Moretti, A., Petrini, V., 1994, "Le chiese e il terremoto". Lint, Trieste.
- Doherty, K.T., Griffith, M.C., Lam, N., Wilson J., 2002, Displacement-based seismic analysis for out-of-plane bending of unreinforced masonry walls, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 31 (4), pp. 833-850.
- Doherty, K.T., Rodolico, B., Lam, N., Wilson, J., Griffith, M.C., 2000, The modelling of earthquake induced collapse of unreinforced masonry walls combining force and displacements principals, *Proceedings of the 12<sup>th</sup> World Conference on Earthquake Engineering*, Auckland, New Zealand.
- EN 1998-5 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance. Foundations, retaining structures and geotechnical aspects. Annex A: Topographic amplification factors, 2005.
- European Macroseismic Scale (EMS), 1998 <http://www.gfz-potsdam.de/pb5/pb53/projekt/ems/>
- Fajfar, P., 1999, Capacity spectrum method based on inelastic demand spectra, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 28, pp. 979-993.
- Fajfar, P., 2000, A nonlinear analysis method for performance-based Seismic design, *Earthquake Spectra*, 16 (3), pp. 573-592.
- Freeman, S.A., 1978, Prediction of response of concrete buildings to severe earthquake motion, Douglas McHenry International Symposium on Concrete and Concrete Structures, ACI SP-55, American Concrete Institute, Detroit, pp. 589-605
- Freeman, S.A., 1998, Development and use of capacity spectrum method, *Proceeding Sixth U.S. National Conference on Earthquake Engineering*, Earthquake Engineering Research Inst., Oakland California.
- Gazzetta Ufficiale n. 55 del 07/03/2006 - Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23 febbraio 2006: Approvazione dei modelli per il rilevamento dei danni, a seguito di eventi calamitosi, ai beni appartenenti al patrimonio culturale.
- Griffith, M.C., Magenes, G., Melis, G., Picchi, G., 2003, Evaluation of out-of-plane stability of unreinforced masonry walls subjected to seismic excitation, *Journal of Earth. Eng.* 7, Special Issue 1, pp. 141-169.
- Housner, G.W., 1952, Spectral Intensities of strong motion earthquakes, *Proc. of the Symposium on Earthquakes and Blast Effects on Structures*. Earth. Eng. Res. Inst.
- Lagomarsino, S., Podestà, S., Cifani, G., Lemme, A., 2004a, The 31<sup>st</sup> October 2002 earthquake in Molise (Italy): a new methodology for the damage and the seismic vulnerability survey of the churches, *XIII WCEE*, Vancouver, Canada.
- Lagomarsino, S., Podestà, S., 2004b, Seismic vulnerability of ancient churches. Part 2: statistical analysis of surveyed data and methods for risk analysis, *Earthquake Spectra*, 20 (2), pp. 395-412.
- Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni (elaborate in concerto dal Dipartimento della Protezione Civile e dal Ministero per i Beni e Attività Culturali, con il parere favorevole del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici), 21 luglio 2006 ([www.bap.beniculturali.it](http://www.bap.beniculturali.it); [www.eucentre.it](http://www.eucentre.it)).
- Ordinanza Presidenza del Consiglio dei Ministri, N° 3431 del 3 maggio 2005: Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri, N° 3274 del 20 marzo 2003.
- Pergalani, F., Petrini, V., Pugliese, A., Sanò, T., 2003a, Seismic microzoning using numerical modelling: the Umbria-Marche earthquake of 26<sup>th</sup> September 1997, in *Numerical analysis and modeling in geomechanics*, ed. John W. Bull, Spon Press Taylor & Francis Group, UK, pp 220-253.
- Pergalani, F., Compagnoni, M., Petrini, V., 2003b, Evaluation of site effects in some localities of "Alta Val Tiberina Umbra" (Italy) by numerical analysis, *Soil Dynamic and Earthquake Engineering*, Elsevier Science, vol. 23, 2, pp 85-105.
- Progetto SAVE, 2005, Strumenti Aggiornati per la Vulnerabilità sismica del patrimonio Edilizio e dei sistemi urbani, INGV-GNDT, <http://gndt.ingv.it> - "Prodotti sviluppati nei progetti coordinati"
- Regione Molise e INGV-GNDT, 2001, Mitigazione del Rischio Sismico dei Centri Storici e degli Edifici di Culto dell'Area del Matese nella Regione Molise, 2001 ([http://gndt.ingv.it/Pubblicazioni/POP\\_Molise/sommario\\_pop\\_Molise.html](http://gndt.ingv.it/Pubblicazioni/POP_Molise/sommario_pop_Molise.html))
- Restrepo-Vélez, L.F., Magenes, G., 2004, Experimental testing in support of a mechanics-based procedure for the seismic risk evaluation of unreinforced masonry buildings, in *Structural Analysis of Historical Constructions* (C. Modena, P.B. Lourenço and P. Roca Eds), *Proc. of IV Int. Seminar SAHC*, Padova, Italy, A.A. Balkema, London (UK), ISBN 04 1536 379 9, Vol. 2, pp. 1079-1089.
- Sabetta, F., Pugliese, A., 1996, Estimation of response spectra and simulation of non stationary earthquake ground motion, *Bull. Seism. Soc. Am.*, vol. 86, N° 2, pp 337-352.



## **6 - EFFETTI LOCALI NEI CENTRI STORICI: LA SCHEDA PER VALUTAZIONI QUALITATIVE SUI SITI DI EDIFICI STRATEGICI E MONUMENTALI<sup>1</sup>**

### **6.1. - INTRODUZIONE**

L'esperienza degli ultimi eventi sismici ha confermato l'importanza che le condizioni morfologiche e litologiche del territorio assumono nella distribuzione del danneggiamento nei centri storici. Pertanto, accanto alla vulnerabilità sismica e alla pericolosità di base del territorio, negli studi sul rischio sismico si deve considerare una pericolosità locale, legata alle specifiche condizioni geomorfologiche dei siti. L'attività svolta si inserisce nell'ambito degli studi finalizzati all'individuazione degli elementi del territorio che determinano i cosiddetti effetti locali a seguito di un evento sismico. In particolare, è stata messa a punto una scheda per la raccolta di informazioni riguardanti i siti di ubicazione di edifici monumentali e strategici presenti all'interno dei centri storici, cioè di edifici di rilievo per le loro caratteristiche d'uso, di frequentazione o per valore storico-artistico (scuole, municipi, ospedali, chiese ecc.).

### **6.2. - RISPOSTA SISMICA LOCALE ED EFFETTI LOCALI**

Con "risposta sismica locale" s'intende la variazione delle caratteristiche che il moto sismico subisce in corrispondenza della superficie terrestre. Lungo il percorso che le onde compiono verso la superficie, si modificano l'ampiezza, la durata e il contenuto in frequenze del moto. Dapprima si verifica una generale attenuazione dell'ampiezza; poi, nei pressi della superficie, si ha una variazione delle caratteristiche del moto in relazione alle condizioni morfologiche e litologiche dei terreni superficiali. Il danno agli edifici riscontrato sarà funzione delle loro caratteristiche tipologico-strutturali. Nel caso in cui tali caratteristiche fossero omogenee, le variazioni nella distribuzione del danneggiamento si potranno imputare agli effetti locali.

Quando si verifica un'amplificazione del moto sismico nel passaggio tra terreni a diverso comportamento dinamico, si parla di "effetto litologico", che schematicamente può essere attribuito alla distribuzione sul territorio e in profondità del substrato e della copertura. Il substrato non modifica sostanzialmente l'ampiezza del moto sismico, la copertura invece può farlo in misura diversa in funzione delle sue caratteristiche geometriche e meccaniche.

Quando si verificano focalizzazioni dei raggi sismici a causa di irregolarità morfologiche, si parla di "effetto topografico".

Nel caso in cui il passaggio delle onde sismiche avvenga in terreni granulari saturi d'acqua, potranno determinarsi fenomeni di liquefazione, con perdita della capacità portante del terreno.

Infine, se le onde sismiche investono un pendio con terreni in condizioni prossime all'equilibrio limite, si possono generare o riattivare fenomeni franosi.

E' evidente che i vari effetti locali possono in alcuni casi coesistere.

### **6.3. - LA SCHEDA PROPOSTA**

Per valutare in modo qualitativo la possibilità che in un sito possano svilupparsi effetti locali è necessario poter disporre di informazioni riguardanti la natura, la giacitura, l'estensione e lo spessore dei depositi superficiali, la morfologia del suolo e del substrato, la presenza di fenomeni franosi e la posizione della falda freatica.

Accanto agli strumenti schedografici già esistenti per la raccolta di dati tipologico-strutturali per valutazioni di vulnerabilità sismica, viene proposta una nuova scheda speditiva (in allegato) per la raccolta delle informazioni puntuali riguardanti il territorio in cui l'edificio è inserito, che vadano ad integrare i dati di vulnerabilità, e finalizzata alla valutazione qualitativa del possibile insorgere in quel sito di effetti locali.

I vantaggi che la scheda offre sono rappresentati dai bassi costi di rilievo e dai tempi rapidi di utilizzo. Inoltre, per la sua strutturazione è molto semplice da impiegare, consente una sintesi efficace delle informazioni e i dati raccolti su siti diversi sono codificati in modo omogeneo. Infine, le modalità di acquisizione dei dati permettono una riduzione dei fattori soggettivi nel rilievo geologico, agevolando il tecnico in una descrizione standardizzata dei vari elementi.

### **6.4. - LE SEZIONI DELLA SCHEDA**

La scheda si compone di tre sezioni.

La prima permette l'identificazione del sito di ubicazione dell'edificio, agganciandolo al codice Istat comunale. E' evidente che questa parte può essere facilmente modificata, prevedendo ad esempio l'identificazione attraverso coordinate geografiche. E' la sezione che nell'ambito di un data base permette di collegare questa scheda alle altre schede specialistiche rilevate per quell'edificio.

La seconda sezione raccoglie dati litologici, idrogeologici e morfologici.

Viene richiesto in primo luogo di indicare se l'edificio sorge su substrato (ovvero su roccia, materiali granulari cementati o materiali coesivi), oppure se sorge su terreni di copertura, qualora questi superino i due metri di spessore. Nel caso del substrato andrà indicato lo stato di fratturazione in cui si trova, dando una stima dell'eventuale spaziatura dei giunti. Nel caso della

---

<sup>1</sup> A cura di

Giuseppe Di Capua e Silvia Peppoloni : INGV, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Via Nizza 128, Roma.

Floriana Pergalani, DIS, Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Politecnico di Milano, Piazzale Leonardo da Vinci, 32, Milano.

copertura si dovrà indicare la granulometria prevalente del deposito, nonché la posizione presunta del substrato rigido al di sotto di essa.

Si richiede poi di segnalare la presenza di acque superficiali nell'intorno dell'edificio, di sorgenti, di pozzi, e di indicare la loro distanza dall'edificio.

Le informazioni morfologiche richieste riguardano sia il sito puntuale su cui l'edificio sorge, sia il contesto morfologico più ampio nel quale il sito ricade. Viene fornito in entrambi i casi un elenco di "situazioni tipo" in cui l'edificio può trovarsi. Viene richiesta, inoltre, una stima della distanza dell'edificio dalla prima rottura morfologica significativa. Questa informazione è molto importante per l'aumento degli effetti di amplificazione che normalmente si riscontra in vicinanza del ciglio delle scarpate.

Infine, sono presenti i campi di compilazione destinati al rilievo di eventuali processi morfogenetici nell'intorno dell'edificio. Se è presente una frana, andrà indicato il suo stadio di attività e la tipologia secondo la Classificazione delle frane di Varnes (1978). Andrà specificata la modalità in cui la frana interessa l'edificio: se lo interessa direttamente, o se trovandosi a monte o a valle di esso potrebbe investirlo a seguito di una sua riattivazione.

Gli altri processi di denudazione da segnalare, qualora presenti, sono l'erosione fluviale e il dilavamento, in quanto fenomeni comunque destabilizzanti per il sito, sia per il deterioramento delle caratteristiche geotecniche, sia per l'innescò di potenziali instabilità.

Nella terza sezione si raccolgono informazioni a più ampia scala sul territorio in cui l'edificio è inserito. In particolare, si chiede di realizzare due profili morfologici speditivi, ortogonali tra loro e passanti per l'edificio stesso. Inoltre, devono essere inseriti uno stralcio cartografico dell'area, la documentazione fotografica e alcune note esplicative, qualora si disponesse di informazioni aggiuntive rispetto a quelle già richieste nei vari campi previsti.

La scheda è infine corredata di istruzioni per la compilazione e dello schema di classificazione dei movimenti franosi di Varnes, in base al quale il geologo rilevatore dovrà classificare gli eventuali fenomeni franosi che interessano l'edificio. La Carta di Varnes, usando come criterio di classificazione il tipo di materiale coinvolto nel movimento franoso (roccia, detrito o terra), risulta molto semplice da applicare in un rilievo di questo tipo.

## **6.5. - SPERIMENTAZIONE ED IMPIEGHI**

La scheda è stata applicata nell'ambito degli studi condotti sui centri storici dell'area molisana del Matese: è stato così acquisito un ulteriore livello informativo, che ha integrato i dati strutturali sulle chiese e sugli edifici monumentali, raccolti con gli altri strumenti schedografici di tipo ingegneristico. Il risultato finale è stato una migliore caratterizzazione del sistema suolo-edificio.

Le possibilità di impiego della scheda possono rientrare in tutte le fasi connesse ad un evento sismico.

Nella fase di prevenzione questa scheda può affiancarsi alle schede di vulnerabilità sismica nelle campagne di censimento dati, per definire graduatorie dei siti potenzialmente più pericolosi, sui quali organizzare campagne di indagini geognostiche più approfondite. Stabilendo delle priorità, può contribuire alle scelte in materia di allocazione delle risorse in politiche di mitigazione del Rischio sismico.

Durante la fase di emergenza, insieme ai rilievi di agibilità/danno, il rilievo di elementi puntuali del territorio può consentire un primo collegamento tra il tipo di danno e le condizioni geomorfologiche a cui questo potrebbe essere correlato. A più ampia scala il suo impiego può contribuire ad analisi sulla distribuzione del danno.

Nella fase di ricostruzione può concorrere alla pianificazione degli interventi di ripristino strutturale, con la valutazione delle priorità di intervento per l'ottimizzazione delle risorse economiche disponibili.

## **6.6. - OBIETTIVI E SVILUPPI**

Due sono gli obiettivi operativi che vengono proposti. Il primo obiettivo, a breve termine, consiste nell'applicazione sistematica della scheda agli edifici monumentali dei comuni maggiormente colpiti dal terremoto del Molise nel 2002. Le indicazioni che saranno raccolte consentiranno di verificare l'affidabilità dei dati ottenibili, incrociandoli con le informazioni di dettaglio che si renderanno disponibili nel momento in cui termineranno le attività di microzonazione sismica dei centri abitati e con i dati sul danno che sono già stati elaborati. Il secondo obiettivo, a lungo termine, è quello di prevedere l'adozione della scheda nel caso si organizzino campagne di censimento-dati, effettuate a scala regionale o nazionale. Applicazioni di questo tipo potrebbero permettere la creazione di banche dati, con tutti i vantaggi che queste comportano nelle analisi integrate tra dati geologici, geofisici ed ingegneristici.

I possibili sviluppi per questo nuovo strumento schedografico saranno messi a punto partendo da due considerazioni: 1) la scheda permette al momento di raccogliere soltanto dati di tipo qualitativo; 2) sul territorio, specie a livello comunale, sono disponibili dati numerici, derivanti da indagini geotecniche e geofisiche, che è necessario raccogliere ed organizzare per il loro inserimento in banche dati.

Pertanto, non appena effettuata la sperimentazione nei comuni molisani, sarà realizzata una scheda di 2° livello, sull'esempio fornito dalle schede di vulnerabilità di 1° e 2° livello GNDT, per una raccolta parametrizzata delle informazioni qualitative e per l'acquisizione "ragionata" dei dati numerici disponibili. Attraverso questa parametrizzazione verrà elaborato un indice pesato di pericolosità locale, per consentire immediati confronti tra siti diversi e per fornire informazioni automatizzate dei possibili effetti locali.

## **6.7. - CONCLUSIONI**

Sulla base dell'esperienza del Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti nella produzione di strumenti schedografici per una raccolta semplificata ed omogenea dei dati tipologico-strutturali finalizzata a valutazioni di vulnerabilità sismica, è stata proposta

una scheda che permette di raccogliere informazioni qualitative sulle caratteristiche geomorfologiche dei siti di ubicazione di edifici strategici e monumentali.

Sono in fase di realizzazione alcuni test di applicazione della scheda nei comuni colpiti dal terremoto del Molise del 2002.

E' inoltre allo studio un'ulteriore fase di sviluppo della scheda per la trasformazione delle informazioni qualitative in parametri numerici, al fine di ottenere un indice pesato di pericolosità sismica locale.

### **Riferimenti bibliografici**

Di Capua G. e Peppoloni S., "Pettoranello del Molise (IS): "Studio di dettaglio finalizzato all'individuazione delle aree soggette a possibili effetti locali", In: *Mitigazione del rischio sismico dei centri storici e degli edifici di culto dell'area del Matese nella regione Molise*. Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (INGV) - Regione Molise, L'Aquila, 2002.

Di Capua G., Peppoloni S e Pergalani F., "Scheda finalizzata all'individuazione delle aree soggette a possibili effetti locali", In: *Mitigazione del rischio sismico dei centri storici e degli edifici di culto dell'area del Matese nella regione Molise*. Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (INGV) - Regione Molise, L'Aquila, 2002.

Faccioli E. (a cura di), "Elementi per una guida alle indagini di microzonazione sismica", *CNR - Quaderni della Ricerca Scientifica*, 114, vol. 7, Roma, 1986.

Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, "Schede di vulnerabilità sismica di 1° e 2° livello", In: *Rischio sismico di edifici pubblici*. Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (CNR), Roma, 1993.

Pergalani F., Romeo R., Luzi L., Petrini V., Pugliese A., Sanò T., "Seismic microzoning of the area struck by Umbria-Marche (central Italy) Ms 5.9 earthquake of the 26 september 1997", *Soil Dynamic and Earthquake Engineering, Elsevier Science*, vol. 18, 4, pp. 279-296, 1999.

Pergalani F., Compagnoni M., Petrini V., "Evaluation of site effects in some localities of "Alta Val Tiberina Umbra" (Italy) by numerical analysis", *Soil Dynamic and Earthquake Engineering, Elsevier Science*, vol. 23, 2, pp 85-105, 2003.

Varnes D. J., (1978), "Slope movements types and processes", In *Schuster R. L. e Krizek R. J. (ed.). "Landslides-Analysis and Control"*, 12-33, National Academy of Sciences and Transportation Research Board, Special report 176.





*Presidente Commissario Delegato  
per le attività post-sisma*



Consiglio Nazionale delle Ricerche  
ISTITUTO PER LE TECNOLOGIE  
DELLA COSTRUZIONE  
SEDE L'AQUILA

*Studio per la vulnerabilità sismica degli edifici pubblici, strategici e di culto nei Comuni  
colpiti dal sisma del 31 ottobre 2002  
Decreto del Commissario delegato n.29 del 6.8.03*

**Linee guida preliminari per gli interventi di riparazione del danno  
e miglioramento sismico per gli edifici di culto e monumentali**

**EDIFICI DI CULTO - PARTE PRIMA**

*Approvate con Decreto del Presidente Commissari Delegato n.26/2004  
Pubblicate sul B.U.R.M. n. 7/2004*

**ALLEGATO 1**

**Coordinamento:**

*C.N.R. ITC. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per le Tecnologie della Costruzione, sede L'Aquila*

**Documento redatto da :**

*Ing. Giandomenico Cifani – CNR-ITC – L'Aquila*

*Ing. Alberto Lemme – collaboratore – CNR-ITC – L'Aquila*

*Arch. Giovanni Cialone – CNR-ITC – L'Aquila*

*Ing. Antonio Martinelli – CNR-ITC – L'Aquila*

**Collaborazione:**

*Prof. Sergio Lagomarsino – DICAT – Università di Genova*

*Ing. Stefano Podestà – DICAT – Università di Genova*

# LINEE GUIDA PRELIMINARI PER GLI INTERVENTI DI RIPARAZIONE DEL DANNO E MIGLIORAMENTO SISMICO PER GLI EDIFICI DI CULTO E MONUMENTALI

## EDIFICI DI CULTO - PARTE PRIMA

### PREMESSA

Le *Linee guida* si applicano agli interventi di ripristino, recupero e restauro con miglioramento sismico, degli edifici di culto e monumentali danneggiati dalla crisi sismica iniziata il 31 ottobre 2002 e soggetti a tutela ai sensi del D.lgs 29.10.99, n.490, Sono da considerare parte integrante delle *Linee guida* le *Istruzioni generali per la redazione dei progetti di restauro dei beni architettonici di valore storico artistico in zona sismica*, redatte dal Comitato Nazionale per la Prevenzione del patrimonio culturale dal rischio sismico ed approvate con alcune prescrizioni ed integrazioni del Consiglio Superiore dei LL.PP. in data 28.11.1997 con voto n.564, riportate nell'allegato testo integrato (**ALLEGATO A**).

Le *Linee guida* sono dirette ai soggetti attuatori ed ai professionisti incaricati e hanno lo scopo di dare indicazioni utili per la predisposizione dei progetti, per l'esecuzione degli interventi di ripristino, recupero e restauro degli edifici di culto e monumentali, nel rispetto del decreto legislativo 29.10.99 n.490, e per il monitoraggio delle fasi attuative.

Le linee guida individuano

- aspetti di carattere *procedurale* per l'attuazione degli interventi, con riferimento alle linee di indirizzo emanate dal Presidente della Regione Commissario Delegato (Decreto n.28 del 6.8.2003 e n.52 del 25.9.2003).
- aspetti di carattere *tecnico* con raccomandazioni e prescrizioni per la valutazione della vulnerabilità, la progettazione e la esecuzione degli interventi di miglioramento sismico.
- indicazioni di carattere *tecnico-economico* per la valutazione dei costi di intervento.

La PARTE PRIMA delle linee guida relativa agli edifici di culto contiene :

- 1) indicazioni procedurali riguardanti la programmazione e le fasi attuative con particolare riferimento agli interventi previsti nel primo programma stralcio degli edifici di culto finanziato nell'anno 2003;
- 2) contenuti del progetto preliminare semplificato.

### 1. PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI E FASI ATTUATIVE

All'interno della programmazione generale degli edifici di culto e monumentali, il programma relativo agli edifici di culto è *predisposto dal Commissario Delegato, sentite le Diocesi* sulla base dei *Progetti Preliminari Semplificati*, come di seguito definiti, e della previsione dei costi contenuta nel *Rilevo del danno al patrimonio monumentale* effettuato dal *Gruppo di Lavoro della Funzione Salvaguardia Beni Culturali* (art.9 O.C.D. n.13/2003).

Il fabbisogno economico associato al programma degli interventi potrà essere modificato sulla base delle risultanze dei *Progetti Preliminari Semplificati* e della stima dei costi effettuata nell'ambito dello studio di *Studio per la vulnerabilità sismica degli edifici pubblici, strategici e di culto nei Comuni colpiti dal sisma del 31 ottobre 2002* (Decreto del Commissario delegato n.29 del 6.8.03).

Il programma generale degli interventi sarà attuato mediante piani stralcio sulla base dei fondi disponibili.

Per il 2003 il Commissario Delegato, sentite le Diocesi, ha approvato un primo programma straordinario sugli edifici di culto danneggiati dall'evento sismico del 31 ottobre 2002 per la esecuzione di *interventi di riparazione del danno, miglioramento sismico, eventuale ripristino degli impianti finalizzato* alla riapertura al culto nel minor tempo possibile e al *recupero della funzionalità totale o parziale degli edifici di culto ubicati nei Comuni colpiti dal sisma che attualmente non dispongono di una chiesa agibile o abbiano un edificio di culto agibile ma puntellato* (Decreto CD n. 85 del 25 novembre 2003 - Concessione contributi al fine della riapertura al culto delle Chiese).

Il Commissario Delegato, per l'attuazione del programma degli interventi, relativo agli edifici di culto e monumentali, può avvalersi della struttura commissariale e del supporto di una Commissione tecnica, con compiti di programmazione e consulenza tecnico-amministrativa.

Nello spirito delle linee di indirizzo fornite dal CTS, le attività connesse con gli interventi sugli edifici di culto danneggiati dal sisma sono articolati per fasi secondo gli schemi di seguito riportati.

La tempistica riportata nella **TABELLA 1** fa riferimento al piano straordinario relativo agli edifici di culto danneggiati dal sisma del 31 ottobre 2002 di cui al *Decreto n. 85 del 25 novembre 2003 - Concessione contributi al fine della riapertura al culto delle Chiese*.

La tempistica riportata nella **TABELLA 2** fa riferimento agli altri edifici di culto danneggiati dal sisma del 31 ottobre 2002.

**TABELLA 1**

<b>n.</b>	<b>FASI</b>	<b>SOGGETTI COINVOLTI</b>	<b>CONTENUTI E OBIETTIVI</b>	<b>TEMPI</b>
1	Piano straordinario relativo agli edifici di culto danneggiati dal sisma del 31 ottobre 2002	Commissario Delegato	Decreto n.85 del 25 novembre 2003	
2	Progetti Preliminari Semplificati (PPS)	Soggetti attuatori (art.9 dell'O.C. n.13/03)	I PPS sono redatti sulla base delle linee di indirizzo generale del CTS e delle Linee guida per gli edifici di culto - Parte prima	Entro il 15 marzo 2004
3	Istruttoria dei Progetti Preliminari Semplificati	struttura commissariale con il supporto della Soprintendenza BAP-PSAD del Molise	Verifica contenuti PPS e indicazioni e/o prescrizioni per la redazione dei Progetti Esecutivi	Entro 30 giorni dalla presentazione dei PPS
4	Progetti Esecutivi (PE)	Soggetti attuatori (art.9 dell'O.C. n.13/03)	I PE sono redatti sulla base delle linee di indirizzo generale del CTS e delle Linee guida per gli di culto-parte seconda	Entro 60 giorni dalla presentazione dei PPS
5	Approvazione Progetti Esecutivi	a - Istruttoria formale effettuata dalla struttura commissariale con il supporto della Sop. Arch. BAP-PSAD del Molise  b - Approvazione da parte della Conferenza dei servizi		Entro 30 gg dalla presentazione dei PE
6	Inizio dei lavori	Soggetti attuatori (art.9 dell'O.C. n.13/03)		Entro 60 giorni dalla approvazione dei PE

**TABELLA 2**

<b>n.</b>	<b>FASI</b>	<b>SOGGETTI COINVOLTI</b>	<b>CONTENUTI E OBIETTIVI</b>	<b>TEMPI</b>
1	Progetti Preliminari Semplificati (PPS)	Soggetti attuatori (art.9 dell'O.C. n.13/03)	I PPS sono redatti sulla base delle linee di indirizzo generale del CTS e delle Linee guida per gli di culto-parte prima	Entro il 15 marzo 2004
2	Stima del fabbisogno economico complessivo degli interventi	Struttura commissariale e Soprintendenza regionale con il supporto del CNR DAST UOIG	Stima del fabbisogno economico complessivo degli interventi	Entro 30 giorni dalla presentazione del PPS
3	Piano generale per gli interventi	Commissario Delegato	Piano generale per gli interventi contenente la relativa stima del fabbisogno economico	
4	Piani stralcio	Commissario Delegato	Individuazione degli edifici finanziati (in base ai finanziamenti disponibili)	
5	Istruttoria dei PPS	struttura commissariale con il supporto della Soprintendenza BAP-PSAD del Molise	Verifica contenuti progetto preliminare semplificato e indicazioni e/o prescrizioni per la redazione del progetto esecutivo	Entro 30 giorni dalla approvazione del piano stralcio
6	Progetti Esecutivi (PE)	Soggetti attuatori (art.9 dell'O.C.D. n.13/03)	I PE sono redatti sulla base delle linee di indirizzo generale del CTS e delle Linee guida per gli edifici di culto-parte II	Entro 60 giorni dalla formale concessione del finanziamento
7	Approvazione PE	a - Istruttoria formale effettuata dalla struttura commissariale con il supporto della Sop. Arch. BAP-PSAD del Molise  b - Approvazione da parte della Conferenza dei servizi		Entro 30 gg dalla presentazione dei PE
8	Inizio dei lavori	Soggetti attuatori (art.9 dell'O.C. n.13/03)		Entro 60 giorni dalla approvazione dei PE

## 2. CONTENUTI DEL PROGETTO PRELIMINARE SEMPLIFICATO

Alla luce della Nota del Presidente della Regione Commissario Delegato n. 3150 del 10.10.2003 il *Progetto Preliminare Semplificato* nel caso di edifici di culto va riferito al singolo edificio e trattato quindi direttamente come PES o singolo SOTTOPROGETTO all'interno di un PEU.

Si danno per acquisite le operazioni di cui alla Tabella 3.1 (di cui alle linee guida del CTS parte seconda) relative alla identificazione e analisi del PEU nel suo complesso.

Relativamente all' edificio di culto individuato come PES o singolo SOTTOPROGETTO all'interno di un PEU il *Progetto Preliminare Semplificato* consiste in:

	Contenuti	Finalità	Elaborati
a	<i>Inquadramento Storico e analisi storico critica</i>	<i>Ricostruire e documentare lo sviluppo storico dell'organismo per individuare eventuali discontinuità strutturali e riferire a differenti epoche storiche le diverse porzioni e le caratteristiche costruttive</i>	<i>Relazione storica con riferimenti al repertorio fotografico</i>
b	<i>Descrizione della tipologia strutturale</i>	<i>Descrivere le diverse tipologie di strutture verticali ed orizzontali, le caratteristiche degli apparecchi murari, la presenza di elementi di collegamento strutturale con altri corpi di fabbrica, ove presenti</i>	<i>Relazione descrittiva dei punti b), c) e d), con individuazione sul rilievo degli elementi significativi rilevati e con riferimento al repertorio fotografico</i>
c	<i>Descrizione materiali</i>	<i>Identificare i materiali edili presenti con particolare attenzione a quelli strutturali originari e/o di sostituzione, per darne una caratterizzazione utile alla definizione del progetto preliminare</i>	
d	<i>Interazioni tra gli impianti e la struttura</i>	<i>Valutare situazioni di discontinuità e di indebolimento locale o diffuso o di aumento delle masse, determinati dalla presenza degli impianti (idrico-sanitari, termici e di condizionamento, elettrici...) per i quali si specifica ubicazione e tipologia</i>	
e	<i>Definizione del quadro diagnostico generale</i>	<i>Definire i livelli di degrado dei materiali e di dissesto delle strutture e le relative cause, anche non legate direttamente al sisma, che li hanno determinati, nonché i meccanismi di danneggiamento e collasso attivati o attivabili da futuri eventi</i>	
f	<i>Documentazione fotografica dello stato attuale e, ove è possibile dello stato pregresso</i>	<i>Documentare lo stato pre-intervento (post-sisma e, ove è possibile, lo stato pre-sisma, degli elementi di cui ai punti precedenti da a) a e)</i>	<i>Repertorio fotografico dei prospetti, dei dettagli significativi, dei danni principali, con la loro ubicazione sul rilievo</i>
h	<i>Definizione dei criteri generali e delle tipologie di intervento</i>	<i>Garantire un approccio coerente all'obiettivo del progetto</i>	<i>Relazione sui criteri di intervento e le relative motivazioni da adottare nella successiva compilazione dei progetti esecutivi, con descrizione delle principali tipologie di intervento, attraverso rappresentazioni grafiche anche schematiche sulla base delle Linee guida degli edifici di culto – Parte prima</i>
l	<i>Stima del contributo</i>	<i>Stima dei costi di massima degli interventi di riparazione del danno, miglioramento sismico, eventuale ripristino degli impianti finalizzati al recupero della completa funzionalità dell'edificio anche con riferimento al recupero dei beni mobili.</i>	<i>Il preventivo sommario, effettuato sulla base del prezzario vigente della Regione Molise, dovrà essere integrato da una analisi costi benefici riferita al miglioramento sismico conseguito tenendo conto, nelle linee generali, della stima dei costi di cui all'art. 9 della OCD 13/03.</i>

Ai fini della elaborazione del *Progetto Preliminare Semplificato* si fa inoltre riferimento alle *Direttive per la redazione ed esecuzione di progetti di restauro comprendenti interventi di miglioramento e manutenzione nei complessi architettonici di valore storico-artistico in zona sismica* (approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, con integrazioni e specificazioni nella seduta del 28/11/1997, prot. 564) (**ALLEGATO A**) con particolare riguardo al *punto C3 lettera a) Progetto preliminare*.

<sup>1</sup> Disponibile su [www.regione.molise.it](http://www.regione.molise.it) - SIS servizio informativo sisma – edilizia monumentale

In relazione ai contenuti sopra definiti si forniscono le seguenti ulteriori indicazioni:

**a) - Analisi storico critica (ALLEGATO A punto 2.1)** - deve consentire la comprensione dell'organismo inteso nella sua unità architettonica e strutturale originaria, fornendo altresì indicazioni sulle modifiche e trasformazioni e/o alterazioni avvenute in esso nel tempo con particolare riferimento a quelle dipendenti da eventi sismici storici. Strumenti primari per l'analisi storico critica sono il rilievo e la diagnostica.

Il rilievo (ALLEGATO A punto 2.2), basato su elaborati grafici (in scala non inferiore 1:100) e fotografici con relazione esplicativa consiste in:

- analisi nel dettaglio delle modalità con cui le varie parti strutturali partecipano al comportamento d'insieme dell'organismo, tenendo altresì conto dello stato di degrado presente;
- individuazione delle condizioni di collasso della struttura già realizzatesi o potenziali, nel piano o fuori del piano; per quelle già realizzatesi distinguere quelle storiche da quelle dovute all'ultimo evento sismico;
- rilievo completo del quadro fessurativo ed individuazione dei meccanismi che lo hanno determinato;
- descrizione dei beni di carattere storico artistico fissi e mobili contenuti nell'edificio, ed individuazione dei danni subiti o potenziali;
- rilievo fotografico di corredo.

La diagnostica (ALLEGATO A punto 2.3) deve definire un programma di indagini per la conoscenza dei parametri meccanici delle strutture, dei parametri meccanici e fisico chimici dei materiali presenti nonché della natura e consistenza degli apparati decorativi fissi e mobili. A tal fine si farà anche riferimento allo svolgimento delle analisi necessarie per i settori di indagine indicati nell'ALLEGATO A;

**b-c) - Descrizione della tipologia strutturale e descrizione dei materiali** : identificare per ogni tipologia di strutture verticali ed orizzontali gli elementi costitutivi, la posa in opera degli elementi, la sezione trasversale, la presenza e lo stato di conservazione dell'eventuale intonaco e il collegamento con le altre parti della struttura. Integrare la descrizione con una rappresentazione grafica e fotografica con la Scheda murature.<sup>1</sup>

**d) - Interazioni tra gli impianti e la struttura** : nel caso specifico degli edifici di culto occorre valutare le eventuali discontinuità strutturali presenti tra le diverse parti della fabbrica (macroelementi), le eventuali interazioni con corpi di fabbrica adiacenti, la interazione con gli apparati decorativi e i beni storico-artistici di grande massa, con gli apparati campanari e gli eventuali impianti tecnici.

**e) - Definizione del quadro diagnostico generale** : consiste nella individuazione del comportamento strutturale del manufatto e nell'analisi del degrado e dei dissesti (ALLEGATO A punto 2.4) da redigere con l'ausilio della metodologia associata alla Scheda chiese di II livello (ALLEGATI C1, C2, C3) attraverso una lettura delle caratteristiche tipologiche e costruttive della fabbrica per ogni meccanismo di collasso attivato e/o attivabile contenente

- una descrizione sintetica del meccanismo;
- il livello di danneggiamento attuale e pregresso graduato sui cinque livelli della scala EMS 98<sup>2</sup>;
- una descrizione dei presidi antisismici e degli indicatori di vulnerabilità, con un giudizio della loro efficacia, al fine di valutare il livello di vulnerabilità locale e globale della struttura e il suo comportamento alle azioni sismiche attese, siano esse orizzontali che verticali, da mettere in relazione anche ad eventuali amplificazioni locali di natura morfologica e geologica.

**f) - Documentazione fotografica dello stato attuale e, ove possibile, dello stato pregresso** : riportare sul rilievo geometrico (cfr. punto a) lo stato attuale con indicazione dei punti di scatto delle foto. La documentazione fotografica dovrà illustrare il corpo di fabbrica nel suo insieme, per porzioni strutturali significative (macroelementi) e di dettaglio oltre alla rappresentazione del quadro fessurativo rilevato.

**h) Definizione dei criteri generali e delle tipologie di intervento** : gli interventi riguardati la riparazione del danno, il miglioramento sismico e l'eventuale ripristino degli impianti dovranno essere progettati nel rispetto delle raccomandazioni di cui all'ALLEGATO A<sup>3</sup> e dei principi di economicità, conservazione del valore storico-artistico del bene, rispetto delle regole dell'arte

<sup>1</sup> <http://regione.molise.it/web/grm/sis.nsf/sis.html> - allegato 5\_scheda murature\_pdf

<sup>2</sup> Scala EMS 98 (European Macroseismic Scale)

Livello	Descrizione del danno strutturale
0	Nessun danno:
1	Danno trascurabile o lieve: danno lieve o moderato in alcuni meccanismi
2	Danno medio: danno moderato in molti meccanismi, con uno o due meccanismi attivati a livello medio
3	Danno grave: molti meccanismi attivati a livello medio, con alcuni meccanismi a livello grave
4	Danno molto grave: danno grave in molti meccanismi, con possibile crollo di alcuni elementi della chiesa
5	Crollo: oltre 2/3 presentano un livello di danno corrispondente al crollo

<sup>3</sup> ALLEGATO A ISTRUZIONI GENERALI PER LA REDAZIONE DEI PROGETTI DI RESTAURO DEI BENI ARCHITETTONICI DI VALORE STORICO ARTISTICO IN ZONA SISMICA, redatte dal Comitato Nazionale per la Prevenzione del patrimonio culturale dal rischio sismico

adottate al momento della costruzione dell'edificio e reversibilità nel tempo degli interventi, per quanto possibile. Per la scelta degli interventi risulta di fondamentale importanza la lezione dei passati terremoti e l'osservazione del danneggiamento nei singoli meccanismi di collasso individuati con le metodologie di cui alla scheda chiese di II livello. Tale metodologia costituisce una guida oltre che per la individuazione dei meccanismi di collasso anche per la valutazione della efficacia dei presidi sismici presenti, in particolare quelli di recente esecuzione, e degli indicatori di vulnerabilità; tale analisi risulta particolarmente utile per indirizzare la progettazione degli interventi di miglioramento sismico.

**l) Stima del contributo :** Dovrà essere effettuata attraverso la redazione di un preventivo sommario contenente tutti gli interventi necessari alla riparazione del danno, al miglioramento sismico, al recupero definitivo anche dei beni mobili e all'eventuale ripristino degli impianti finalizzati al recupero della completa funzionalità dell'edificio. Tale preventivo sommario sarà effettuato avendo come riferimento i prezzi contenuti nel prezzario della Regione Molise vigente e dovrà essere integrato da una analisi costi-benefici riferita al miglioramento sismico conseguito con l'intervento previsto. Tale analisi, avendo come riferimento l'analisi per meccanismi di collasso, dovrà valutare, tra le possibili soluzioni tecniche di intervento, quelle che consentono di ottenere il miglioramento sismico maggiore nel rispetto dei principi di cui al precedente punto h). Si dovrà inoltre, nelle linee generali, tenere conto della stima dei costi di cui all'art. 9 della OCD 13/03.

**Modalità di presentazione dei Progetti Preliminari Semplificati :** I PPS dovranno essere presentati in triplice copia ai Comuni, su supporto cartaceo e informatico (CD); entro cinque giorni due copie dovranno essere inviate dal Comune alla Struttura Commissariale presso il COM di Larino.

*Per gli edifici di culto non si applicano le limitazioni relative alle soglie di danno di al punto 4 della direttiva parte II del CTS, fermo restando che l'accesso ai finanziamenti è comunque subordinato alla presenza di danni conseguenti agli eventi sismici del 31 ottobre 2002.*





*Presidente Commissario Delegato  
per le attività post-sisma*



Consiglio Nazionale delle Ricerche  
ISTITUTO PER LE TECNOLOGIE  
DELLA COSTRUZIONE  
SEDE L'AQUILA

*Studio per la vulnerabilità sismica degli edifici pubblici, strategici e di culto nei Comuni  
colpiti dal sisma del 31 ottobre 2002  
Decreto del Commissario delegato n.29 del 6.8.03*

**Linee guida per gli interventi di riparazione del danno  
e miglioramento sismico per gli edifici di culto e monumentali**

**EDIFICI DI CULTO - PARTE SECONDA**

*Progetto Esecutivo*

*Approvate con Decreto del Presidente Commissari Delegato n.70/2004*

*Pubblicate sul B.U.R.M. n.1 7/2004*

**ALLEGATO 2**

**Coordinamento:**

*C.N.R. ITC. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per le Tecnologie della Costruzione, sede L'Aquila*

**Documento redatto da:**

*Ing. Giandomenico Cifani – CNR-ITC – L'Aquila*

*Ing. Alberto Lemme – collaboratore – CNR-ITC*

*Ing. Stefano Podestà – DICAT – Università di Genova*

**Collaborazione:**

*Arch. Giovanni Cialone – CNR-ITC – L'Aquila*

*Ing. Antonio Martinelli – CNR-ITC – L'Aquila*

*Arch. Fioravante Vignone – Soprintendenza per i Beni Architettonici BAP-PSAD del Molise*

**Supervisione scientifica:**

*Prof. Ing. Sergio Lagomarsino – DICAT – Università di Genova*

# LINEE GUIDA PER GLI INTERVENTI DI RIPARAZIONE DEL DANNO E MIGLIORAMENTO SISMICO PER GLI EDIFICI DI CULTO E MONUMENTALI

## EDIFICI DI CULTO - PARTE SECONDA

### PREMESSA

Le *Linee guida* si applicano agli interventi di ripristino, recupero e restauro con miglioramento sismico, degli edifici di culto e monumentali danneggiati dalla crisi sismica iniziata il 31 ottobre 2002 e soggetti a tutela ai sensi del D.lgs 29.10.99, n.490, e del D.L. 22.05.2004 (*Codice dei beni culturali e del paesaggio...*).

Sono da considerare parte integrante delle *Linee guida* le *Istruzioni generali per la redazione dei progetti di restauro dei beni architettonici di valore storico artistico in zona sismica*, redatte dal Comitato Nazionale per la Prevenzione del patrimonio culturale dal rischio sismico ed approvate con alcune prescrizioni ed integrazioni del Consiglio Superiore dei LL.PP. in data 28.11.1997 con voto n.564 (*riportate nelle Linee Guida – Parte prima Allegato A4*).

Le *Linee guida* sono dirette ai soggetti attuatori ed ai professionisti incaricati con lo scopo di dare indicazioni utili per la predisposizione dei progetti, per l'esecuzione degli interventi di ripristino, recupero e restauro degli edifici di culto e monumentali, nel rispetto del decreto legislativo 29.10.99 n.490 e, costituiscono anche strumento per il monitoraggio delle fasi attuative.

### 1 - PROGRAMMA GENERALE DEGLI INTERVENTI

Il Programma Generale degli interventi per gli edifici di culto è *predisposto dal Commissario Delegato, sentite le Diocesi* sulla base dei *Progetti Preliminari Semplificati* e della previsione dei costi contenuta nel *Rilevo del danno al patrimonio monumentale* effettuato dal *Gruppo di Lavoro della Funzione Salvaguardia Beni Culturali* (art.9 O.C.D. n.13/2003). Il Programma generale degli interventi sarà attuato mediante piani stralcio sulla base dei fondi disponibili.

La stima del fabbisogno economico complessivo degli interventi è aggiornata dalla struttura Commissariale, con il supporto del CNR\_DAST\_UOIG, sulla base dei PPS, delle risultanze del *Rilevo del danno al patrimonio monumentale* effettuato dal *Gruppo di Lavoro della Funzione Salvaguardia Beni Culturali* (art.9 O.C.D. n.13/2003) e dello *Studio sulla vulnerabilità sismica delle chiese* predisposto dallo stesso CNR-DAST-UOIG.

Il Commissario Delegato, per l'attuazione del programma degli interventi, relativo agli edifici di culto e monumentali, può avvalersi della *struttura commissariale* e del supporto di una *Commissione tecnica*, con compiti di programmazione e consulenza tecnico-amministrativa.

### 2 - ASPETTI PROCEDURALI

L'istruttoria dei PPS – Progetti Preliminari Semplificati e dei PE Progetti Esecutivi è effettuata da un *Gruppo Tecnico* nominato dal Commissario delegato, comprendente, tra gli altri, tecnici della struttura commissariale, funzionari delle Soprintendenze competenti e funzionari della Regione.

#### PPS - Progetti Preliminari Semplificati

- L'istruttoria dei Progetti Preliminari Semplificati riguarderà la verifica della completezza della documentazione e dei contenuti di cui al Punto 2 delle Linee Guida – Parte Prima e potrà fornire indicazioni e/o prescrizioni per la redazione dei progetti esecutivi semplificati anche sulla base dello studio di vulnerabilità effettuato dal CNR-DAST-UOIG.

#### PE – Progetti Esecutivi

- I PE Progetti Esecutivi, devono essere presentati in 7 copie su supporto cartaceo e 1 copia su supporto informatico (CD) alla struttura commissariale presso il COM di Larino.
- L'istruttoria dei Progetti Esecutivi verrà effettuata secondo i criteri di cui *dall'art.18 della O.C.D. n.13 del 27 maggio 2003* e sulla base delle *Linee Guida per gli edifici di culto – parte seconda*.
- Il progetto così istruito viene trasmesso per la definitiva approvazione alla Conferenza dei Servizi per i Beni Culturali presieduta dal Commissario delegato (o suo delegato) e dallo stesso convocata.

La Conferenza dei servizi si avvarrà di un segretario scelto tra i dipendenti della Struttura Commissariale.

Si applicano inoltre, per quanto compatibili, le disposizioni contenute nell'art.18 della richiamata ordinanza del Commissario delegato n.13 del 27 maggio 2003

Si riporta la tempistica coordinata e aggiornata contenente l'iter procedurale per l'attuazione degli interventi.

**TAB.1 – Edifici di culto già finanziati nel piano straordinario 2003**

	<b>FASI</b>	<b>SOGGETTI COINVOLTI</b>	<b>CONTENUTI E OBIETTIVI</b>	<b>TEMPI</b>
1	Progetti Preliminari Semplificati (PPS)	Soggetti attuatori (art.9 dell'O.C. n.13/03)	I PPS sono redatti sulla base delle linee di indirizzo generale del CTS e delle Linee guida per gli di culto-parte prima	Entro 30 gg. Dal Decreto del Commissario Delegato di approvazione delle presenti Linee guida (parte seconda).
2	Istruttoria dei PPS	struttura commissariale con il supporto della Soprintendenza BAP-PSAD del Molise e del CNR	Verifica contenuti progetto preliminare semplificato e indicazioni e/o prescrizioni per la redazione del progetto esecutivo	Entro 30 giorni dalla presentazione dei PPS
6	Progetti Esecutivi (PE)	Soggetti attuatori (art.9 dell'O.C.D. n.13/03)	I PE sono redatti sulla base delle linee di indirizzo generale del CTS e delle Linee guida per gli edifici di culto-parte II	Entro 60 giorni dalla presentazione dei PPS
7	Approvazione PE	a - Istruttoria formale effettuata dalla struttura commissariale con il supporto della Sop. Arch. BAP-PSAD del Molise e del CNR b - Approvazione da parte della Conferenza dei servizi		Entro 30 gg dalla presentazione dei PE
8	Inizio dei lavori	Soggetti attuatori (art.9 dell'O.C. n.13/03)		Entro 60 giorni dalla approvazione dei PE

**TAB.2 – Altri edifici di culto**

	<b>FASI</b>	<b>SOGGETTI COINVOLTI</b>	<b>CONTENUTI E OBIETTIVI</b>	<b>TEMPI</b>
1	Progetti Preliminari Semplificati (PPS)	Soggetti attuatori (art.9 dell'O.C. n.13/03)	I PPS sono redatti sulla base delle linee di indirizzo generale del CTS e delle Linee guida per gli di culto-parte prima	Entro la scadenza stabilita dal Commissario Delegato per la presentazione dei PPS
2	Stima del fabbisogno economico complessivo degli interventi	Struttura commissariale e Soprintendenza regionale con il supporto del CNR	Stima del fabbisogno economico complessivo degli interventi	Entro 30 giorni dalla presentazione del PPS
3	Piano generale per gli interventi	Commissario Delegato con il supporto della Commissione tecnica per la programmazione degli interventi	Piano generale per gli interventi contenente la relativa stima del fabbisogno economico	
4	Piani stralcio		Individuazione degli edifici da finanziare in base ai finanziamenti disponibili	
5	Istruttoria dei PPS	struttura commissariale con il supporto della Soprintendenza BAP-PSAD del Molise e del CNR	Verifica contenuti progetto preliminare semplificato e indicazioni e/o prescrizioni per la redazione del progetto esecutivo	Entro 30 giorni dalla approvazione del piano stralcio
6	Progetti Esecutivi (PE)	Soggetti attuatori (art.9 dell'O.C.D. n.13/03)	I PE sono redatti sulla base delle linee di indirizzo generale del CTS e delle Linee guida per gli edifici di culto-parte II	Entro 60 giorni dalla formale concessione del finanziamento
7	Approvazione PE	a - Istruttoria formale effettuata dalla struttura commissariale con il supporto della Sop. Arch. BAP-PSAD del Molise e del CNR b - Approvazione da parte della Conferenza dei servizi		Entro 30 gg dalla presentazione dei PE
8	Inizio dei lavori	Soggetti attuatori (art.9 dell'O.C. n.13/03)		Entro 60 giorni dalla approvazione dei PE

### 3 - CONTENUTI DEL PROGETTO ESECUTIVO SEMPLIFICATO

Il PS -Progetto Esecutivo definisce in modo compiuto le tecniche e le tecnologie di intervento; prescrive le modalità esecutive, precisa tutti gli apporti disciplinari afferenti; definisce le relazioni interdisciplinari rispondenti alla più aggiornata evoluzione scientifica ed all'importanza storico-artistica dell'opera; elabora una conoscenza compiuta dello stato di fatto e delinea le ipotesi preliminari di intervento con particolare riguardo ai possibili conflitti tra le esigenze di tutela e le condizioni ambientali quali microclima, fruizione, pubblica incolumità e sicurezza.

Prevede quindi fasi, tipi e metodi di intervento, priorità, operazioni tecniche necessarie, redazione del computo metrico estimativo, modalità esecutive delle operazioni tecniche da eseguire, indica i controlli da effettuare in cantiere e definisce le eventuali sperimentazioni preliminari da realizzare in cantiere nel corso della prima fase dei lavori.

Deve avvalersi, ove motivatamente necessario, di nuovi approfondimenti di indagine a completamento delle indagini e delle ricerche svolte precedentemente. Ove richiesto da fenomeni in atto o dalla complessità degli interventi previsti si dovrà prevedere il monitoraggio in corso d'opera e, per situazioni e casi particolari, anche ad intervento compiuto.

Sono inoltre richiesti nel PE le specifiche degli impianti tecnici atti a consentire l'impiego delle tecnologie più aggiornate predisposte in modo da garantire senza stravolgimento, il corretto inserimento di detti impianti nella organizzazione tipologica e morfologica del bene architettonico di valore storico-artistico.

Elaborati del Progetto Esecutivo – P.E.	
1	Relazione generale e quadro delle conoscenze
2	Analisi storico critica
3	Rilievo geometrico dei manufatti
4	Diagnosi sul campo e in laboratorio
5	Analisi dello stato di fatto e del comportamento strutturale con indicazione dei danni
6	Documentazione fotografica
7	Relazione geologica e geotecnica
8	Relazioni tecniche specialistiche e sugli impianti tecnologici
9	Analisi dello stato di intervento
10	Calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti
11	Elenco prezzi unitari ed eventuali analisi
12	Computo metrico estimativo
13	Schema di contratto, Capitolato speciale d'appalto e Quadro dell'incidenza percentuale della quantità di manodopera per le diverse categorie di cui si compone il lavoro
14	Piano di sicurezza e di coordinamento
15	Cronoprogramma

#### SPECIFICHE DEGLI ELABORATI DEL PROGETTO ESECUTIVO - PE

##### 1) - Relazione generale e quadro delle conoscenze

La relazione generale descrive i criteri utilizzati per le scelte progettuali esecutive, per i particolari costruttivi e per il conseguimento e la verifica dei prescritti livelli di sicurezza e qualitativi.

In particolare la relazione generale individua e descrive il *quadro delle conoscenze* che consiste in una prima lettura dello stato esistente e nella indicazione delle tipologie di indagine che si ritengono appropriate e necessarie per la conoscenza del manufatto e del suo contesto storico e ambientale; fornisce indicazioni sulle tipologie di intervento previste indicando gli obiettivi e le finalità dello stesso progetto e definisce il piano delle indagini e ricerche previste per la conoscenza del bene architettonico che comprendono : l'analisi storico critica, il rilievo dei manufatti, la diagnostica sul campo ed in laboratorio, la individuazione del comportamento strutturale ed analisi del degrado e dei dissesti e la relazione programmatica.

##### 2) - Analisi storico critica

L'Analisi storico critica deve consentire la comprensione dell'organismo inteso nella sua unità architettonica e strutturale anche attraverso la conoscenza delle modifiche (ampliamenti, trasformazioni e/o alterazioni) avvenute nel tempo con particolare riferimento a quelle dipendenti da eventi sismici storici.

La conoscenza delle fasi costruttive e delle trasformazioni che il manufatto ha subito nel corso dei secoli appare di prioritaria importanza per la valutazione del comportamento sismico della struttura. In tale ottica, dovrà essere condotta una scrupolosa analisi storico critica, attraverso la lettura dei documenti di archivio disponibili (Archivio parrocchiale, Archivio di Stato, Archivio delle Soprintendenze competenti, ecc.) con particolare riferimento alle trasformazioni strutturali dell'opera architettonica. La possibilità di reperire, ove possibile, documentazione di progetto storica (fonti iconografiche, tavole di progetto storiche, schizzi, ecc.) dovrà essere attentamente investigato, anche attraverso il supporto di tecnici specializzati (storici dell'arte, ecc.). Particolare cura dovrà essere, inoltre, profusa nell'acquisizione delle trasformazioni più recenti che il manufatto ha subito, con particolare attenzione a interventi non compatibili con le caratteristiche tipologiche, costruttive e storico-architettoniche.

Strumenti primari per l'analisi storico critica sono il rilievo e la diagnostica (cfr. *Linee Guida – Parte prima*).

##### 3) - Rilievo geometrico dei manufatti

L'irregolarità di tali strutture, rispetto alle ordinarie costruzioni in muratura, determina l'esigenza di effettuare tale fondamentale operazione con notevole precisione, tale da poter apprezzare le irregolarità che caratterizzano tali manufatti.

Il rilievo geometrico dei manufatti su grafici (in scala non inferiore 1:100) comprende i seguenti elaborati :

- pianta delle fondazioni (ove possibile);
- pianta di tutti i livelli di calpestio;
- pianta del sottotetto;

- pianta della copertura;
- rappresentazione dei prospetti esterni;
- rappresentazione dei prospetti interni;
- sezioni trasversali e longitudinali in numero adeguato alla rappresentazione dell'edificio;
- particolari costruttivi dello stato di fatto con indicazione della sezione muraria e degli apparati tecnologici strutturali e storico artistici presenti;
- rappresentazione su pianta e sezione (in scala non superiore a 1:100) delle fasi di accrescimento del manufatto con individuazione delle differenti epoche di costruzione.

Inoltre si suggerisce di rilevare per i diversi elementi strutturali:

- per le pareti: rastremazioni piano altimetriche; eventuali nicchie, cavità;
- per le volte: spessore in chiave e all'imposta, profilo intradossale, rilievo della centina, nel caso di volte in canniccio o in camorcanna;
- per i solai: orditura principale e secondaria, stratigrafia del manto di pavimentazione;
- per la copertura: tipologia ed orditura principale e secondaria;
- per le scale: la tipologia, ove presenti - p.e. all'interno della torre campanaria;
- l'individuazione di eventuali ulteriori carichi gravanti su ogni elemento di parete (statue, guglie, ecc.).

#### **4) - Diagnosi sul campo e in laboratorio**

Rientra tra le operazioni necessarie ai fini della conoscenza del corpo di fabbrica per la valutazione della vulnerabilità, della sicurezza sismica e della progettazione esecutiva degli interventi.

Deve consentire di individuare un programma di indagini per la conoscenza dei parametri meccanici delle strutture, dei parametri meccanici e fisico chimici dei materiali presenti nonché della natura e consistenza degli apparati decorativi fissi e mobili. Per conseguire tale obiettivo occorre tenere presente quanto previsto nell'Allegato A1 delle presenti *Linee guida* (cfr. *Allegato A1 - Indagini per la caratterizzazione degli edifici monumentali in muratura*).

#### **5) - Analisi dello stato di fatto e del comportamento strutturale con indicazione dei danni**

L'analisi dello stato di fatto e del comportamento strutturale, contenente l'indicazione dei danni, svolta sia in forma descrittiva che con il supporto di rappresentazioni grafiche e fotografiche, prevede :

- di identificare per ogni tipologia di strutture verticali ed orizzontali gli elementi costitutivi, la posa in opera degli elementi, la sezione trasversale, la presenza e lo stato di conservazione dell'eventuale intonaco e il collegamento con le altre parti della struttura;
- di valutare le eventuali discontinuità strutturali presenti tra le diverse parti della fabbrica (macroelementi), le eventuali interazioni con corpi di fabbrica adiacenti, la interazione con gli apparati decorativi e i beni storico-artistici di grande massa, con gli apparati campanari e gli eventuali impianti tecnici;
- di fornire un'analisi di dettaglio delle modalità con cui le varie parti strutturali partecipano al comportamento d'insieme dell'organismo, tenendo altresì conto dello stato di degrado presente;
- l'individuazione delle condizioni di collasso della struttura già realizzatesi o potenziali, nel piano o fuori del piano; per quelle già realizzatesi distinguere quelle *storiche* da quelle dovute all'ultimo evento sismico;
- il rilievo completo del quadro fessurativo e l'individuazione dei meccanismi che lo hanno determinato riportato sul rilievo geometrico (in scala non inferiore a 1:100);
- la descrizione dei beni di carattere storico artistico fissi e mobili contenuti nell'edificio e, l'individuazione dei danni subiti o potenziali.
- l'individuazione di fattori di degrado quali umidità, infestazioni biologiche e danni di natura chimico-fisica ai materiali di costruzione.
- l'individuazione dei dettagli costruttivi che caratterizzano il singolo manufatto, in funzione delle indagini diagnostiche, (cfr. *Allegato A1 - Indagini per la caratterizzazione degli edifici monumentali in muratura*).
  - o la tipologia della muratura (a un paramento, a due o più paramenti, con o senza collegamenti trasversali...) e, sue caratteristiche costruttive (eseguita in mattoni o in pietra, regolare, irregolare...);
  - o nel caso della presenza di solai piani, la qualità del collegamento tra gli orizzontamenti e le pareti verticali (presenza di cordoli di piano o di altri dispositivi di collegamento);
  - o nel caso di volte strutturali, la presenza di catene (tipologia, ancoraggio con la muratura), la presenza di eventuali frenelli o di arconi di irrigidimento (emergenti estradossalmente o all'intradosso), la presenza di cappe armate o di altro dispositivo di irrigidimento;
  - o nel caso di volte non strutturali (canniccio o in camorcanna): la tipologia della centina, la presenza di eventuali tiranti (puntoni) di collegamento tra la centina e la copertura;
  - o l'esistenza di architravi strutturalmente efficienti al di sopra delle aperture;
  - o presenza di elementi, anche non strutturali, ad elevata vulnerabilità (statue guglie, ecc.).

L'analisi potrà essere valutata attraverso un percorso logico che, partendo dal rilievo del danno e della tipologia costruttiva, consente di effettuare anche la scelta e la verifica degli interventi di miglioramento sismico.

Si illustra per punti il percorso suggerito:

- riconoscimento delle caratteristiche tipologiche del corpo di fabbrica svolto con il rilievo geometrico e l'analisi storico critica del manufatto;
- individuazione delle caratteristiche dei materiali da valutare con le indagini sul campo e in laboratorio illustrate al precedente punto 4);

- rilievo del danno da effettuare sulla base del rilievo del quadro fessurativo e della documentazione fotografica con l'obiettivo di individuare l'entità e la causalità del danno, graduato con la scala EMS 98 (cfr. *Linee guida – parte prima*), per i principali meccanismi di collasso che risultano essere stati attivati dalla crisi sismica;
- rilievo delle carenze costruttive del corpo di fabbrica: consiste nel riconoscere e nel valutare l'efficacia dei presidi sismici e degli indicatori di vulnerabilità presenti per i meccanismi di collasso attivabili a seguito di un evento sismico in relazione alle caratteristiche tipologiche e ai dettagli costruttivi rilevati per l'edificio e la formulazione di un giudizio di sintesi sulla vulnerabilità del corpo di fabbrica.
- scelta degli interventi di miglioramento sismico tenendo conto dell'efficacia dei presidi sismici e degli indicatori di vulnerabilità.

#### **6) - Documentazione fotografica**

Riportare sul rilievo geometrico (in scala non inferiore a 1:100) lo stato attuale con indicazione dei punti di scatto delle foto. La documentazione fotografica dovrà illustrare il corpo di fabbrica nel suo insieme, per porzioni strutturali significative (macroelementi) e di dettaglio oltre alla rappresentazione del quadro fessurativo rilevato.

#### **7) - Relazione geologica e geotecnica**

Redatte sulla base dei risultati della microzonazione sismica ovvero sulla base delle linee guida per la stessa microzonazione e/o di dati disponibili. Obiettivo principale è quello di caratterizzare il suolo di fondazione in base alle classi previste dalla O.M.3274/2003.

#### **8) - Relazioni tecniche specialistiche sugli impianti tecnologici (L.109/94 e DPR 21/12/1999 n.554 art. 37)**

Le relazioni tecniche specialistiche sviluppano in dettaglio gli aspetti inerenti alla eventuale esecuzione e alla manutenzione degli impianti tecnologici e delle eventuali sistemazioni esterne

#### **9) - Analisi dello stato di intervento**

Per analisi dello stato di intervento si intende la descrizione del manufatto ad intervento eseguito in relazione sia agli aspetti statici che quelli funzionali.

L'analisi dello stato di intervento comprende:

- la definizione dei criteri generali e delle tipologie di intervento
- la descrizione degli interventi di miglioramento sismico occorrenti per la mitigazione della vulnerabilità rilevata, con illustrazione delle tecniche di intervento;
- la valutazione della riduzione della vulnerabilità ad intervento eseguito.
- la descrizione degli interventi per l'eliminazione delle cause di danno chimico-fisico e/o biologico degli apparati artistici e di finitura.

Gli interventi riguardanti la riparazione del danno, il miglioramento sismico e l'eventuale ripristino degli impianti dovranno essere progettati nel rispetto dei principi di *economicità*, *conservazione del valore storico-artistico del bene*, *conservazione delle regole dell'arte* adottate al momento della costruzione dell'edificio e reversibilità nel tempo degli interventi.

Per la scelta degli interventi risulta di fondamentale importanza la lezione dei passati terremoti e l'osservazione del danneggiamento nei singoli meccanismi di collasso individuati con le metodologie di cui alla *Scheda chiese di II livello*.

Per conseguire tale obiettivo occorre tenere presente quanto previsto dalla vigente normativa e dall'*Allegato B - Analisi delle principali tecniche di intervento* contenente una analisi dettagliata delle principali tecniche di intervento e per ognuna delle quali vengono esaminati i "principi di funzionamento di base, i campi di applicazione, le modalità di applicazione della tecnica, gli accorgimenti, le varianti e i limiti delle stesse applicazioni.

#### **Criteria generali di intervento :**

- consolidamento delle murature di scadente qualità;
- miglioramento dei collegamenti tra le strutture verticali e le strutture orizzontali;
- eliminazione di spinte non contrastate nelle coperture e nelle strutture ad arco;
- miglioramento della regolarità in pianta ed in elevazione e eventuale eliminazione e/o riduzione di interazioni con altri corpi di fabbrica;
- mitigazione degli effetti indotti da strutture rigide e pesanti di recente esecuzione (cemento armato) anche attraverso la loro demolizione;
- esecuzione di rinforzi localizzati con l'accortezza di non ridurre la duttilità della struttura;
- eliminazione delle cause di danno alle componenti artistiche e di finitura.

#### **Principi generali per la scelta degli interventi**

##### *Economicità*

L'economicità dell'intervento va valutata tra le possibili soluzioni di intervento a parità di efficacia del miglioramento sismico conseguibile. Ad esempio nel caso di ribaltamento di una parete tra gli interventi possibili (collegamento della facciata alle pareti laterali con due o più catene, miglioramento del collegamento dei cantonali alle pareti laterali, cerchiatura con profili in acciaio o FRP, ecc.) devono essere scelti quelli che consentono di ottenere il miglioramento sismico più efficace al minor costo (valutazione costi/benefici).

##### *Conservazione del valore storico artistico del bene e della regola dell'arte*

Il rilievo del danno alle chiese a seguito dei recenti terremoti ha evidenziato come molti interventi strutturali hanno accentuato il danno sismico alle strutture non assolvendo alla funzione per la quale erano stati progettati. Tra questi, in maggior misura, vi sono

alcuni interventi moderni a base di calcestruzzo armato (cordoli pesanti , solai di copertura in c.a., cappe sulle volte, consolidamenti indiscriminati a base di cemento, perforazioni armate...) che hanno sostituito i materiali originali modificando, quindi, il bene architettonico nella sua concezione originaria impoverendolo sul piano del valore storico e nel mancato rispetto delle regole dell'arte. Nel passato le costruzioni venivano realizzate facendo tesoro dell'esperienza acquisita dalle costruzioni esistenti, tradotta in regole dell'arte nella maggior parte dei casi non scritte. I manufatti storici in muratura, specie se a carattere monumentale sono, generalmente realizzati dalle migliori maestranze con materiali di buona qualità e presentano in genere un adeguato livello di sicurezza alle azioni ordinarie ed un'elevata durabilità; la loro presenza è già di per sé una testimonianza d'efficienza statica. I materiali adottati, naturali (pietra, legno) o artificiali (malte, laterizi), in alcuni casi migliorano addirittura nel tempo le loro caratteristiche meccaniche (malte di calce pozzolanica, legno) purché adeguatamente protetti attraverso una continua manutenzione (intonaco, manto di copertura, condizioni idrogeologiche in fondazione). L'evento sismico può costituire una sorta di collaudo ma, rappresenta anche un parziale azzeramento della storia sismica; inoltre, in molti casi, si è di fronte a fabbriche che non hanno mai subito l'intensità massima attesa per il sito e quindi per molti edifici manca un vero collaudo. Esistono ovviamente regole dell'arte specificatamente rivolte a cautelarsi da tale azione: la buona qualità degli ammorsamenti, l'uso d'architravi d'adeguata rigidità, la realizzazione di un comportamento scatolare tramite catene e cerchiature, l'inserimento di contrafforti a contrasto dei meccanismi di ribaltamento sono alcuni esempi di soluzioni tecnologiche frequentemente adottate nelle aree a maggior rischio sismico. In molti centri storici, infatti, è possibile individuare accorgimenti costruttivi, tutti risalenti allo stesso periodo storico, in genere immediatamente successivo ad un evento traumatico, messi in opera per attuare una sorta di miglioramento sismico durante gli interventi di riparazione dei danni. Per le strutture murarie è importante anche la reversibilità dell'intervento che consente di conservare la scomposizione e lo smontaggio di molte parti strutturali senza compromettere il resto della struttura. Appare invece evidente quanto sia difficile se non impossibile rimuovere una cappa in calcestruzzo al di sopra di una volta o sostituire una copertura in cemento armato sopra una chiesa se non introducendo azioni traumatiche e non sopportabili dal monumento. Si richiamano a tale proposito le *Operazioni tecniche di intervento* contenute nella *Direttiva per la redazione ed esecuzione di progetti di restauro comprendenti interventi di miglioramento sismico e manutenzione nei complessi architettonici di valore storico-artistico in zona sismica*<sup>1</sup>.

#### **10) - Verifiche strutturali dei manufatti e verifiche degli impianti**

Le verifiche delle strutture e degli impianti sono accompagnate da una relazione illustrativa dei criteri e delle modalità di calcolo che ne consentano un'agevole lettura e verificabilità. Il progetto dell'eventuale intervento strutturale comprende:

- gli elaborati grafici di insieme e gli elaborati grafici di dettaglio contenenti l'individuazione di tutti gli elementi tipologici e dimensionali atti a consentirne l'esecuzione;
- la relazione di calcolo contenente l'indicazione delle norme di riferimento, la specifica della qualità e delle caratteristiche meccaniche dei materiali, le verifiche atte a dimostrare quantitativamente il livello di protezione conseguito a seguito dell'intervento e le modalità di esecuzione dell'intervento qualora necessario.

Per gli aspetti strutturali e i criteri di verifica si rimanda all'*Allegato A3- Riferimenti normativi e criteri di verifica*.

#### **11) - Elenco prezzi unitari ed eventuali analisi**

I prezzi saranno desunti dal prezzario in vigore della Regione Molise; nel caso di voci non contenute nel citato prezzario potranno essere effettuate analisi con riferimento ai prezzi di materiali e manodopera di mercato.

#### **12) - Computo metrico estimativo**

La redazione del computo metrico estimativo dovrà contenere tutti gli interventi necessari alla riparazione del danno, al miglioramento sismico, al recupero definitivo, anche dei beni mobili e all'eventuale ripristino degli impianti finalizzati al recupero della completa funzionalità dell'edificio, nei limiti delle somme disponibili. Ai fini della elaborazione del *Progetto Esecutivo* si considerano parte integrante delle presenti *Linee guida* gli ALLEGATI e le *Direttive per la redazione ed esecuzione di progetti di restauro comprendenti interventi di miglioramento e manutenzione nei complessi architettonici di valore storico-artistico in zona sismica* (approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, con integrazioni e specificazioni nella seduta del 28/11/1997, prot. 564) (in *Linee Guida – Edifici di culto – Parte prima -Allegato A*).

---

<sup>1</sup> *Direttive per la redazione ed esecuzione di progetti di restauro comprendenti interventi di miglioramento e manutenzione nei complessi architettonici di valore storico-artistico in zona sismica* (approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, con integrazioni e specificazioni nella seduta del 28/11/1997, prot. 564) (cfr. *Linee Guida – Parte prima – Allegato A*)



*Presidente Commissario Delegato  
per le attività post-sisma*



Consiglio Nazionale delle Ricerche  
ISTITUTO PER LE TECNOLOGIE  
DELLA COSTRUZIONE  
SEDE L'AQUILA

*Studio per la vulnerabilità sismica degli edifici pubblici, strategici e di culto nei Comuni  
colpiti dal sisma del 31 ottobre 2002  
Decreto del Commissario delegato n.29 del 6.8.03*

**Linee guida preliminari per gli interventi di riparazione del danno  
e miglioramento sismico per gli edifici di culto e monumentali**

**PARTE PRIMA**

**ALLEGATO 3**

**ESEMPIO DI COMPILAZIONE DELLA  
SCHEDA CHIESE DI SECONDO LIVELLO PER LA VALUTAZIONE  
DEL DANNO E DELLA VULNERABILITA'**

**CHIESA DI S. PIETRO IN VINCOLI  
COMUNE DI CASTELLINO DEL BIFERNO (CB)**



**Riferimento verticale**

Data	15/01/2003	N° progressivo	04	N° Scheda:	122
Bene Complesso	<input type="checkbox"/>	Bene individuo	<input type="checkbox"/>	Comune: CASTELLINO DEL BIFERNO (CB)	
Denominazione bene: CHIESA S.PIETRO IN VINCOLI					

**Condizioni d'uso**

Quotidiano	<input checked="" type="checkbox"/>	Settimanale	<input type="checkbox"/>	Saltuario	<input type="checkbox"/>	Abbandonata	<input type="checkbox"/>	Affollamento	<input checked="" type="checkbox"/>
------------	-------------------------------------	-------------	--------------------------	-----------	--------------------------	-------------	--------------------------	--------------	-------------------------------------

**Posizione**

Isolata	<input type="checkbox"/>	In aggregato	<input type="checkbox"/>
Corpi bassi	<input checked="" type="checkbox"/>	Estremità o angolo	<input type="checkbox"/>

**Stato di manutenzione generale**

Pessimo	<input type="checkbox"/>	Scadente	<input type="checkbox"/>
Discreto	<input checked="" type="checkbox"/>	Buono	<input type="checkbox"/>

**DATI TIPOLOGICI E DIMENSIONALI**

Una navata	<input type="checkbox"/>	Due navate	<input type="checkbox"/>	Tre navate	<input checked="" type="checkbox"/>	Più navate	<input type="checkbox"/>	Centrale	<input type="checkbox"/>
------------	--------------------------	------------	--------------------------	------------	-------------------------------------	------------	--------------------------	----------	--------------------------

**Aula:**

navata centrale	1° navata laterale dx/sx	2° navata laterale dx/sx	pianta centrale
largh. 8,00m × lung. 16,00m altezza max: 13,00m n° campate: 3 <input checked="" type="checkbox"/> paraste <input checked="" type="checkbox"/> colonne <input type="checkbox"/> contrafforti esterni volte: <input checked="" type="checkbox"/> a botte <input type="checkbox"/> a crociera <input type="checkbox"/> a padiglione <input type="checkbox"/> a vela <input type="checkbox"/> cupola presenza di lunette <input checked="" type="checkbox"/> strutturali: <input checked="" type="checkbox"/> si - <input type="checkbox"/> non so quota imposta volta: 9,00m catene/cuciture: <input type="checkbox"/> n° catene trasversali: ____	matroneo: <input type="checkbox"/> largh. 4,30m × lung. 16m altezza max: 10m n° colonne/pilastrini: 2 <input type="checkbox"/> conci lapidei <input checked="" type="checkbox"/> muratura <input type="checkbox"/> monolite dimensioni: 0,80m × 0,80m altezza: 9,00m colleg. con navata centrale: <input checked="" type="checkbox"/> arco <input type="checkbox"/> architrave n° catene archi long.: ____ volte: <input type="checkbox"/> a botte <input type="checkbox"/> a crociera <input type="checkbox"/> a padiglione <input checked="" type="checkbox"/> cupole o vele strutturali: <input checked="" type="checkbox"/> si - <input type="checkbox"/> non so n° catene trasversali: ____	matroneo: <input type="checkbox"/> largh. ____ × lung. ____ altezza max: ____ n° col./pil./setti trasv.: ____ <input type="checkbox"/> conci lapidei <input type="checkbox"/> muratura <input type="checkbox"/> monolite dimensioni: ____ × ____ altezza: ____ colleg. con 1° nav. laterale: <input type="checkbox"/> arco <input type="checkbox"/> architrave n° catene archi long.: ____ volte: <input type="checkbox"/> a botte <input type="checkbox"/> a crociera <input type="checkbox"/> a padiglione <input type="checkbox"/> cupole o vele strutturali: <input type="checkbox"/> si - <input type="checkbox"/> non so n° catene trasversali: ____	largh. ____ × lung. ____ Altezza max: ____ Forma: <input type="checkbox"/> circolare <input type="checkbox"/> quadrata/rettan. <input type="checkbox"/> ellittica <input type="checkbox"/> poligonale <input type="checkbox"/> croce greca n° altari: ____ colonne: <input type="checkbox"/> Volte: <input type="checkbox"/> a crociera <input type="checkbox"/> a padiglione <input type="checkbox"/> a vela <input type="checkbox"/> cupola strutturali: <input type="checkbox"/> si - <input type="checkbox"/> non so quota imposta volta: ____ n° catene: ____
<b>Copertura</b> Ligna <input checked="" type="checkbox"/> c.a./metallica <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> spingente <input type="checkbox"/> parz. sping. <input checked="" type="checkbox"/> non sping. <input checked="" type="checkbox"/> capriate cordoli: <input type="checkbox"/> pilastrini: <input type="checkbox"/> controventi di falda: <input type="checkbox"/> superficie totale: 345mq	<b>Presbiterio</b> <input type="checkbox"/> l. ____ × p. ____ × H ____ <b>Coro:</b> <input type="checkbox"/> l. ____ × p. ____ × H ____ volte strutturali: <input type="checkbox"/> si - <input type="checkbox"/> non so n° catene: ____	<b>Transetto</b> <input checked="" type="checkbox"/> n° navate: 1 largh. 16,60m × lung. 6,00m altezza max: 13,90m volte strutt. <input checked="" type="checkbox"/> si - <input type="checkbox"/> non so n° catene: ____	<b>Cripta</b> <input type="checkbox"/> lar. ____ × lun. ____ × H ____ n° colonne: ____ volte: <input type="checkbox"/> botte <input type="checkbox"/> crociera catene: <input type="checkbox"/> n° catene: ____
<b>Abside principale</b> <input type="checkbox"/> l. ____ × p. ____ × H ____ <b>Absidi secondarie:</b> <input type="checkbox"/> l. ____ × p. ____ × H ____ forma: <b>prin. sec.</b> rettangolare <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> poligonale <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> semicircolare <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> n° aperture: ____ volte strutturali: si <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> non so <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> n° catene interne: ____ catene/cerchiatura <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<b>Campanili</b> <input checked="" type="checkbox"/> n° 1 1 - a 5,00m × b 5,00m × H 20,00m 2 - a ____ × b ____ × H ____ forma: <b>1 2</b> quadrata/rettang. <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> poligonale <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> circolare <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> a vela <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> n° celle camp.: 1 ____ catene/cerchiatura <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> posizione (D/S,A/P) PD ____ Posiz. vela (C/D/S) ____ isolato <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> inserito in pianta <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> est.(muro comune) <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> esterno (adiacente) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> quota stacco: 14m	<b>Cupola</b> <input checked="" type="checkbox"/> diametro: 8,00m <input checked="" type="checkbox"/> circolare <input type="checkbox"/> poligonale strutturale: <input checked="" type="checkbox"/> si - <input type="checkbox"/> non so tiburio: <input type="checkbox"/> tamburo: <input type="checkbox"/> n° aperture: ____ n° cerchiature: ____ <b>Lanterna</b> <input type="checkbox"/> diametro: ____ n° aperture: ____ n° cerchiature: ____ <b>Cappelle</b> <input type="checkbox"/> n° ____ <b>Corpi annessi</b> <input type="checkbox"/> n° ____	<b>Facciata</b> <input checked="" type="checkbox"/> Capanna <input type="checkbox"/> Salienti <input checked="" type="checkbox"/> Rettangolare <input type="checkbox"/> Larghezza: 3,00m Quota colmo: 14,50m Quota gronda: 11,00m Profilo planimetrico Rettangolare <input checked="" type="checkbox"/> Paraste o colonne <input type="checkbox"/> Concavo <input type="checkbox"/> Convesso <input type="checkbox"/> Sommità a vela <input type="checkbox"/> Statue o oggetti <input type="checkbox"/> Nartece o protiro <input type="checkbox"/> Edificio addossato <input type="checkbox"/> N° aperture: 4

## INDICE DI DANNO E VULNERABILITÀ

1 – RIBALTAMENTO DELLA FACCIATA				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di catene longitudinali	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di efficaci elementi di contrasto (contrafforti, corpi addossati, altri edifici)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ammorsamento di buona qualità tra la facciata ed i muri della navata	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di elementi spingenti (puntoni di copertura, volte, archi)	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di grandi aperture nelle pareti laterali in vicinanza del cantonale	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale		Distacco della facciata dalle pareti o evidenti fuori piombo	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	vecchio		Distacco della facciata dalle pareti o evidenti fuori piombo	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

2 - MECCANISMI NELLA SOMMITÀ DELLA FACCIATA				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di collegamenti puntuali con la copertura (travi-catene)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di controventi di falda	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di grandi aperture (rosone o altro)	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di una sommità a vela di grande dimensione e peso	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Cordoli rigidi, trave di colmo in c.a., copertura pesante in c.a.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale		Lesioni inclinate a (taglio) - Lesioni verticali o arcuate – Rotazioni delle capriate	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	vecchio		Lesioni inclinate a (taglio) - Lesioni verticali o arcuate – Rotazioni delle capriate	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

3 - MECCANISMI NEL PIANO DELLA FACCIATA				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di catene in controfacciata	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Contrasto laterale fornito da corpi addossati o facciata inserita in aggregato	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di grandi aperture (anche tamponate)	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Elevata snellezza (rapporto altezza/larghezza)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale		Lesioni inclinate (taglio) – Lesioni verticali o arcuate (rotazione) – Altre fessurazioni o spancamenti	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	vecchio		Lesioni inclinate (taglio) – Lesioni verticali o arcuate (rotazione) – Altre fessurazioni o spancamenti	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

4 – PROTIRO - NARTECE				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>			Peso nella fabbrica ( $\leq 1$ ): ____	
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di catene	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di colonne, pilastri di adeguata rigidezza	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di elementi spingenti (archi, volte)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	attuale		Lesioni nella trabeazione per rotazione delle colonne – Distacco complessivo dalla facciata – Martellamento del protiro – Archi lesionati	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	vecchio		Lesioni nella trabeazione per rotazione delle colonne – Distacco complessivo dalla facciata – Martellamento del protiro – Archi lesionati	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

5 – RISPOSTA TRASVERSALE DELL’AULA				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			Punta di danno massimo (da 0 a 5): 5	
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di paraste o contrafforti esterni	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di corpi annessi adiacenti	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di catene trasversali	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
Vulnerabilità	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di pareti con elevata snellezza	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di volte e archi	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Vulnerabilità	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	attuale		Lesioni negli arconi (con eventuale prosecuzione nella volta) – Rotazioni delle pareti – Lesioni a taglio nelle volte – Fuori piombo e schiacciamento colonne	<input checked="" type="checkbox"/>
Danno	vecchio		Lesioni negli arconi (con eventuale prosecuzione nella volta) – Rotazioni delle pareti – Lesioni a taglio nelle volte – Fuori piombo e schiacciamento colonne	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

6 – MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI LATERALI (RISPOSTA LONGITUDINALE)				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			Punta di danno massimo (da 0 a 5): 4	
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Muratura uniforme (unica fase costruttiva) e di buona qualità	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di buoni architravi nelle aperture	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
Vulnerabilità	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di grandi aperture (anche tamponate), muratura di limitato spessore	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Cordoli in c.a. molto rigidi, copertura pesante in c.a.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	attuale		Lesioni inclinate (singole o incrociate) – Lesioni attraverso discontinuità locali	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	vecchio		Lesioni inclinate (singole o incrociate) – Lesioni attraverso discontinuità locali	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

7 - RISPOSTA LONGITUDINALE DEL COLONNATO NELLE CHIESE A PIÙ NAVATE					
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				Punta di danno massimo (da 0 a 5): 4	
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i>			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Presenza di catene longitudinali			
	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di contrafforti in facciata o di corpi annessi			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		.....			
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Presenza di volte pesanti (navata centrale di inerzia elevata)			
	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Copertura pesante in c.a., cappe armate di significativo spessore nelle volte			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		.....			
Danno	attuale	Lesioni negli archi o negli architravi longitudinali – Schiacciamento e/o lesioni alla base dei pilastri – Lesioni a taglio nelle volte delle navate laterali			<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	vecchio	Lesioni negli archi o negli architravi longitudinali – Schiacciamento e/o lesioni alla base dei pilastri – Lesioni a taglio nelle volte delle navate laterali			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

8 - VOLTE DELLA NAVATA CENTRALE					
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				Punta di danno massimo (da 0 a 5): 5	
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i>			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Presenza di catene in posizione efficace			
	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura			
Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Presenza di lunette di dimensioni considerevoli			<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Volte in foglio, con campate di grande luce				
Danno	attuale	Lesioni nelle volte dell'aula centrale o sconnessioni dagli arconi			<input checked="" type="checkbox"/>
	vecchio	Lesioni nelle volte dell'aula centrale o sconnessioni dagli arconi			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

9 - VOLTE DELLE NAVATE LATERALI					
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				Punta di danno massimo (da 0 a 5): 4	
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i>			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Presenza di catene in posizione efficace			
	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura			
Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Presenza di lunette di dimensioni considerevoli			<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Volte in foglio, con campate di grande luce				
Danno	attuale	Lesioni nelle volte o sconnessioni dagli arconi o dalle pareti laterali			<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	vecchio	Lesioni nelle volte o sconnessioni dagli arconi o dalle pareti laterali			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

10 - RIBALTAMENTO DELLE PARETI DI ESTREMITÀ DEL TRANSETTO								
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				Peso nella fabbrica ( $\leq 1$ ): 1				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>					
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di catene longitudinali	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di efficaci elementi di contrasto (contrafforti, corpi addossati, altri edifici)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Buon collegamento con la copertura (travi-catene, controventi)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ammorsamento di buona qualità tra la parete frontale ed i muri laterali	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>					
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di cordoli rigidi, travi di colmo in c.a., copertura pesante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di grandi aperture nella parete frontale (rosone) o in quelle laterali	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di una sommità a vela di grande dimensione e peso	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Danno	attuale		Distacco della parete frontale dalle pareti laterali o ribaltamenti in sommità	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	vecchio		Distacco della parete frontale dalle pareti laterali o ribaltamenti in sommità	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11 – MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI DEL TRANSETTO								
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				Peso nella fabbrica ( $\leq 1$ ): 1				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>					
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muratura uniforme (unica fase costruttiva) e di buona qualità	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di buoni architravi nelle aperture	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>					
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di cordoli rigidi, copertura pesante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di grandi aperture (anche tamponate), muratura di limitato spessore	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Danno	attuale		Lesioni inclinate (singole o incrociate) – Lesioni attraverso discontinuità locali	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	vecchio		Lesioni inclinate (singole o incrociate) – Lesioni attraverso discontinuità locali	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12 – VOLTE DEL TRANSETTO								
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				Peso ( $\leq 1$ ): 1	Danno max. (0 a 5) 4			
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>					
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di catene in posizione efficace	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>					
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di lunette di dimensioni considerevoli	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Volte in foglio, con campate di grande luce	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Danno	attuale		Lesioni nelle volte o sconessioni degli arconi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	vecchio		Lesioni nelle volte o sconessioni degli arconi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13 – ARCHI TRIONFALI				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pareti di contrasto efficaci (rapporto luce/larghezza aula)	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di catene	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Conci di buona fattura e/o adeguato spessore	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di timpano superiore	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di copertura pesante in c.a.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cupola o tiburio	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale		Lesione nell'arco, scorrimento di conci – Schiacciamento alla base dei piedritti	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	vecchio		Lesione nell'arco, scorrimento di conci – Schiacciamento alla base dei piedritti	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

14 – CUPOLA - TAMBURO/TIBURIO				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza cerchiatura esterna, anche a più livelli	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza nel tamburo di contrafforti esterni o paraste	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cupola direttamente impostata sugli archi trionfali (assenza del tamburo)	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di copertura pesante in c.a.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di grandi aperture nel tamburo	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale		Lesioni nella cupola (ad arco) con eventuale prosecuzione nel tamburo	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	vecchio		Lesioni nella cupola (ad arco) con eventuale prosecuzione nel tamburo	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

15 – LANTERNA				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza cerchiatura esterna	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di paraste o contrafforti	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dimensioni contenute rispetto a quelle della cupola	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lanterna di elevata snellezza, con grandi aperture e piccoli pilastri	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale		Lesioni nel cupolino della lanterna – Rotazioni dei piedritti	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	vecchio		Lesioni nel cupolino della lanterna – Rotazioni dei piedritti	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

16 – RIBALTAMENTO DELL'ABSIDE					
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>					
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i>			
		Presenza di cerchiatura (semicircolare e poligonale) o catene (rettangolare)			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Presenza di efficaci elementi di contrasto (contrafforti, corpi addossati, altri edifici)			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Presenza di copertura controventata, non spingente			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	.....				<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>			
		Presenza di forte indebolimento per la presenza di aperture nelle pareti			<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Presenza di volte spingenti			<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Cordoli rigidi, copertura pesante, puntoni di falda in c.a.			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
.....				<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Danno	attuale	Lesioni verticali o arcuate nelle pareti dell'abside			<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	vecchio	Lesioni verticali o arcuate nelle pareti dell'abside			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

17 – MECCANISMI DI TAGLIO NEL PRESBITERIO O NELL'ABSIDE					
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>					
Vulnerabilità	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i>			
		Muratura uniforme (unica fase costruttiva) e di buona qualità			<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Presenza di buoni architravi nelle aperture			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili)			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	.....				<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>			
		Presenza di cordoli rigidi, copertura pesante			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Presenza di grandi aperture (anche tamponate), muratura di limitato spessore			<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
.....			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
Danno	attuale	Lesioni inclinate (singole o incrociate) – Lesioni attraverso discontinuità locali			<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	vecchio	Lesioni inclinate (singole o incrociate) – Lesioni attraverso discontinuità locali			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

18 – VOLTE DEL PRESBITERIO O DELL'ABSIDE					
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Punta di danno massimo (da 0 a 5): 4					
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i>			
		Presenza di catene in posizione efficace			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		.....			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		.....			
	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>			
		Presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Presenza di lunette di dimensioni considerevoli			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Volte in foglio, con campate di grande luce			<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
.....				<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Danno	attuale	Lesioni nelle volte o sconnessioni degli arconi			<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	vecchio	Lesioni nelle volte o sconnessioni degli arconi			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

19 – MECCANISMI NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA - PARETI LATERALI DELL'AULA					
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				Punta di danno massimo (da 0 a 5): 4	
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i>		
			Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			Presenza di collegamento puntuale delle travi alla muratura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			Presenza di controventi di falda (tavolato incrociato o tiranti metallici)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			Presenza di buone connessioni tra gli elementi di orditura della copertura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Si <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>			
		Presenza di copertura staticamente spingente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Presenza di cordoli rigidi, copertura pesante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Danno	attuale		Lesioni vicine alle teste delle travi lignee, scorrimento delle stesse – Sconnessioni tra i cordoli e muratura – Movimenti significativi del manto – Sconnessioni e movimenti tra gli elementi di orditura principale	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	vecchio		Lesioni vicine alle teste delle travi lignee, scorrimento delle stesse – Sconnessioni tra i cordoli e muratura – Movimenti significativi del manto – Sconnessioni e movimenti tra gli elementi di orditura principale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

20 – MECCANISMI NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA – TRANSETTO					
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				Peso nella fabbrica ( $\leq 1$ ): 1	
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i>		
			Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			Presenza di collegamento puntuale delle travi alla muratura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			Presenza di controventi di falda (tavolato incrociato o tiranti metallici)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			Presenza di connessioni tra gli elementi di orditura della copertura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Si <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>			
		Presenza di copertura staticamente spingente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Presenza di cordoli rigidi, copertura pesante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Danno	attuale		Lesioni vicine alle teste delle travi lignee, scorrimento delle stesse – Sconnessioni tra i cordoli e muratura – Movimenti significativi del manto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	vecchio		Lesioni vicine alle teste delle travi lignee, scorrimento delle stesse – Sconnessioni tra i cordoli e muratura – Movimenti significativi del manto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

21 – MECCANISMI NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA – ABISDE E PRESBITERIO					
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>					
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i>		
			Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			Presenza di collegamento puntuale delle travi alla muratura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			Presenza di controventi di falda (tavolato incrociato o tiranti metallici)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			Presenza di connessioni tra gli elementi di orditura della copertura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Si <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>			
		Presenza di copertura staticamente spingente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Presenza di cordoli rigidi, copertura pesante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Danno	attuale		Lesioni vicine alle teste delle travi lignee, scorrimento delle stesse – Sconnessioni tra i cordoli e muratura – Movimenti significativi del manto – Sconnessioni e movimenti tra gli elementi di orditura principale	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	vecchio		Lesioni vicine alle teste delle travi lignee, scorrimento delle stesse – Sconnessioni tra i cordoli e muratura – Movimenti significativi del manto – Sconnessioni e movimenti tra gli elementi di orditura principale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

22 - RIBALTAMENTO DELLE CAPPELLE				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>			Peso ( $\leq 1$ ): ____	Danno max. (0 a 5) __
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di efficaci elementi di contrasto (contrafforti, edifici addossati)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cerchiatura o incatenamento	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ammorsamento di buona qualità tra la parete frontale ed i muri laterali	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di forte indebolimento per la presenza di aperture nelle pareti	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale	Distacco della parete frontale dalle pareti laterali		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	vecchio	Distacco della parete frontale dalle pareti laterali		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

23 – MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI DELLE CAPPELLE				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>			Peso ( $\leq 1$ ): ____	Danno max. (0 a 5) __
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muratura uniforme (unica fase costruttiva) e di buona qualità	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di buoni architravi nelle aperture	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cordoli rigidi, copertura pesante	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di grandi aperture (anche tamponate), muratura di limitato spessore	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale	Lesioni inclinate (singole o incrociate) – Lesioni attraverso discontinuità locali		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	vecchio	Lesioni inclinate (singole o incrociate) – Lesioni attraverso discontinuità locali		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

24 – VOLTE DELLE CAPPELLE				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>			Peso ( $\leq 1$ ): ____	Danno max. (0 a 5) __
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di catene in posizione efficace	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di lunette di dimensioni considerevoli	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Volte in foglio, con campate di grande luce	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	attuale	Lesioni nelle volte o sconessioni degli arconi		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	vecchio	Lesioni nelle volte o sconessioni degli arconi		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

25 – INTERAZIONI IN PROSSIMITÀ DI IRREGOLARITÀ PLANO-ALTIMETRICHE					
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			Peso nella fabbrica ( $\leq 1$ ): 0,5		
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>		
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di un'adeguata connessione tra le murature di fasi diverse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di catene di collegamento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>		
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di un'elevata differenza di rigidità tra i due corpi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Possibilità di azioni concentrate trasmesse dall'elemento di collegamento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Danno	attuale		Movimento del giunto o lesioni nella muratura per martellamento – Lesioni verticali nel corpo meno rigido – Rotazione nel corpo più alto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	vecchio		Movimento del giunto o lesioni nella muratura per martellamento – Lesioni verticali nel corpo meno rigido – Rotazione nel corpo più alto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

26 - AGGETTI (VELA, GUGLIE, PINNACOLI, STATUE)					
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>			Peso nella fabbrica ( $\leq 1$ ): 0,5		
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di perni di collegamento con la muratura o elementi di ritegno	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Elementi di limitata importanza e dimensione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muratura monolitica (a conci squadriati o comunque di buona qualità)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Elementi di elevata snellezza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Posizione asimmetrica rispetto all'elemento sottostante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Danno	attuale		Evidenza di rotazioni permanenti o scorrimento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	vecchio		Evidenza di rotazioni permanenti o scorrimento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

27 – TORRE CAMPANARIA					
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>					
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>		
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muratura uniforme (unica fase costruttiva) e di buona qualità	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di catene ai diversi ordini	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di adeguata distanza dalle pareti della chiesa (se adiacente)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza buon collegamento con le pareti della chiesa (se inglobata)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>		
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di aperture significative su più livelli	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Vincolo asimmetrico sulle murature alla base (torre inglobata)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Muratura fino a terra solo su alcuni lati (presenza di portico), torre su pilastri murari	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Danno	attuale		Lesioni vicino allo stacco dal corpo della chiesa Lesioni a taglio o scorrimento – Lesioni verticali (espulsione di uno o più angoli)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	vecchio		Lesioni vicino allo stacco dal corpo della chiesa Lesioni a taglio o scorrimento – Lesioni verticali (espulsione di uno o più angoli)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

28 – CELLA CAMPANARIA					
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>					
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>		
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di piedritti tozzi e/o archi di luce ridotta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di catene o cerchiature	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>		
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di copertura pesante o di altre masse significative	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Presenza di copertura spingente	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Danno	attuale	Lesioni negli archi – Rotazioni o scorrimenti dei piedritti			<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	vecchio	Lesioni negli archi – Rotazioni o scorrimenti dei piedritti			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

### DANNO NON SISMICO

<b>A – CEDIMENTI DI FONDAZIONE</b>					<input type="checkbox"/>
danno	Lesioni inclinate a 45°- lesioni verticali con strappi o rotazioni				<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
macroelementi	<input type="checkbox"/> facciata <input type="checkbox"/> pareti laterali <input type="checkbox"/> transetto <input type="checkbox"/> abside/presbiterio <input type="checkbox"/> campanile				
Antico/stabile		Recente/attivo			<input type="checkbox"/>
<b>B – CRISI PER COMPRESSIONE DELLA MURATURA</b>					<input checked="" type="checkbox"/>
danno	Sganciamento del paramento murario- lesioni diffuse sub verticali per schiacciamento				<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
macroelementi	<input type="checkbox"/> facciata <input type="checkbox"/> pareti laterali <input type="checkbox"/> transetto <input type="checkbox"/> abside/presbiterio <input checked="" type="checkbox"/> campanile				
<b>C – ROTAZIONE DI PARETI</b>					<input type="checkbox"/>
danno	Fuori piombo di pareti con spinte statiche delle volte				<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
macroelementi	<input type="checkbox"/> facciata <input type="checkbox"/> pareti laterali <input type="checkbox"/> transetto <input type="checkbox"/> abside/presbiterio <input type="checkbox"/> campanile				
Antico/stabile		Recente/attivo			<input type="checkbox"/>
<b>D – .....</b>					<input type="checkbox"/>
danno	.....				<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
macroelementi	<input type="checkbox"/> facciata <input type="checkbox"/> pareti laterali <input type="checkbox"/> transetto <input type="checkbox"/> abside/presbiterio <input type="checkbox"/> campanile				
Antico/stabile		Recente/attivo			<input type="checkbox"/>

### GIUDIZIO D'AGIBILITA' ( danni preesistenti particolari, recenti interventi di consolidamento, beni da salvaguardare)

<input type="checkbox"/> AGIBILE	<input checked="" type="checkbox"/> INAGIBILE
<input type="checkbox"/> AGIBILE CON PROVVEDIMENTI Segnalare i provvedimenti:	<input type="checkbox"/> INAGIBILE TEMPORANEAMENTE Visita più accurata <input type="checkbox"/> Si consiglia visita di esperti <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> PARZIALMENTE AGIBILE Indicare le parti agibili:	<input type="checkbox"/> INAGIBILE PER CAUSE ESTERNE Indicare le cause esterne:

INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA



**SINTESI SCHEDA**

<b>MECCANISMI ATTIVABILI (0) E ATTIVATI (1-5)</b>		<b>Livello di danno Ems 98</b>		<b>Note</b>
1	M1 Ribaltamento della facciata	4	Molto grave	
2	M2 Sommità della facciata	4	Molto grave	
3	M3 Piano della facciata	2	Medio	
4	M5 Risposta trasversale dell'aula	5	Crollo	
5	M6 Taglio nelle pareti laterali	3	Grave	
6	M7 Risposta longitudinale del colonnato nelle chiese a più navate	4	Molto grave	
7	M8 Volte della navata centrale	5	Crollo	
8	M9 Volte delle navate laterali	4	Molto grave	
9	M10 Ribaltamento delle pareti di estremità del transetto	3	Grave	
10	M11 Meccanismi di taglio nelle pareti del transetto	2	Medio	
11	M12 Volte del transetto	4	Molto grave	
12	M13 Archi trionfali	4	Molto grave	
13	M14 Cupola-Tamburo/Tiburio	4	Molto grave	
14	M16 Ribaltamento dell'abside	4	Molto grave	
15	M17 Taglio nel presbiterio o nell'abside	3	Grave	
16	M18 Volte del presbiterio o dell'abside	4	Molto grave	
17	M19 Elementi di copertura-pareti laterali dell'aula	4	Molto grave	
18	M20 Elementi di copertura – transetto	4	Molto grave	
19	M21 Elementi di copertura-Abside e Presbiterio	4	Molto grave	
20	M25 Interazioni in prossimità di irregolarità plano-altimetriche	3	Grave	
21	M27 Torre campanaria	4	Molto grave	
22	M28 Cella campanaria	4	Grave	
	<b>PRESIDI ANTISISMICI RILEVATI</b>	<b>Meccanismo</b>	<b>Efficacia</b>	
1	Presenza di corpi annessi adiacenti	M5	1	
2	Pareti di contrasto efficaci per gli archi trionfali (rapporto luce/larghezza aula)	M13	1	
3	Presenza di paraste o contrafforti esterni nelle pareti laterali	M5	2	
4	Presenza di un buon collegamento della torre campanaria con le pareti della chiesa (se inglobata)	M27	1	
5	Presenza di piedritti tozzi e/o archi di luce ridotta nella cella campanaria	M28	2	
6	Cupola direttamente impostata sugli archi trionfali (assenza del tamburo)	M14	3	
7	Ammorsamento di buona qualità tra pareti	M1-M10	1	
8	Muratura uniforme (unica fase costruttiva) e di buona qualità nelle pareti del transetto, dell'abside-presbiterio e della torre campanaria	M11-M17-M27	1	
9	Presenza di cerchiatura o catene anche su più ordini nella torre e nella cella campanaria	M27-M28	1	
	<b>VULNERABILITA' RILEVATA</b>	<b>Meccanismo</b>	<b>Efficacia</b>	
1	Presenza di elementi spingenti (puntoni di copertura, volte, archi)	M1	2	
2	Presenza di grandi aperture nella sommità della facciata (rosone o altro)	M2	2	
3	Presenza di grandi aperture (anche tamponate), muratura di limitato spessore nel piano di facciata, nel transetto e nell'abside-presbiterio	M3-M11-M17	2-1-1	
4	Presenza di grandi aperture nelle pareti laterali in vicinanza del cantonale	M1	1	
5	Presenza di forte indebolimento per la presenza di aperture nelle pareti dell'abside	M16	1	
6	Presenza di una sommità a vela di grande dimensione e peso in facciata e nel transetto	M2-M10	2	
7	Presenza di volte e archi	M5	3	
8	Volte in foglio con campate di grande luce nella navata centrale, nel transetto e nell'abside-presbiterio	M8-M12-M18	3-2-3	
9	Presenza di lunette di dimensioni considerevoli nelle volte della navata centrale, delle navate laterali e del transetto	M8-M9-M12	2-1-1	
10	Presenza di cupola	M13	3	
11	Presenza di volte spingenti nell'abside	M16	2	
12	Presenza di un'elevata differenza di rigidità tra i corpi in prossimità di irregolarità plano-altimetriche	M25	1	
13	Possibilità di azioni concentrate trasmesse dall'elemento di collegamento in prossimità di irregolarità plano-altimetriche	M25	1	
14	Presenza di aperture significative su più livelli nella torre campanaria	M27	2	
15	Presenza di copertura pesante o di altre masse significative nella cella campanaria	M28	1	



*Progetto Noè, Patrimonio e prevenzione dai rischi naturali, finanziato dalla Unione Europea nell'ambito del programma comunitario INTERREG III C – Sottoprogetti **Cartodata** e **Cipac***

## **STRUMENTI PER IL RILIEVO DEL DANNO E DELLA VULNERABILITA' SISMICA DEI BENI CULTURALI**

### **PARTE SECONDA : STRUMENTI SCHEDOGRAFICI**





SISMA

EMERGENZA POST-SISMA

**SCHEDA PER L'IDENTIFICAZIONE DEL BENE**

MODELLO A

**A<sub>1</sub>**

Data	__ __ __ __	N° Scheda	__ __	N° Catalogazione	__ __ __	(a cura dell'ufficio)
------	-------------	-----------	-------	------------------	----------	-----------------------

**A<sub>2</sub> – OGGETTO**

Denominazione bene:	_____						
Denominazione storica:	_____						
Datazione: anno	__ __	secolo	__	epoca	__ __ __	Ultima trasformazione	__ __ __
Bene individuo	<input type="checkbox"/>	Bene complesso	<input type="checkbox"/>	Numero beni componenti			__
Tipologia: chiesa	__	palazzo	__	bene archeologico	__	altro	__
Proprietà:	_____				_____		
Utilizzatore:	_____				_____		

**A<sub>3</sub> – DESTINAZIONE D'USO ATTUALE**

Non utilizzato	<input type="checkbox"/>	Museo	<input type="checkbox"/>
Culto	<input type="checkbox"/>	Uffici	<input type="checkbox"/>
Abitazione	<input type="checkbox"/>	Servizi	<input type="checkbox"/>
Turismo	<input type="checkbox"/>	Altro	_____ <input type="checkbox"/>

**A<sub>4</sub> – CARATTERISTICHE DI FRUIZIONE**

Uso pubblico	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Abitazione privata	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
--------------	-----------------------------	-----------------------------	--------------------	-----------------------------	-----------------------------

**A<sub>5</sub> – LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICO AMMINISTRATIVA**

Regione	_____	Istat	__	<b>Indirizzo</b> _____ 1 <input type="radio"/> via _____ 2 <input type="radio"/> corso _____ 3 <input type="radio"/> vicolo _____ 4 <input type="radio"/> piazza _____ 5 <input type="radio"/> località _____ num.civico _____			
Provincia	_____	Istat	__				
Comune	_____	Istat	__ __				
Località	_____						
Sezione censuaria	__ __	N° complesso o aggregato	__ __		N° edificio	__	
Foglio	__	Data	__ __	Particelle	__ __	Sub.	__

**A<sub>6</sub> – COORDINATE UTM**

Quadrante	__	Longitudine Est (x)	__ ° __'	Latitudine Nord(y)	__ ° __'
Letture GPS	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				

**A<sub>7</sub> – CARATTERISTICHE DEL SITO****A<sub>8</sub> – CONTESTO URBANO**

	SI		SI
In piano	<input type="checkbox"/>	Area agricola	<input type="checkbox"/>
Su rilievo / su cresta / su vetta	<input type="checkbox"/>	Area industriale - commerciale	<input type="checkbox"/>
Su riperto	<input type="checkbox"/>	Centro urbano	<input type="checkbox"/>
In pendio / su versante	<input type="checkbox"/>	Periferia urbana	<input type="checkbox"/>
Avvallamento	<input type="checkbox"/>	Altro <input type="checkbox"/>	

**A<sub>9</sub> – INFRASTRUTTURE**

	SI	NO		SI	NO
Accesso pedonale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rete viaria idonea in relazione al rischio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Accesso carrabile	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Parcheggio nelle vicinanze	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Accesso con mezzi pesanti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Spazi aperti a disposizione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Accesso con altezza inferiore a 4 metri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Altro <input type="checkbox"/>		

**A<sub>10</sub> – PRESENZA DI RISCHIO**

	SI	RILEVAZIONE DIRETTA	INFORMAZIONI ACQUISITE
Insedimento minacciato da frana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Insedimento in zona alluvionabile	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Insedimento soggetto a minacce di tipo industriale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Insedimento soggetto ad altre minacce naturali	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**A<sub>11</sub> – PRESENZA DI BENI ARTISTICI FISSI**SI  NO **A<sub>12</sub> – PRESENZA DI BENI ARTISTICI MOBILI**SI  NO **A<sub>13</sub> – DOCUMENTAZIONE SCHEDOGRAFICA ALLEGATA**

	SI	MODELLO SCHEDA	NUMERO IDENTIFICATIVO DELLE SCHEDE COMPILATE
RILIEVO DEL DANNO	<input type="checkbox"/>	B - Palazzi	
	<input type="checkbox"/>	C - Chiese	
	<input type="checkbox"/>	Altro	
RILIEVO DEL DANNO AI BENI CULTURALI	<input type="checkbox"/>	AD - Apparati Decorativi	
	<input type="checkbox"/>	BF – Beni Fissi	
	<input type="checkbox"/>	BM – Beni Fissi	

**A<sub>14</sub> – ALTRA DOCUMENTAZIONE ALLEGATA**SI  NO 

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA BENI STORICO ARTISTICI	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
RILIEVO DELLA TIPOLOGIA DEL MANUFATTO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
RILIEVO MATERICO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
ALTRO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>

**A<sub>15</sub> - COMPILATORE SCHEDA**

Cognome	_____	Nome	_____
Ente/ufficio di appartenenza	_____		
	Fax	E-Mail:	

Firma

Firma

Firma

Firma



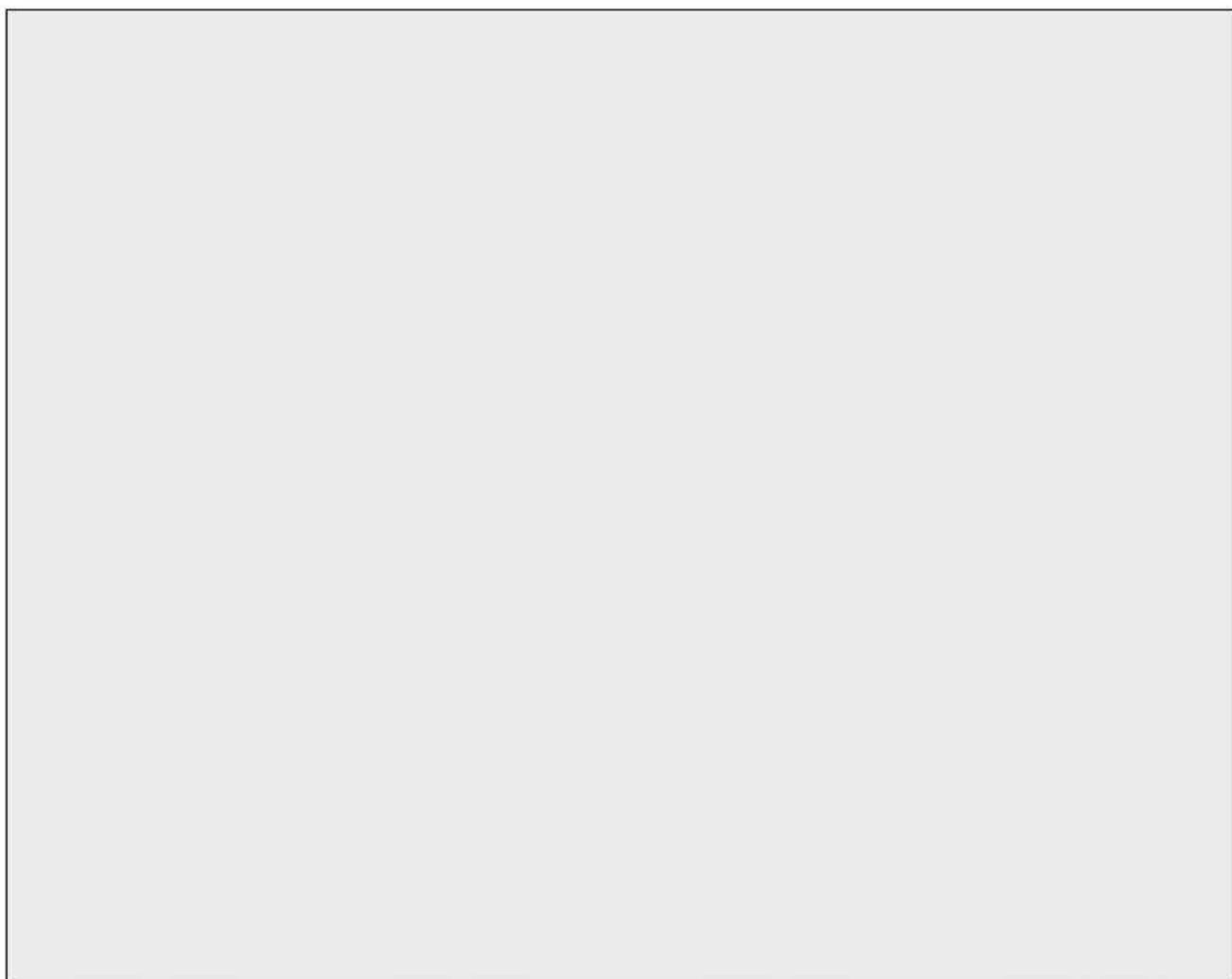




**AD<sub>11</sub> – DESCRIZIONE E STIMA SOMMARIA DEI PROVVEDIMENTI AGLI APPARATIVI DECORATIVI**

<b>AD<sub>11.1</sub></b> - Descrizione opere di protezione in loco	
STIMA DEL COSTO	€    _ _ _ _ _ _ _ _ , _ _
<b>AD<sub>11.2</sub></b> - Descrizione opere di smontaggio e trasferimento dei beni fissi	
STIMA DEL COSTO	€    _ _ _ _ _ _ _ _ , _ _
<b>AD<sub>11.3</sub></b> - Descrizione opere di rimozione e trasferimento	
STIMA DEL COSTO	€    _ _ _ _ _ _ _ _ , _ _
<b>AD<sub>11.4</sub></b> - Descrizione opere di bendaggi e velature	
STIMA DEL COSTO	€    _ _ _ _ _ _ _ _ , _ _
<b>STIMA COMPLESSIVA DEL COSTO OPERE DI PRONTO INTERVENTO</b>	€    _ _ _ _ _ _ _ _ , _ _

**AD<sub>13</sub> - ELABORATI GRAFICI**



**AD<sub>14</sub> - SQUADRA CHE HA ESEGUITO IL RILIEVO**

SISMA	C.O.M.	SQUADRA N.
<i>Componenti della squadra</i>		
Cognome e nome	Qualifica	Ente appartenenza



Presidenza del Consiglio dei Ministri  
DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE



Ministero  
per i Beni e le Attività Culturali

GRUPPO DI LAVORO PER LA SALVAGUARDIA E LA PREVENZIONE DEI BENI CULTURALI DAI RISCHI NATURALI



SISMA

EMERGENZA POST-SISMA

**SCHEDA PER IL RILIEVO DEL DANNO AI BENI CULTURALI – CHIESE**

**MODELLO A – DC**

Prima sezione

**A<sub>1</sub>**

Data	<input type="text"/>	N° progressivo	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	N° Scheda	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
------	---	----------------	--	-----------	---

*(a cura dell'ufficio)*

**A<sub>2</sub> – RIFERIMENTO VERTICALE**

Bene complesso	<input type="radio"/>	Bene individuo	<input type="radio"/>
Denominazione bene complesso: <input type="text"/>			
Numero schede beni componenti <input type="text"/>		Codice livello superiore <input type="text"/>	
Tipologia	<input type="checkbox"/> chiesa <input type="checkbox"/> canonica <input type="checkbox"/> palazzo <input type="checkbox"/> castello <input type="checkbox"/> torre <input type="checkbox"/> bene archeologico <input type="checkbox"/> altro		
Pianta	<input type="radio"/> regolare <input type="radio"/> con cortili <input type="radio"/> ad ali aperte <input type="radio"/> lineare <input type="radio"/> altro <input type="text"/>		

**A<sub>3</sub> – LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICO AMMINISTRATIVA**

Regione <input type="text"/>	Codice Istat comune <input type="text"/>	Indirizzo	<input type="radio"/> via <input type="text"/>
Provincia <input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="radio"/> corso <input type="text"/>
Comune <input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="radio"/> vicolo <input type="text"/>
Località <input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="radio"/> piazza <input type="text"/>
		<input type="radio"/> località <input type="text"/>	num.civico <input type="text"/>
Sezione censuaria <input type="text"/>	N° complesso o aggregato <input type="text"/>	N° edificio <input type="text"/>	
Foglio <input type="text"/>	Data <input type="text"/>	Particelle <input type="text"/>	Sub. <input type="text"/>

**A<sub>4</sub> – COORDINATE UTM**

Quadrante <input type="text"/>	Longitudine Est (x) <input type="text"/> ° <input type="text"/> '	Latitudine Nord(y) <input type="text"/> ° <input type="text"/> '	<input type="radio"/> Lettura GPS
--------------------------------	---	--	-----------------------------------

**A<sub>5</sub> – OGGETTO**

Denominazione bene:	<input type="text"/>		
Denominazione storica:	<input type="text"/>		
Datazione: anno	<input type="text"/>	secolo	<input type="text"/>
epoca	<input type="text"/>	Ultima trasformazione	<input type="text"/>
Proprietà:	<input type="text"/>		<input type="text"/>
Utilizzatore:	<input type="text"/>		<input type="text"/>

**A<sub>6</sub> – DESTINAZIONE D'USO ATTUALE**

Uso	Utilizzazione temporale			Affollamento
	Continuo	Saltuario	Non utilizzato	
Cattedrale / Duomo <input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Chiesa parrocchiale <input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Oratorio <input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Santuario <input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Museo <input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Auditorium <input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Servizi <input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Altro <input type="checkbox"/> _____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>

**A<sub>7</sub> – CARATTERISTICHE DEL SITO**

In piano  Su rilievo / su cresta / su vetta  Su riporto  In pendio / su versante  Avvallamento

**A<sub>8</sub> – CONTESTO URBANO E POSIZIONE**

Centro urbano  Periferia urbana  Area industriale - commerciale  Area agricola  Centro storico

Isolata  Connessa con altri edifici  su \_\_\_\_\_ lati Altro  .....

**A<sub>9</sub> – INFRASTRUTTURE**

Accesso pedonale <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Rete viaria idonea in relazione al rischio <input type="checkbox"/>
Accesso carrabile <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Parcheggio nelle vicinanze <input type="checkbox"/>
Accesso con altezza inferiore a 4 metri <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Spazi aperti a disposizione <input type="checkbox"/>
Accesso con mezzi pesanti <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Altro <input type="checkbox"/> _____

**A<sub>10</sub> – PRESENZA DI RISCHIO**

		RILEVAZIONE DIRETTA	INFORMAZIONI ACQUISITE
Insedimento minacciato da frana <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Insedimento in zona alluvionabile <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Insedimento soggetto a minacce di tipo industriale <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Insedimento soggetto ad altre minacce naturali <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**A<sub>11</sub> – TIPOLOGIA DEI BENI ARTISTICI PRESENTI**

TIPOLOGIA	Num.	superficie	TIPOLOGIA	Num.	superficie
Affreschi <input type="checkbox"/>	__	__	Dipinti mobili su vario supporto <input type="checkbox"/>	__	__
Mosaici <input type="checkbox"/>	__	__	Arredi (soffitti, amboni, pulpito, stali corali) <input type="checkbox"/>	__	__
Stucchi <input type="checkbox"/>	__	__	Decorazioni plastiche mobili <input type="checkbox"/>	__	__
Arazzi <input type="checkbox"/>	__	__	Manufatti in carta e pergamena <input type="checkbox"/>	__	__
Altari / statue <input type="checkbox"/>	__	__	Reperti archeologici <input type="checkbox"/>	__	__
Libri / Stampe <input type="checkbox"/>	__	__	Altri <input type="checkbox"/> .....	__	__

**A<sub>12</sub> – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA - Realizzata da .....**

SI  NO

**A<sub>13</sub> – COMPILATORE SCHEDA**

Cognome \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_

Ente/ufficio di appartenenza \_\_\_\_\_

 \_\_\_\_\_ E-Mail: .....

**A<sub>14</sub> - RIFERIMENTO SCHEDA DELLA VULNERABILITA' DELLE CHIESE**

N° Scheda	□□□□□□	Data	□□ □□ □□□□	Ente	□□□□□□□□□□□□□□□□
-----------	--------	------	------------	------	------------------

**A<sub>15</sub> - STATO DI MANUTENZIONE GENERALE**

Buono	<input type="radio"/>	Discreto	<input type="radio"/>	Scadente	<input type="radio"/>	Pessimo	<input type="radio"/>	In corso lavori	<input type="checkbox"/>		
Eventuali precedenti lesioni esistenti		NO	<input type="radio"/>	SI	<input type="radio"/>	Limitate	<input type="radio"/>	Estese	<input type="radio"/>	Gravi	<input type="radio"/>

**A<sub>16</sub> - DANNO SISMICO (Abaco dei meccanismi di collasso delle chiese)**

**LIVELLO DI DANNO**

0 - □□□□□□ assenza di danno    1 - ■□□□□□ danno lieve    2 - ■■□□□□ danno moderato  
 3 - ■■■□□□ danno grave    4 - ■■■■□□ danno molto grave    5 - ■■■■■■ crollo

**IDENTIFICAZIONE DEL DANNO**

danno sismico  
 danno pregresso  
 aggravamento

1	<b>RIBALTAMENTO DELLA FACCIATA</b>	<input type="checkbox"/>
danno	<b>DISTACCO DELLA FACCIATA DALLE PARETI O EVIDENTI FUORI PIOMBO</b>	□□□□□□
2	<b>MECCANISMI NELLA SOMMITÀ DELLA FACCIATA</b>	<input type="checkbox"/>
danno	<b>RIBALTAMENTO DEL TIMPANO, CON LESIONE ORIZZONTALE O A V – DISGREGAZIONE DELLA MURATURA O SCORRIMENTO DEL CORDOLO – ROTAZIONE DELLE CAPRIATE</b>	□□□□□□
3	<b>MECCANISMI NEL PIANO DELLA FACCIATA</b>	<input type="checkbox"/>
danno	<b>LESIONI INCLINATE (TAGLIO) – LESIONI VERTICALI O ARCUATE (ROTAZIONE) – ALTRE FESSURAZIONI O SPANCIAMENTI</b>	□□□□□□
4	<b>PROTIRO – NARTECE</b>	<input type="checkbox"/>
danno	<b>LESIONI NEGLI ARCHI O NELLA TRABEAZIONE PER ROTAZIONE DELLE COLONNE – DISTACCO DALLA FACCIATA – MARTELLAMENTO</b>	□□□□□□
5	<b>RISPOSTA TRASVERSALE DELL'AULA</b>	<input type="checkbox"/>
danno	<b>LESIONI NEGLI ARCONI (CON EVENTUALE PROSECUZIONE NELLA VOLTA) – ROTAZIONI DELLE PARETI LATERALI – LESIONI A TAGLIO NELLE VOLTE – FUORI PIOMBO E SCHIACCIAMENTO NELLE COLONNE</b>	□□□□□□
6	<b>MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI LATERALI (RISPOSTA LONGITUDINALE)</b>	<input type="checkbox"/>
danno	<b>LESIONI INCLINATE (SINGOLE O INCROCIATE) – LESIONI IN CORRISPONDENZA DI DISCONTINUITÀ NELLA MURATURA</b>	□□□□□□
7	<b>RISPOSTA LONGITUDINALE DEL COLONNATO NELLE CHIESE A PIÙ NAVATE</b>	<input type="checkbox"/>
danno	<b>LESIONI NEGLI ARCHI O NEGLI ARCHITRAVI LONGITUDINALI – SCHIACCIAMENTO E/O LESIONI ALLA BASE DEI PILASTRI – LESIONI A TAGLIO NELLE VOLTE DELLE NAVATE LATERALI</b>	□□□□□□
8	<b>VOLTE DELLA NAVATA CENTRALE</b>	<input type="checkbox"/>
danno	<b>LESIONI NELLE VOLTE DELL'AULA CENTRALE – SCONNESSIONI DELLE VOLTE DAGLI ARCONI</b>	□□□□□□
9	<b>VOLTE DELLE NAVATE LATERALI</b>	<input type="checkbox"/>
danno	<b>LESIONI NELLE VOLTE O SCONNESSIONI DAGLI ARCONI O DALLE PARETI LATERALI</b>	□□□□□□
10	<b>RIBALTAMENTO DELLE PARETI DI ESTREMITÀ DEL TRANSETTO</b>	<input type="checkbox"/>
danno	<b>DISTACCO DELLA PARETE FRONTALE DALLE PARETI LATERALI – RIBALTAMENTO O DISGREGAZIONI DEL TIMPANO IN SOMMITÀ</b>	□□□□□□
11	<b>MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI LATERALI DEL TRANSETTO</b>	<input type="checkbox"/>
danno	<b>LESIONI INCLINATE (SINGOLE O INCROCIATE) – LESIONI ATTRAVERSO DISCONTINUITÀ</b>	□□□□□□
12	<b>VOLTE DEL TRANSETTO</b>	<input type="checkbox"/>
danno	<b>LESIONI NELLE VOLTE O SCONNESSIONI DAGLI ARCONI E DALLE PARETI LATERALI</b>	□□□□□□
13	<b>ARCHI TRIONFALI</b>	<input type="checkbox"/>
danno	<b>LESIONI NELL'ARCO – SCORRIMENTO DI CONCI – SCHIACCIAMENTO O LESIONI ORIZZONTALI ALLA BASE DEI PIEDRITTI</b>	□□□□□□

14	<b>CUPOLA – TAMBURO/TIBURIO</b>	<input type="checkbox"/>
danno	LESIONI NELLA CUPOLA (AD ARCO) CON EVENTUALE PROSECUZIONE NEL TAMBURO	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
15	<b>LANTERNA</b>	<input type="checkbox"/>
danno	LESIONI NEL CUPOLINO DELLA LANTERNA – ROTAZIONI O SCORRIMENTI DEI PIEDRITTI	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
16	<b>RIBALTAMENTO DELL'ABSIDE</b>	<input type="checkbox"/>
danno	LESIONI VERTICALI O ARCUATE NELLE PARETI DELL'ABSIDE – LESIONI VERTICALI NEGLI ABSIDI POLIGONALI – LESIONE AD U NEGLI ABSIDI SEMICIRCOLARI	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
17	<b>MECCANISMI DI TAGLIO NEL PRESBITERIO O NELL'ABSIDE</b>	<input type="checkbox"/>
danno	LESIONI INCLINATE (SINGOLE O INCROCIATE) – LESIONI IN CORRISPONDENZA DI DISCONTINUITÀ MURARIE	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
18	<b>VOLTE DEL PRESBITERIO O DELL'ABSIDE</b>	<input type="checkbox"/>
danno	LESIONI NELLE VOLTE O SCONNESSIONI DAGLI ARCONI O DALLE PARETI LATERALI	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
19	<b>MECCANISMI NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA – PARETI LATERALI DELL'AULA</b>	<input type="checkbox"/>
danno	LESIONI VICINE ALLE TESTE DELLE TRAVI LIGNEE, SCORRIMENTO DELLE STESSE – SCONNESSIONI TRA CORDOLI E MURATURA – MOVIMENTI SIGNIFICATIVI DEL MANTO DI COPERTURA	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
20	<b>MECCANISMI NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA – TRANSETTO</b>	<input type="checkbox"/>
danno	LESIONI VICINE ALLE TESTE DELLE TRAVI LIGNEE, SCORRIMENTO DELLE STESSE – SCONNESSIONI TRA I CORDOLI E MURATURA – MOVIMENTI SIGNIFICATIVI DEL MANTO DI COPERTURA	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
21	<b>MECCANISMI NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA – ABSIDE E PRESBITERIO</b>	<input type="checkbox"/>
danno	LESIONI VICINE ALLE TESTE DELLE TRAVI LIGNEE, SCORRIMENTO DELLE STESSE – SCONNESSIONI TRA I CORDOLI E MURATURA – MOVIMENTI SIGNIFICATIVI DEL MANTO DI COPERTURA	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
22	<b>RIBALTAMENTO DELLE CAPPELLE</b>	<input type="checkbox"/>
danno	DISTACCO DELLA PARETE FRONTALE DALLE PARETI LATERALI	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
23	<b>MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI DELLE CAPPELLE</b>	<input type="checkbox"/>
danno	LESIONI INCLINATE (SINGOLE O INCROCIATE) – LESIONI IN CORRISPONDENZA DI DISCONTINUITÀ MURARIE	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
24	<b>VOLTE DELLE CAPPELLE</b>	<input type="checkbox"/>
danno	LESIONI NELLE VOLTE O SCONNESSIONI DALLE PARETI LATERALI	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
25	<b>INTERAZIONI IN PROSSIMITÀ DI IRREGOLARITÀ PLANO-ALTIMETRICHE (CORPI ADIACENTI, ARCHI RAMPANTI)</b>	<input type="checkbox"/>
danno	MOVIMENTO IN CORRISPONDENZA DI DISCONTINUITÀ COSTRUTTIVE - LESIONI NELLA MURATURA PER MARTELLAMENTO	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
26	<b>AGGETTI (VELA, GUGLIE, PINNACOLI, STATUE)</b>	<input type="checkbox"/>
danno	EVIDENZA DI ROTAZIONI PERMANENTI O SCORRIMENTO – LESIONI	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
27	<b>TORRE CAMPANARIA</b>	<input type="checkbox"/>
danno	LESIONI VICINO ALLO STACCO DAL CORPO DELLA CHIESA – LESIONI A TAGLIO O SCORRIMENTO – LESIONI VERTICALI O ARCUATE (ESPULSIONE DI UNO O PIÙ ANGOLI)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
28	<b>CELLA CAMPANARIA</b>	<input type="checkbox"/>
danno	LESIONI NEGLI ARCHI – ROTAZIONI O SCORRIMENTI DEI PIEDRITTI	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

#### A<sub>17</sub> - INDICE DI DANNO

$n = \underline{\quad}\underline{\quad}$ (numero dei meccanismi possibili) $d = \underline{\quad}\underline{\quad}$ (punteggio totale di danno) $i_d = d / 5n = \underline{\quad}\underline{\quad}$
---



**A<sub>22</sub> - DESCRIZIONE E STIMA SOMMARIA DELLE OPERE NECESSARIE**

**A<sub>22.1</sub>** - Descrizione opere di ripristino strutturale (nuovi danni e danni pregressi aggravati)

.....  
 .....  
 .....

**STIMA DEL COSTO PER IL RIPRISTINO STRUTTURALE**

€      \_ \_ \_ \_ \_ ,00

**A<sub>22.2</sub>** - Descrizione opere di finitura, impiantistica e miglioramento sismico collegate

.....  
 .....  
 .....

**STIMA DEL COSTO OPERE FINITURA IMPIANTISTICA E MIGLIORAMENTO SISMICO**

€      \_ \_ \_ \_ \_ ,00

**A<sub>22.3</sub>** - Descrizione opere di pronto intervento (eventualmente indicare anche il costo del P.I. "a finire")

.....  
 .....  
 .....

**STIMA DEL COSTO OPERE DI PRONTO INTERVENTO**

€      \_ \_ \_ \_ \_ ,00

**A<sub>23</sub> - NOTE**

Indicare, eventualmente, altri danni non rilevabili dalla scheda (es. solai di calpestio, pavimentazioni ecc.)

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

**A<sub>24</sub> - DATI DIMENSIONALI ( stimati ○      rilevati ○ )**

Aula (compresi navate, cappelle, transetti)	Larghezza mt.      _ _ _	Lunghezza mt.      _ _ _	Superficie mq.      _ _ _ _	Altezza media mt.      _ _ _
Abside	Larghezza mt.      _ _ _	Lunghezza mt.      _ _ _	Superficie mq.      _ _ _ _	Altezza media mt.      _ _ _
Facciata principale	Larghezza mt.      _ _ _	Altezza mt.      _ _ _	Superficie mq.      _ _ _ _	
Campanile	Larghezza mt.      _ _ _	Lunghezza mt.      _ _ _		Altezza mt.      _ _ _
Coperture chiesa	Larghezza mt.      _ _ _	Lunghezza mt.      _ _ _	Superficie mq.      _ _ _ _	Altezza massima mt.      _ _ _

**A<sub>25</sub> - ELABORATI GRAFICI** (piante, sezioni, prospetti, illustrazione di dissesti particolari, allegare eventualmente fotocopie)

**A<sub>26</sub> - DOCUMENTAZIONE ALLEGATA**

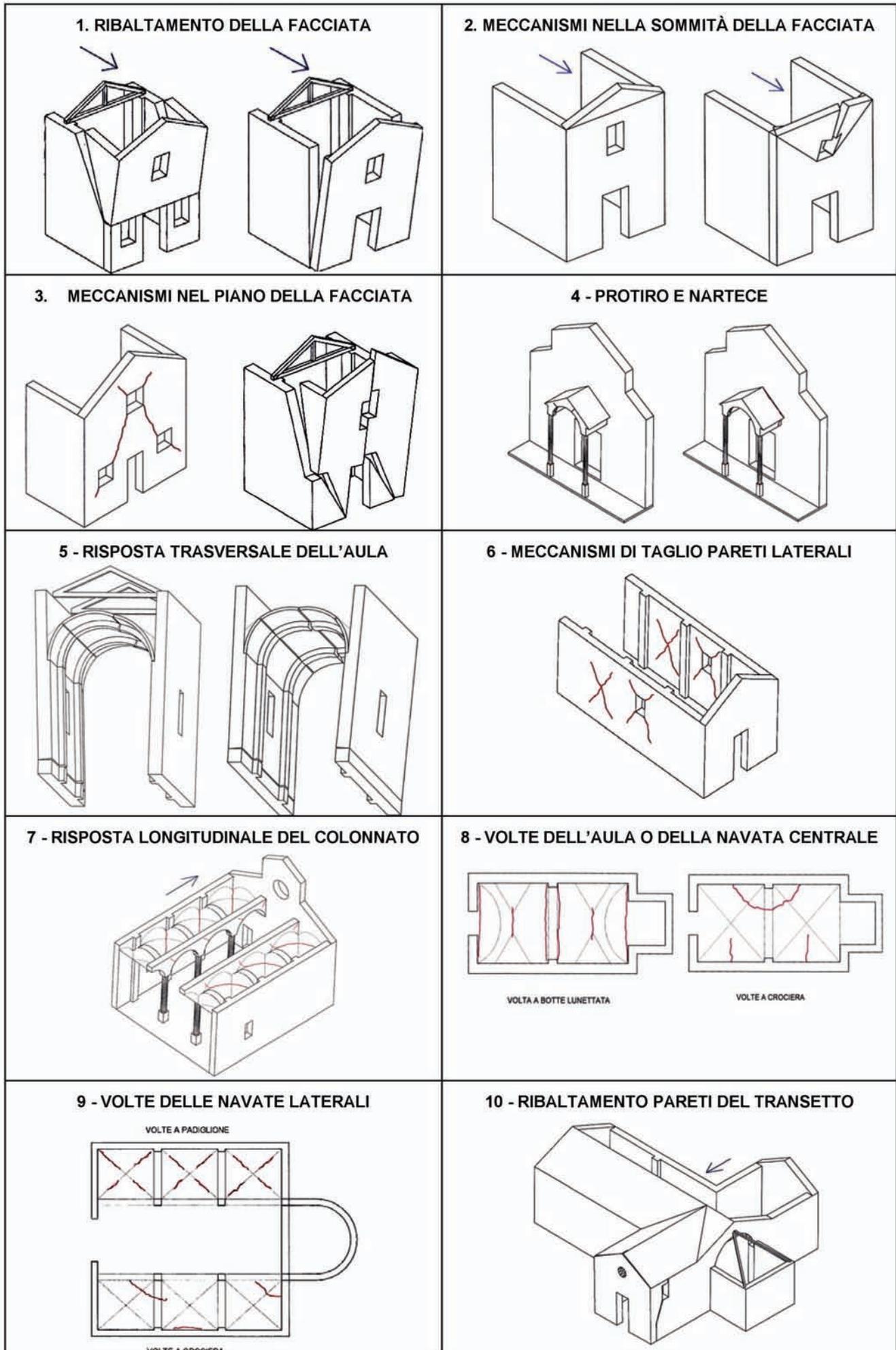
SI  NO

.....  
 .....  
 .....

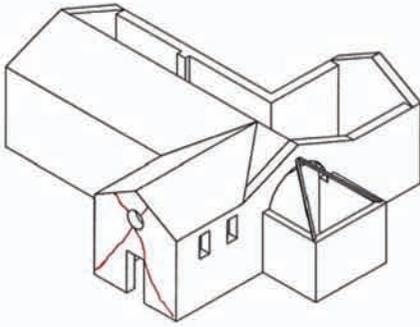
**A<sub>27</sub> - SQUADRA CHE HA ESEGUITO IL RILIEVO**

SISMA		C.O.M.		SQUADRA N.
<i>Componenti della squadra</i>				
Cognome e nome	Qualifica	Ente appartenenza		Firma

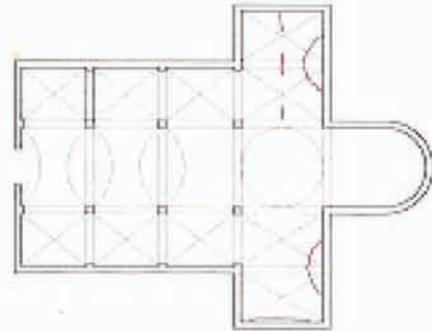
## ABACO DEI MECCANISMI DI COLLASSO DELLE CHIESE



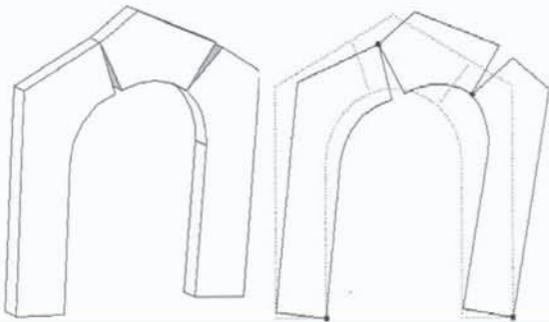
11 - MECCANISMI DI TAGLIO DEL TRANSETTO



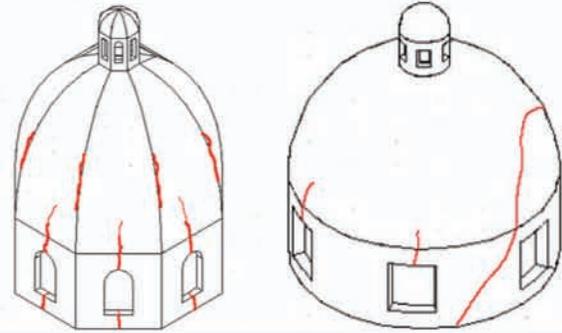
12 - VOLTE DEL TRANSETTO



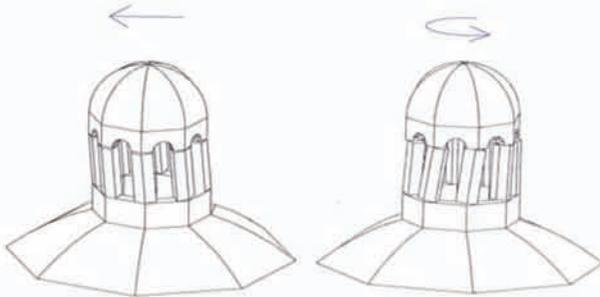
13 - ARCHI TRIONFALI



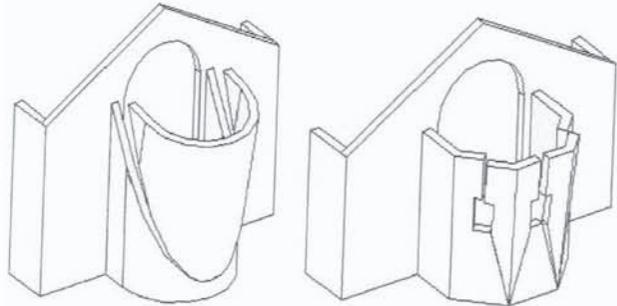
14 - CUPOLA E TAMBURO / TIBURIO



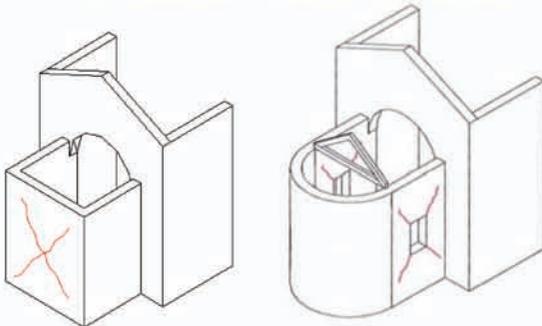
15 - LANTERNA



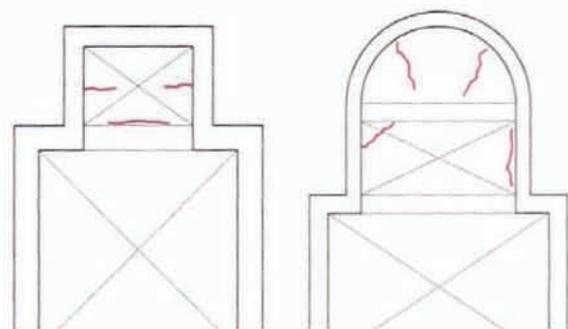
16 - RIBALTAMENTO DELL'ABSIDE



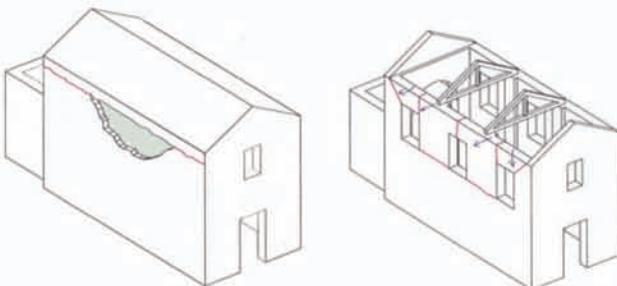
17 - MECCANISMI DI TAGLIO NELL'ABSIDE



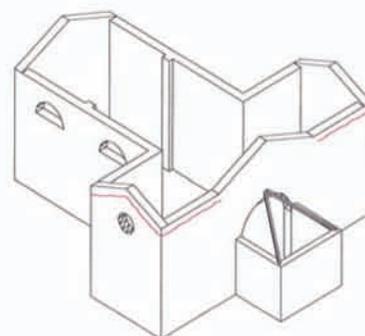
18 - VOLTE DEL PRESBITERIO O DELL'ABSIDE



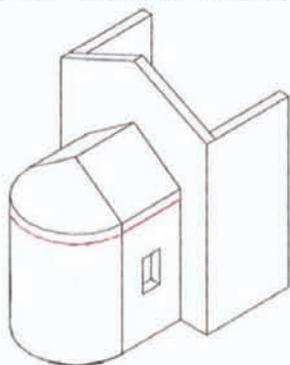
19 - ELEMENTI DI COPERTURA: AULA



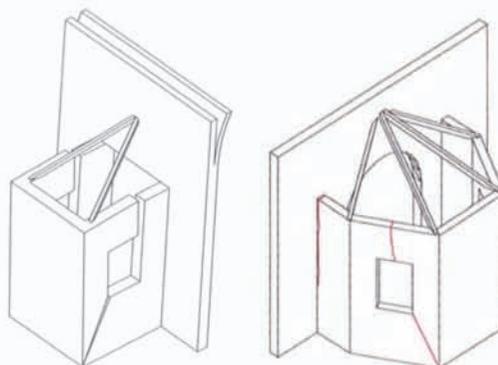
20 - ELEMENTI DI COPERTURA: TRANSETTO



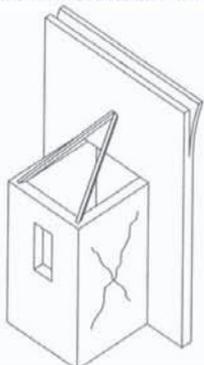
21 - ELEMENTI DI COPERTURA: ABSIDE



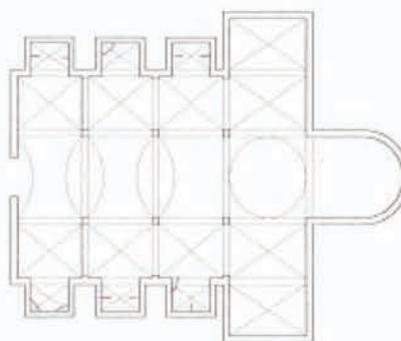
22 - RIBALTAMENTO DELLE CAPPELLE



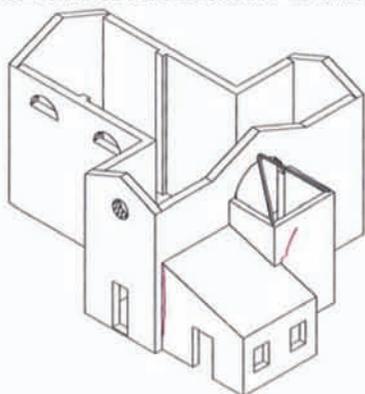
23 - MECCANISMI DI TAGLIO NELLE CAPPELLE



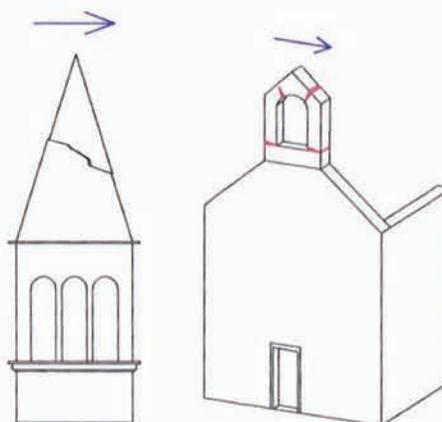
24 - VOLTE DELLE CAPPELLE



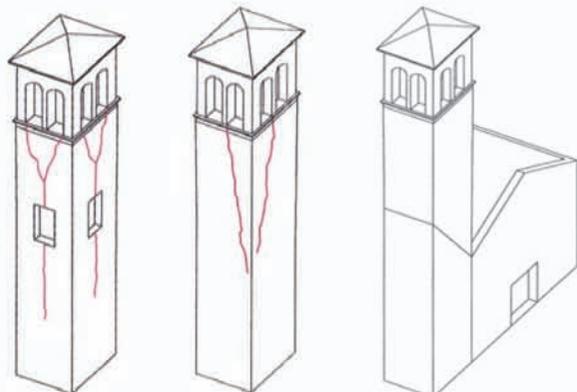
25 - INTERAZIONI IN PROSSIMITA' DI IRREGOLARITÀ



26 - AGGETTI (VELA, GUGLIE, PINNACOLI, STATUE)



27 - TORRE CAMPANARIA



28 - CELLA CAMPANARIA





**B<sub>6</sub> – DESTINAZIONE D'USO ATTUALE**

Uso	N° unità d'uso	Utilizzazione spaziale [%]				Utilizzazione temporale			Esposizione	
		>65	30÷65	< 30	0	Continuo	Saltuario	Non utilizzato	N° occupanti	Affollamento
Abitazione <input type="checkbox"/>	____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	____	<input type="checkbox"/>
Commerciale <input type="checkbox"/>	____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	____	<input type="checkbox"/>
Museo <input type="checkbox"/>	____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	____	<input type="checkbox"/>
Uffici <input type="checkbox"/>	____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	____	<input type="checkbox"/>
Servizi <input type="checkbox"/>	____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	____	<input type="checkbox"/>
Strategico <input type="checkbox"/>	____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	____	<input type="checkbox"/>
Altro <input type="checkbox"/>	____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	____	<input type="checkbox"/>

**B<sub>7</sub> – CARATTERISTICHE DEL SITO**

In piano <input type="radio"/>	Su rilievo / su cresta / su vetta <input type="radio"/>	Su riporto <input type="radio"/>	In pendio / su versante <input type="radio"/>	Avvallamento <input type="radio"/>
--------------------------------	---	----------------------------------	---	------------------------------------

**B<sub>8</sub> – CONTESTO URBANO E POSIZIONE**

Centro urbano <input type="radio"/>	Periferia urbana <input type="radio"/>	Area industriale - commerciale <input type="radio"/>	Area agricola <input type="radio"/>	Centro storico <input type="radio"/>
Isolato <input type="radio"/>	Connesso con altri edifici <input type="radio"/>	su ____ lati	Altro <input type="radio"/>	.....

**B<sub>9</sub> – INFRASTRUTTURE**

Accesso pedonale <input type="radio"/>	Rete viaria idonea in relazione al rischio <input type="checkbox"/>
Accesso carrabile <input type="radio"/>	Parcheggio nelle vicinanze <input type="checkbox"/>
Accesso con altezza inferiore a 4 metri <input type="radio"/>	Spazi aperti a disposizione <input type="checkbox"/>
Accesso con mezzi pesanti <input type="radio"/>	Altro <input type="checkbox"/> _____

**B<sub>10</sub> – PRESENZA DI RISCHIO**

		RILEVAZIONE DIRETTA	INFORMAZIONI ACQUISITE
Insedimento minacciato da frana	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Insedimento in zona alluvionabile	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Insedimento soggetto a minacce di tipo industriale	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Insedimento soggetto ad altre minacce naturali	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**B<sub>11</sub> – TIPOLOGIA DEI BENI ARTISTICI PRESENTI**

TIPOLOGIA		Num.	superficie	TIPOLOGIA		Num.	superficie
Affreschi <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	__	___	Dipinti mobili su vario supporto	<input type="checkbox"/>	__	___
Mosaici <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	__	___	Arredi (soffitti, amboni, pulpito, stali corali)	<input type="checkbox"/>	__	___
Stucchi <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	__	___	Decorazioni plastiche mobili	<input type="checkbox"/>	__	___
Arazzi <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	__	___	Manufatti in carta e pergamena	<input type="checkbox"/>	__	___
Altari / statue <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	__	___	Reperti archeologici	<input type="checkbox"/>	__	___
Libri / Stampe <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	__	___	Altri .....	<input type="checkbox"/>	__	___

**B<sub>12</sub> – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA** – Realizzata da .....

 SI  NO 
**B<sub>13</sub> – COMPILATORE SCHEDA**

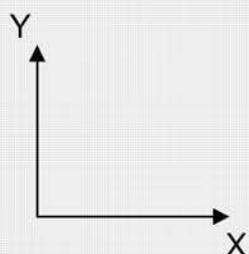
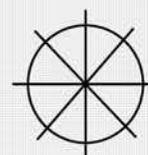
Cognome _____	Nome _____
Ente/ufficio di appartenenza _____	
☎ _____	E-Mail: .....



**SCHEMATIZZAZIONE DELLA PLANIMETRIA E DELLA SEZIONE**

*(E' possibile utilizzare anche fotocopie di planimetrie, sezioni e prospetti,  
Indicando, comunque, la numerazione dei diversi elementi della costruzione)*

**ORIENTAMENTO**



**B<sub>19</sub> – RILIEVO DEL DANNO AGLI ELEMENTI STRUTTURALI**

TIPOLOGIA MURARIA		DESCRIZIONE
A	PIETRA SQUADRATA	
B	PIETRA SBOZZATA	
C	PIETRA A SPACCO	
D	MATTONI	
E	IRREGOLARE, CIOTTOLI, MISTA	
F	ALTRO	

PARETI PERIMETRALI																						
N° PARETE	TIPOLOGIA E PARAMETRI DIMENSIONALI							DANNO (LIVELLO ED ESTENSIONE)														
	LIBERA	PARZ. LIBERA	IN AGGREGATO	APERTURE			LUNGHEZZA [m]	SPESSORE [m]	TIPOLOGIA MURARIA (A + F di B <sub>19</sub> )	PRESENZA DI CORDOLI / CATENE	PARETI INTERNE ORTOGONALI	D1 LEGGERO			D2 - D3 MEDIO GRAVE			D4 - D5 GRAVISSIMO			NULLO	
				uniformi	discontinue	assenti						>2/3	1/3 - 2/3	<1/3	>2/3	1/3 - 2/3	<1/3	>2/3	1/3 - 2/3	<1/3		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PORTICATI / LOGGE / ATRI																						
N° PARETE	TIPOLOGIA E PARAMETRI DIMENSIONALI							DANNO (LIVELLO ED ESTENSIONE)														
	PIANI	LUNGHEZZA [m]	TIPOLOGIA STRUTTURALE				PRESENZA DI CATENE	D1 LEGGERO			D2 - D3 MEDIO GRAVE			D4 - D5 GRAVISSIMO			NULLO					
			muratura	c.a.	legno	acciaio		>2/3	1/3 - 2/3	<1/3	>2/3	1/3 - 2/3	<1/3	>2/3	1/3 - 2/3	<1/3						
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

PARETI INTERNE																						
N° AREA	TIPOLOGIA E PARAMETRI DIMENSIONALI					DANNO (LIVELLO ED ESTENSIONE)																
	LUNGHEZZA [m]		SPESSORE [m]		TIPOLOGIA MURARIA (A + F di B <sub>19</sub> )	D1 LEGGERO			D2 - D3 MEDIO GRAVE			D4 - D5 GRAVISSIMO			NULLO							
	x	y	x	y		>2/3	1/3 - 2/3	<1/3	>2/3	1/3 - 2/3	<1/3	>2/3	1/3 - 2/3	<1/3								
						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



**B<sub>20</sub> - RILIEVO DEL DANNO AGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI**

I	COMIGNOLI	II	CORNICIONI	III	STATUE O AGGETTI	IV	RIVESTIMENTI O CONTROSOFFITTI RECENTI
V	RETE IDRICA, FOGNARIA O TERMOIDRAULICA	VI	RETE ELETTRICA O DEL GAS	VII	ALTRO.....	VIII	ALTRO.....

**LIVELLO DI DANNO**

0 - □□□□□ assenza di danno    1 - ■□□□□ danno lieve    2 - ■■□□□ danno moderato  
 3 - ■■■□□□ danno grave    4 - ■■■■□□ danno molto grave    5 - ■■■■■□ crollo

**IDENTIFICAZIONE DEL DANNO**

A - danno sismico  
 B - danno pregresso  
 C - aggravamento

ELEMENTI DANNEGGIATI	Livello di danno	p	LOCALIZZAZIONE	PROVVEDIMENTI DI P.I. SUGGERITI			
				PUNTELLAMENTI	RIPARAZIONE	TRANSENNATURE	ALTRO
	□ □ □ □ □	┘		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	□ □ □ □ □	┘		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	□ □ □ □ □	┘		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	□ □ □ □ □	┘		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	□ □ □ □ □	┘		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

NOTE.....

**B<sub>21</sub> - PERICOLO ESTERNO**

CAUSA POTENZIALE	PERICOLO SU		PROVVEDIMENTI DI P.I. SUGGERITI	
	EDIFICIO	VIA D'ACCESSO	DIVIETO DI ACCESSO	TRANSENNE E PROTEZIONE PASSAGGI
CROLLI O CADUTE DA ALTRE COSTRUZIONI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ROTTURA DI RETI DI SERVIZI/DISSESTI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**B<sub>22</sub> - DISSESTI DI VERSANTE O DEL TERRENO DI FONDAZIONE**

	ASSENTI	PREESISTENTI	GENERATI DAL SISMA	ACUITI DAL SISMA
VERSANTI INCOMBENTI	○	○	○	○
TERRENO DI FONDAZIONE	○	○	○	○

**B<sub>23</sub> - MECCANISMI DI COLLASSO STRUTTURALI**

TIPOLOGIA	n	CODICE	MECCANISMO
PARETI PERIMETRALI	┘┘	M1	<input type="checkbox"/> RIBALTAMENTO DELLE PARETI
		M2	<input type="checkbox"/> INSTABILITÀ VERTICALE DELLE PARETI
		M3	<input type="checkbox"/> ROTTURA A FLESSIONE DELLE PARETI
		M4	<input type="checkbox"/> RIBALTAMENTO DEL CANTONALE
		M5	<input type="checkbox"/> TAGLIO NELLE PARETI ESTERNE: MASCHI
		M6	<input type="checkbox"/> TAGLIO NELLE PARETI ESTERNE: ARCHITRAVI E MURATURA SOPRASTANTE
PARETI INTERNE	2x┘┘	M7	<input type="checkbox"/> TAGLIO NELLE PARETI INTERNE
GLOBALE	<input checked="" type="checkbox"/>	M8	<input type="checkbox"/> SCORRIMENTO DI PIANO
PORTICATI / LOGGE	<input type="checkbox"/>	M9	<input type="checkbox"/> DANNO AI PORTICATI / LOGGE
ORIZZONTAMENTI	┘┘	M10	<input type="checkbox"/> SFILAMENTO TESTA DELLE TRAVI E/O MARTELLAMENTO
		M11	<input type="checkbox"/> COLLASSI LOCALI DELL'IMPALCATO O DELLA VOLTA
		M12	<input type="checkbox"/> DANNO ALLE VOLTE PER ROTAZIONE DELLE IMPOSTE
		M13	<input type="checkbox"/> DANNO ALLE VOLTE PER DEFORMAZIONE DI PIANO
SCALE	┘┘	M14	<input type="checkbox"/> DANNO ALLE SCALE
COPERTURE	┘┘	M15	<input type="checkbox"/> DANNO NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA
		M16	<input type="checkbox"/> DANNO AL MANTO DI COPERTURA
		M17	<input type="checkbox"/> RIBALTAMENTO DELLE FASCE SOTTOTETTO E TIMPANO
ELEMENTI AGGETTANTI / SVETTANTI	<input type="checkbox"/>	M18	<input type="checkbox"/> DANNO AGLI ELEMENTI AGGETTANTI / SVETTANTI
COLLASSI LOCALI	<input type="checkbox"/>	M19	<input type="checkbox"/> COLLASSI LOCALI PER IRREGOLARITÀ COSTRUTTIVE E DEL MATERIALE
INTERAZIONI	<input type="checkbox"/>	M20	<input type="checkbox"/> DANNO PER IRREGOLARITÀ DI FORMA
	┘┘	M21	<input type="checkbox"/> DANNO NEI CORPI ANNESSI
	<input checked="" type="checkbox"/>	M22	<input type="checkbox"/> CEDIMENTO DI FONDAZIONI
ALTRO	<input type="checkbox"/>	M23	<input type="checkbox"/> .....
	<input type="checkbox"/>	M24	<input type="checkbox"/> .....





**B<sub>29</sub> – DESCRIZIONE E STIMA SOMMARIA DELLE OPERE NECESSARIE****B<sub>29.1</sub>** - Descrizione opere di ripristino strutturale (nuovi danni e danni pregressi aggravati)

.....

.....

.....

STIMA DEL COSTO PER IL RIPRISTINO STRUTTURALE €    \_ \_ \_ \_ \_ ,00

**B<sub>29.2</sub>** - Descrizione opere di finitura, impiantistica e miglioramento sismico

.....

.....

.....

STIMA DEL COSTO OPERE FINITURA, IMPIANTISTICA E MIGLIORAMENTO SISMICO €    \_ \_ \_ \_ \_ ,00

**B<sub>29.3</sub>** - Descrizione opere di pronto intervento (eventualmente indicare anche il costo del P.I. "a finire")

.....

.....

.....

STIMA DEL COSTO OPERE DI PRONTO INTERVENTO €    \_ \_ \_ \_ \_ ,00

**B<sub>30</sub> – NOTE**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**B<sub>31</sub> – DOCUMENTAZIONE ALLEGATA** SI     NO

DESCRIZIONE

.....

.....

.....

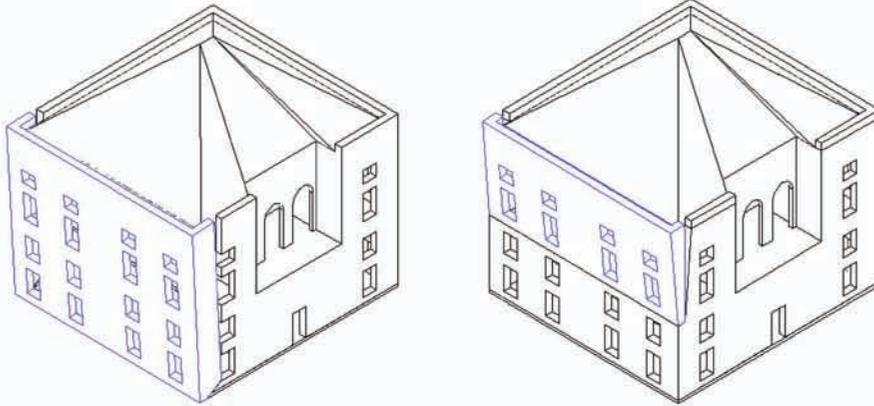
.....

**B<sub>32</sub> – SQUADRA CHE HA ESEGUITO IL RILIEVO**

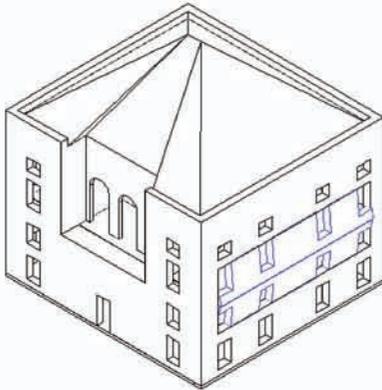
SISMA	C.O.M.	SQUADRA N.	
<i>Componenti della squadra</i>			
Cognome e nome	Qualifica	Ente appartenenza	Firma

## ABACO DEI MECCANISMI DI COLLASSO DEI PALAZZI

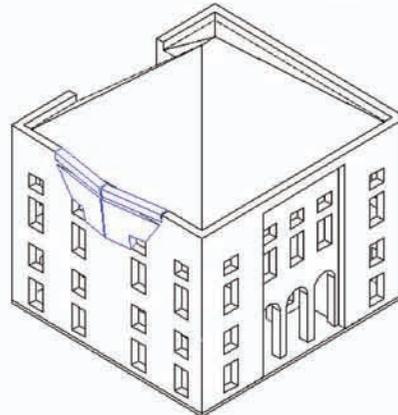
M1. RIBALTAMENTO DELLE PARETI



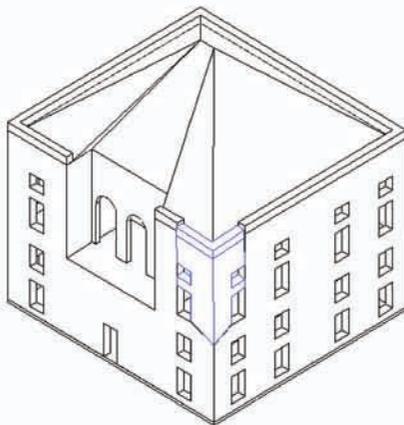
M2. INSTABILITA' VERTICALE DELLE PARETI



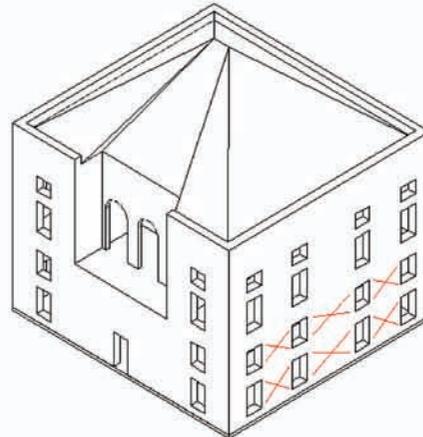
M3. ROTTURA A FLESSIONE DELLE PARETI



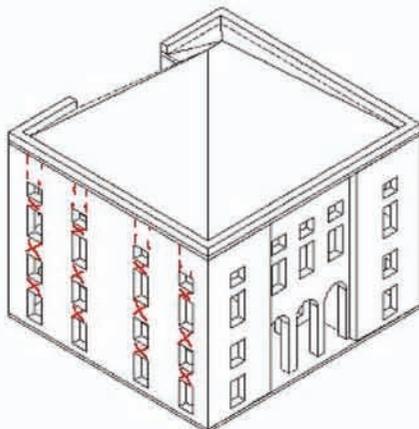
M4. RIBALTAMENTO DEL CANTONALE



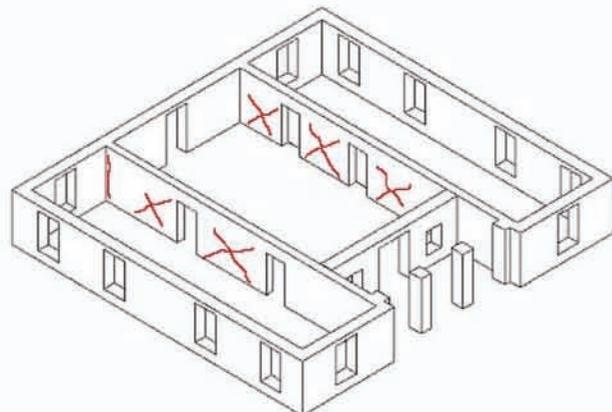
M5. TAGLIO NELLE PARETI ESTERNE: MASCHI



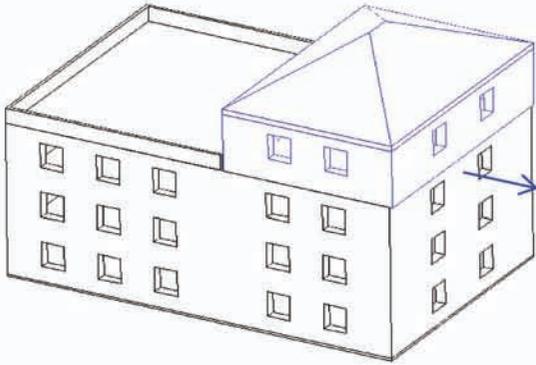
M6. TAGLIO NELLE PARETI ESTERNE: FASCE



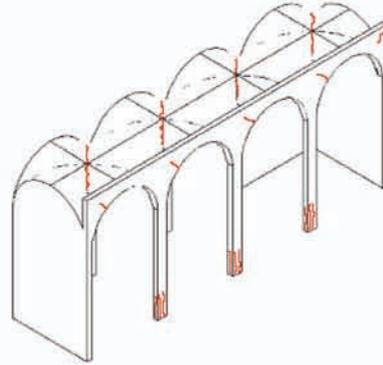
M7. TAGLIO NELLE PARETI INTERNE



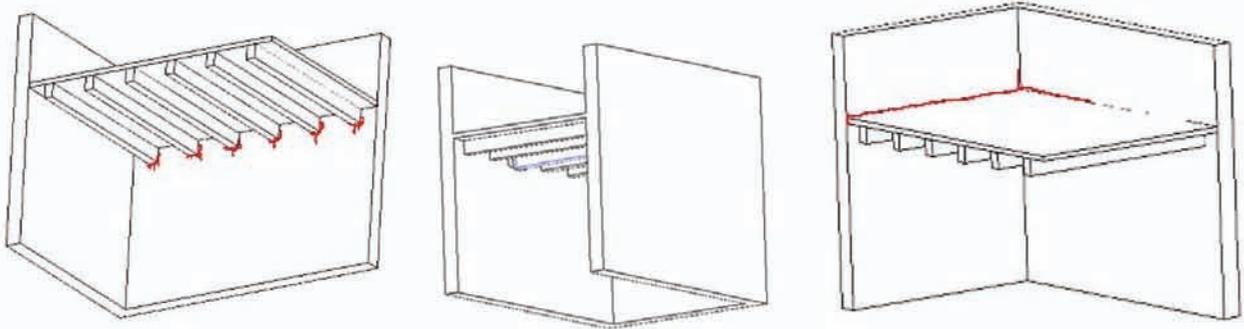
**M8. SCORRIMENTO DI PIANO**



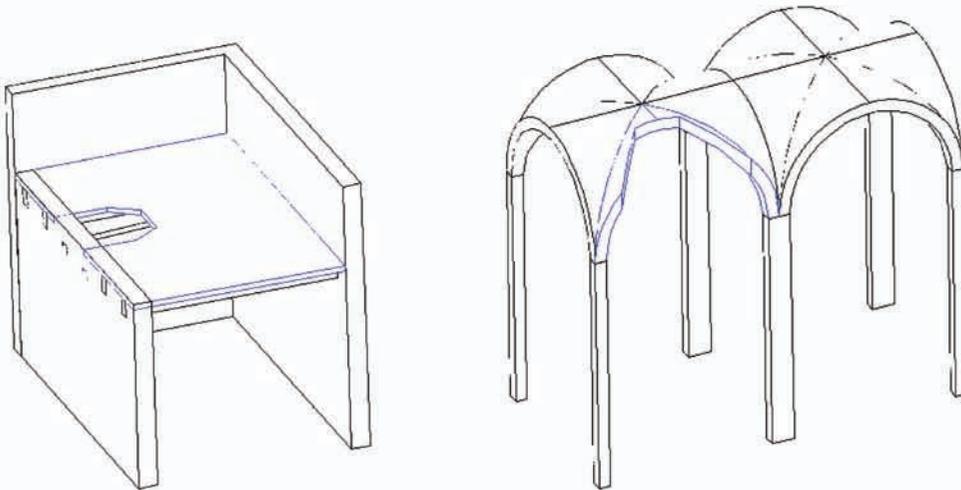
**M9. DANNO AI PORTICATI/ LOGGE**



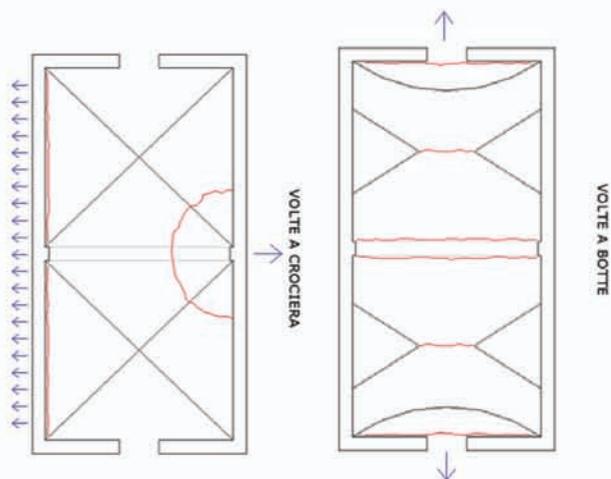
**M10. SFILAMENTO TESTA DELLE TRAVI E/O MARTELLAMENTO**



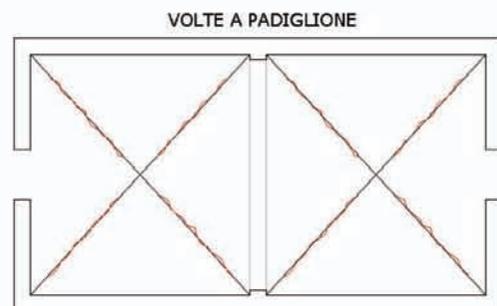
**M11. COLLASSI LOCALI DELL'IMPALCATO O DELLA VOLTA**



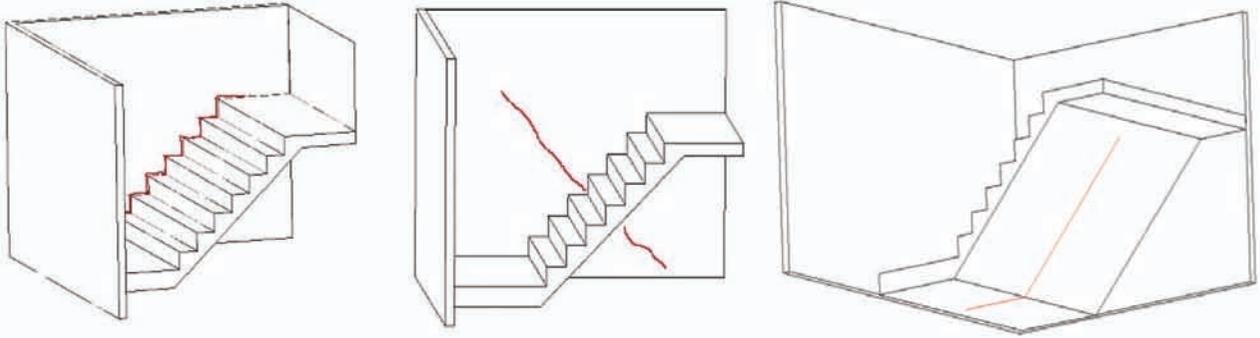
**M12. DANNO ALLE VOLTE PER  
ROTAZIONE DELLE IMPOSTE**



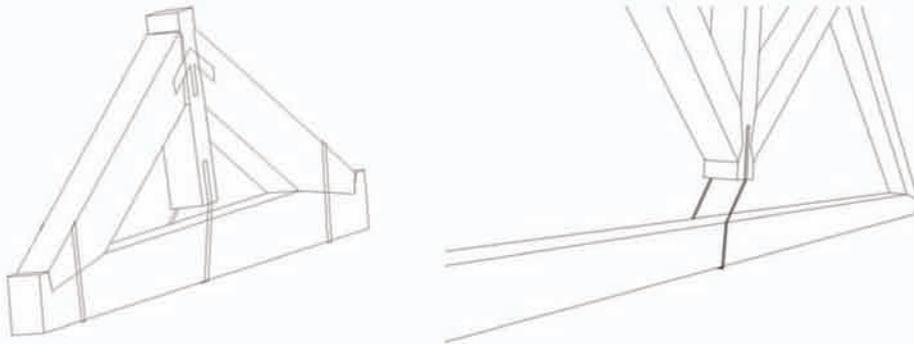
**M13. DANNO ALLE VOLTE PER  
DEFORMAZIONE DI PIANO**



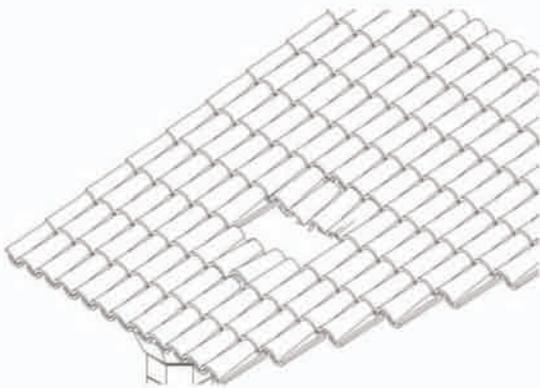
**M14. DANNO ALLE SCALE**



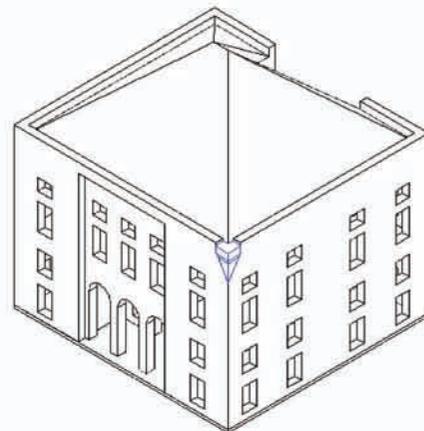
**M15. DANNO NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA**



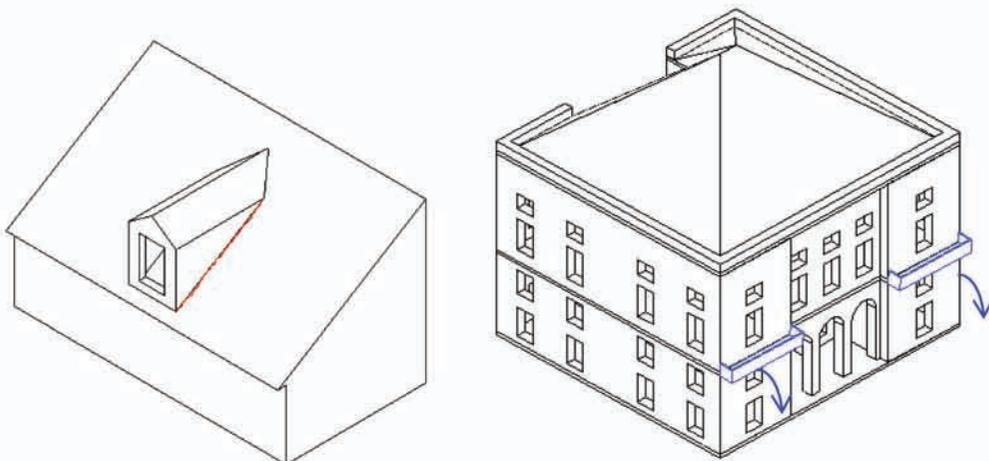
**M16. DANNO AL MANTO DI COPERTURA**



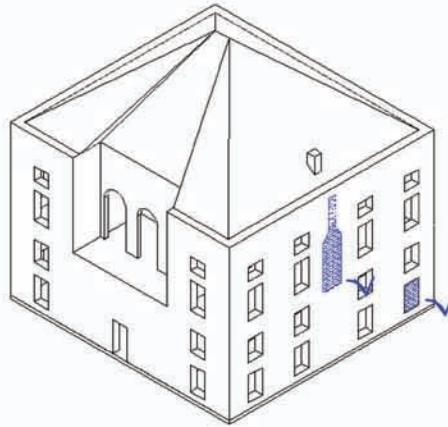
**M17. RIBALTAMENTO DELLE FASCE SOTTOTETTO E DEL TIMPANO**



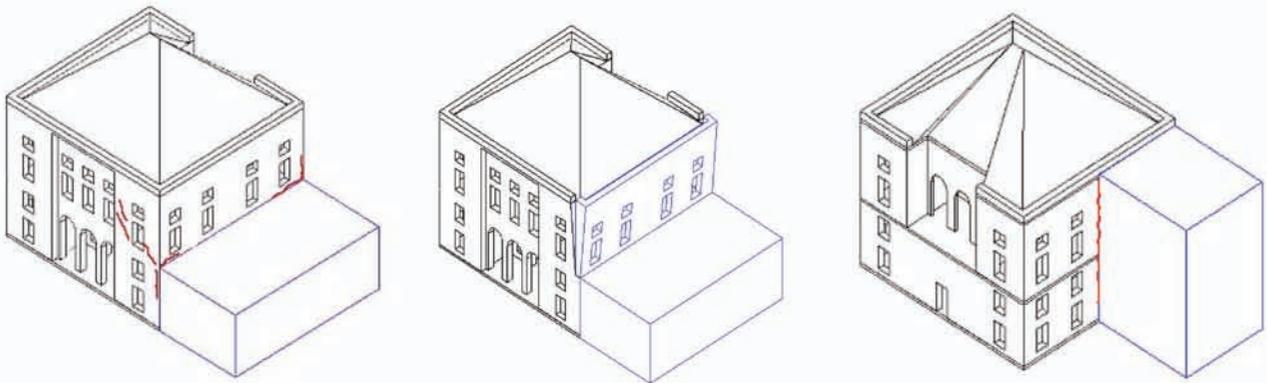
**M18. DANNO AGLI ELEMENTI AGGETTANTI/SVETTANTI**



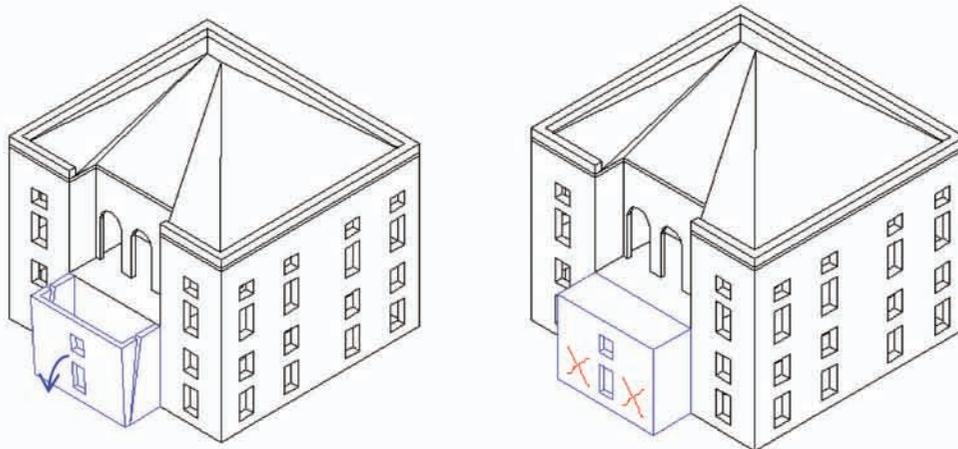
**M19. COLLASSI LOCALI PER IRREGOLARITA' COSTRUTTIVE E DEL MATERIALE**



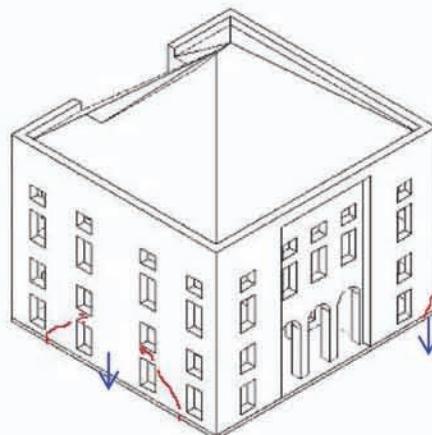
**M20. DANNO PER IRREGOLARITA' DI FORMA**



**M21. DANNO NEI CORPI ANNESSI**



**M22. CEDIMENTO DI FONDAZIONI**





**BF<sub>6</sub> . IDENTIFICAZIONE**

Oggetto				
Soggetto				
Descrizione oggetto				
Quantità				
Datazione	Anno	Secolo	Epoca	
Ambito culturale				
Autore				
Misure (in cm)	H altezza	P profondità	L larghezza	D diametro

<input type="checkbox"/>	Ciclo
<input type="checkbox"/>	Complesso decorativo

<input type="checkbox"/>	Elemento d'insieme
<input type="checkbox"/>	Frammento

**BF<sub>7</sub> - MATERIALI**

<input type="checkbox"/>	Lapidei naturali		
<input type="checkbox"/>	Aggregati artificiali	<input type="checkbox"/>	Ceramiche
		<input type="checkbox"/>	Gessi
		<input type="checkbox"/>	Vetri
		<input type="checkbox"/>	Intonaci
<input type="checkbox"/>	Organici naturali	<input type="checkbox"/>	Legno
		<input type="checkbox"/>	Pigmenti, coloranti
<input type="checkbox"/>	Metalli		

**BF<sub>8</sub> - TECNICHE ESECUTIVE**

<input type="checkbox"/>	Dipinto a fresco	<input type="checkbox"/>	Dipinto a tempera
<input type="checkbox"/>	A mosaico	<input type="checkbox"/>	Graffito
<input type="checkbox"/>	Impiallacciato	<input type="checkbox"/>	Dorato / argentato
<input type="checkbox"/>	Intarsiato	<input type="checkbox"/>	Modellato a rilievo
<input type="checkbox"/>	Invetriato		

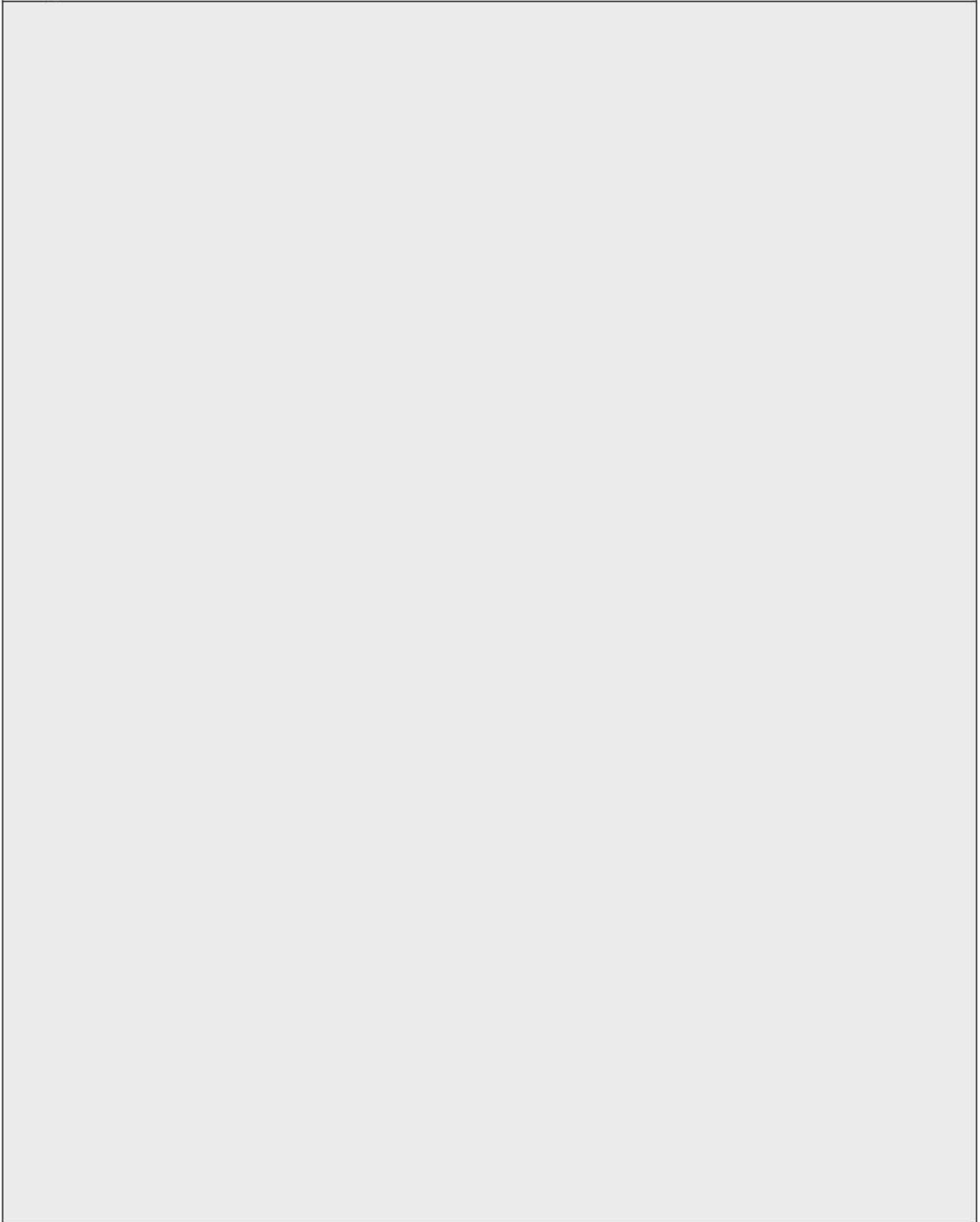
**BF<sub>9</sub> - AMOVIBILTA'**

<input type="checkbox"/>	Inamovibile	<input type="checkbox"/>	Smontabile
--------------------------	-------------	--------------------------	------------

**BF<sub>10</sub> - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA ALLEGATA**

Descrizione ripresa	Neg	Rullino n.	Dig	File
1	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
2	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
3	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
4	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
5	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
6	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
7	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
8	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	



**BF<sub>14</sub> - ELABORATI GRAFICI****BF<sub>15</sub> - SQUADRA CHE HA ESEGUITO IL RILIEVO**

SISMA	C.O.M.	SQUADRA N.
<i>Componenti della squadra</i>		
Cognome e nome	Qualifica	Ente appartenenza



# LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE E RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO DEL PATRIMONIO CULTURALE

## RILIEVO DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DELLE CHIESE

## MODULO A – ANAGRAFICO IDENTIFICATIVO

<b>DENOMINAZIONE DEL BENE</b>	
<i>Denominazione attuale:</i>	
<i>Denominazione storica:</i>	

<b>TOPONOMASTICA</b>	
<i>Regione:</i>	
<i>Provincia:</i>	
<i>Comune:</i>	
<i>Toponimo di località:</i>	
<i>Toponimo stradale:</i>	<i>Riferimento Chilometrico:</i>
<i>Numero civico:</i>	<i>CAP:</i>

<b>PERIODO DI REALIZZAZIONE</b>	
<i>Anno:</i>	<i>Secolo:</i>

<b>DESTINAZIONE D'USO ATTUALE</b>			
Residenziale <input type="checkbox"/>	Commerciale <input type="checkbox"/>	Terziario <input type="checkbox"/>	Logistico-produttivo <input type="checkbox"/>
Culturale <input type="checkbox"/>	Studio d'artista <input type="checkbox"/>	Sportivo <input type="checkbox"/>	Ludico-ricreativo <input type="checkbox"/>
Turistico ricettivo <input type="checkbox"/>	Ristorazione <input type="checkbox"/>	Servizi pubblico <input type="checkbox"/>	Militare <input type="checkbox"/>
Luogo di culto <input type="checkbox"/>	Attrezzatura tecnologica <input type="checkbox"/>	Non utilizzato <input type="checkbox"/>	
Altro <input type="checkbox"/>			

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA					
Descrizione foto	Dia	Neg	Dig	Rull./file n°	Fotogr. n°
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

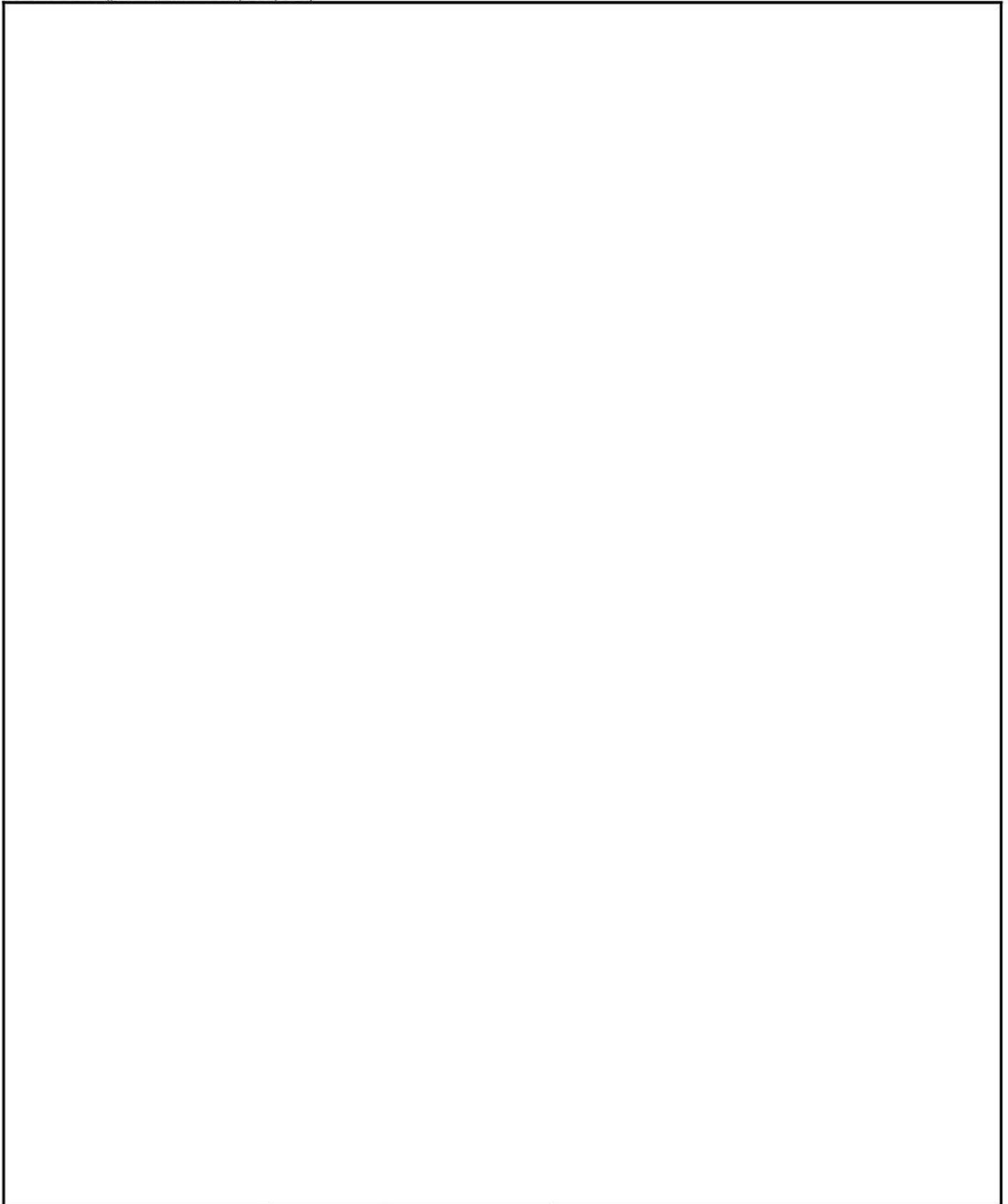
Oss.: Le riprese fotografiche devono documentare il bene in modo esaustivo sia all'interno che all'esterno. In particolare si deve prevedere una ripresa fotografica dell'ambiente esterno, il fronte principale e gli altri fronti, gli androni e le scale, gli ambienti interni più significativi, dettagli dei pavimenti e dei soffitti.

PRESENZA DI ELEMENTI DI PREGIO	Esterno	Interno
Affreschi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stemmi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Graffiti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lapidi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Iscrizioni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tabernacoli	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Apparati decorativi mobili	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reperti archeologici visibili	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Altro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## MODULO B – FATTORI DI SENSIBILITÀ

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI	
Superficie coperta : _____ [m]	Altezza di gronda : _____ [m]
Numero di piani entroterra:	Numero di piani fuoriterra:

**EIDOTIPO** (piante, sezioni, prospetti)



Elaborati grafici recuperati:	Piante	n° _____	Fonte:
	Sezioni	n° _____	
	Prospetti	n° _____	

LOCALIZZAZIONE			
Area agricola <input type="checkbox"/>	Area industriale - commerciale <input type="checkbox"/>	Centro urbano <input type="checkbox"/>	Periferia urbana <input type="checkbox"/>
Altro <input type="checkbox"/>			

CARATTERISTICHE OROGRAFICHE			
In piano <input type="checkbox"/>	In pendio / su versante / orlo di scarpata <input type="checkbox"/>	Riporto <input type="checkbox"/>	Avvallamento <input type="checkbox"/>
Cresta o vetta ( $15^\circ < \alpha < 30^\circ$ ) <input type="checkbox"/>		Cresta o vetta ( $\alpha > 30^\circ$ ) <input type="checkbox"/>	

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE (*)		
Terreno A <input type="checkbox"/>	Terreno B - C - E <input type="checkbox"/>	Terreno D <input type="checkbox"/>

1) Sulla base di carte geologiche disponibili; 2) Sulla base di indagini esistenti; 3) Sulla base di prove in situ effettuate appositamente.

CONTESTO EDILIZIO		
Bene individuo <input type="checkbox"/>	Bene complesso <input type="checkbox"/>	Numero di beni componenti: _____
Denominazione del complesso architettonico _____		

AGGREGAZIONE CON ALTRI MANUFATTI	
Isolato <input type="checkbox"/>	Presenza di corpi bassi annessi <input type="checkbox"/>
In aggregato <input type="checkbox"/>	Estremità <input type="checkbox"/>
	Angolo <input type="checkbox"/>
	Intercluso <input type="checkbox"/>

INTERAZIONE FRA UNITÀ STRUTTURALI		
Presenza di adeguata distanza (giunto sismico) <input type="checkbox"/>	Presenza di buon collegamento <input type="checkbox"/>	Presenza di catene <input type="checkbox"/>

ACCESSIBILITÀ			
Accesso pedonale <input type="checkbox"/>	Accesso carrabile <input type="checkbox"/>	Accesso con mezzi pesanti <input type="checkbox"/>	Accesso con altezza < 4 m <input type="checkbox"/>
Rete viaria idonea primaria <input type="checkbox"/>		Rete viaria idonea secondaria <input type="checkbox"/>	
Altro <input type="checkbox"/>			

STATO DI UTILIZZO			
Utilizzo del manufatto	Parziale <input type="checkbox"/>		Totale <input type="checkbox"/>
Frequenza d'uso	Molto frequente (giornaliero) <input type="checkbox"/>	Frequente (settimanale) <input type="checkbox"/>	Saltuario <input type="checkbox"/>
Grado di affollamento	<input type="checkbox"/>		

## MODULO C – MORFOLOGIA DEGLI ELEMENTI

CODIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI												
	F	PR	AU	T	AR	CU	CO	AP	CL	CA	TC	AG
F												
PR												
AU												
T												
AR												
CU												
CO												
AP												
CL												
CA												
TC												
AG												

*Note:* **F** (facciata); **PR** (protiro o narcece); **AU** (aula); **T** (transetto); **AR** (arco trionfale); **CU** (cupola); **CO** (copertura); **AP** (abside-presbiterio); **CL** (cappelle laterali); **CA** (corpi annessi); **TC** (torre campanaria); **AG** (aggetti).

ISPEZIONABILITÀ		
F	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>LEGENDA:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> non ispezionabile</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> parzialmente ispezionabile</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> ispezionabile</p>
PR	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
AU	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
T	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
AR	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
CU	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
CO	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
AP	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
CL	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
CA	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
TC	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
AG	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

DATI DIMENSIONALI E TIPOLOGICI				
AULA				
Una navata <input type="checkbox"/>	Due navate <input type="checkbox"/>	Tre navate <input type="checkbox"/>	Più navate <input type="checkbox"/>	Centrale <input type="checkbox"/>
navata centrale	1° navata laterale dx/sx	2° navata laterale dx/sx	pianta centrale	
Larghezza interna: ____ [m] lunghezza interna: ____ [m] altezza max interna: ____ [m] n° campate: ____ <input type="checkbox"/> paraste <input type="checkbox"/> colonne <input type="checkbox"/> contrafforti esterni volte: <input type="checkbox"/> a botte <input type="checkbox"/> a crociera <input type="checkbox"/> a padiglione <input type="checkbox"/> a vela <input type="checkbox"/> cupola presenza di lunette: <input type="checkbox"/> strutturali: <input type="checkbox"/> sì - <input type="checkbox"/> non so quota imposta volta: ____ [m] catene/cuciture: <input type="checkbox"/> n° catene trasversali: ____	matroneo: <input type="checkbox"/> largh. ____ × lung. ____ altezza max: ____ n° colonne/pilastri: ____ <input type="checkbox"/> conci lapidei <input type="checkbox"/> muratura <input type="checkbox"/> monolite dimensioni: ____ × ____ altezza: ____ colleg. con navata centrale: <input type="checkbox"/> arco <input type="checkbox"/> architrave n° catene archi long.: ____ volte: <input type="checkbox"/> a botte <input type="checkbox"/> a crociera <input type="checkbox"/> a padiglione <input type="checkbox"/> cupole o vele strutturali: <input type="checkbox"/> sì - <input type="checkbox"/> non so n° catene trasversali: ____	matroneo: <input type="checkbox"/> largh. ____ × lung. ____ altezza max: ____ n° col./pil./setti trasv.: ____ <input type="checkbox"/> conci lapidei <input type="checkbox"/> muratura <input type="checkbox"/> monolite dimensioni: ____ × ____ altezza: ____ colleg. con 1° nav. laterale: <input type="checkbox"/> arco <input type="checkbox"/> architrave n° catene archi long.: ____ volte: <input type="checkbox"/> a botte <input type="checkbox"/> a crociera <input type="checkbox"/> a padiglione <input type="checkbox"/> cupole o vele strutturali: <input type="checkbox"/> sì - <input type="checkbox"/> non so n° catene trasversali: ____	largh. ____ × lung. ____ Altezza max: ____ Forma: <input type="checkbox"/> circolare <input type="checkbox"/> quadrata/rettangolare <input type="checkbox"/> ellittica <input type="checkbox"/> poligonale <input type="checkbox"/> croce greca n° altari: ____ colonne: <input type="checkbox"/> Volte: <input type="checkbox"/> a crociera <input type="checkbox"/> a padiglione <input type="checkbox"/> a vela <input type="checkbox"/> cupola strutturali: <input type="checkbox"/> sì - <input type="checkbox"/> non so quota imposta volta: ____ n° catene: ____	
FACCIATA			PROTIRO O NARTECE	
Larghezza totale: ____ [m]; Spessore alla base: ____ [m]; Quota colmo: ____ [m]; Quota gronda: ____ [m]; (navata centrale) Quota colmo: ____ [m]; Quota gronda: ____ [m]; (navata laterale) N° aperture: ____; Edificio addossato <input type="checkbox"/> ; Rastremazioni <input type="checkbox"/> <i>Profilo altimetrico</i> Capanna <input type="checkbox"/> Salienti <input type="checkbox"/> Rettangolare <input type="checkbox"/> <i>Profilo planimetrico</i> Rettangolare <input type="checkbox"/> Concavo <input type="checkbox"/> Convesso <input type="checkbox"/>			Larghezza: ____ [m]; Lunghezza: ____ [m]; Altezza massima: ____ [m]; N° colonne (pilastri-setti trasversali): ____ Dimensioni colonne: ____ × ____ [m]; N° catene trasversali: ____ N° catene longitudinali: ____	
TRANSETTO			ARCO TRIONFALE	
Larghezza: ____ [m]; Lunghezza: ____ [m]; Quota colmo: ____ [m]; Quota gronda: ____ [m]; N° navate: ____; Quota colmo: ____ [m]; Quota gronda: ____ [m]; (navata laterale) N° aperture: ____; Spessore alla base ____ [m]; <i>Tipologia delle volte</i> <input type="checkbox"/> a botte <input type="checkbox"/> a crociera <input type="checkbox"/> a padiglione <input type="checkbox"/> a vela Presenza di lunette: <input type="checkbox"/> ; Volte strutturali: <input type="checkbox"/> sì - <input type="checkbox"/> non so Quota imposta volta: ____ [m]			N° archi trionfale: ____ <i>Disposizione trasversale</i> Larghezza: ____ [m]; Spessore ____ [m]; Altezza massima in chiave: ____ [m]; Altezza massima all'imposta: ____ [m]; <i>Disposizione longitudinale</i> Larghezza: ____ [m]; Spessore ____ [m]; Altezza massima in chiave: ____ [m]; Altezza massima all'imposta: ____ [m];	

CUPOLA	COPERTURA	
Diametro interno: _____ m]; Quota imposta: _____ m]; <i>Tipologia:</i> Circolare <input type="checkbox"/> Poligonale <input type="checkbox"/> Cupola strutturale: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> non so Tiburio <input type="checkbox"/> ; Tamburo: <input type="checkbox"/> N° aperture nel tamburo: _____ N° cerchiature cupola: _____ Presenza di lanterna: <input type="checkbox"/> N° aperture: _____ N° cerchiature lanterna: _____	<b>NAVATA CENTRALE:</b> superficie coperta: _____ m]; Legno <input type="checkbox"/> Acciaio <input type="checkbox"/> c.a. <input type="checkbox"/> Spingente <input type="checkbox"/> Parz. spingente <input type="checkbox"/> Non spingente <input type="checkbox"/> Capriate <input type="checkbox"/> Presenza di cordoli: <input type="checkbox"/> Presenza di pilastri in muratura: <input type="checkbox"/> Presenza di controventi di falda: <input type="checkbox"/>	
	<b>NAVATE LATERALI:</b> superficie coperta: _____ m]; Legno <input type="checkbox"/> Acciaio <input type="checkbox"/> c.a. <input type="checkbox"/> Spingente <input type="checkbox"/> Parz. spingente <input type="checkbox"/> Non spingente <input type="checkbox"/> Capriate <input type="checkbox"/> Presenza di cordoli: <input type="checkbox"/> Presenza di pilastri in muratura: <input type="checkbox"/> Presenza di controventi di falda: <input type="checkbox"/>	
CRIPTA	<b>TRANSETTO:</b> superficie coperta: _____ m]; Legno <input type="checkbox"/> Acciaio <input type="checkbox"/> c.a. <input type="checkbox"/> Spingente <input type="checkbox"/> Parz. spingente <input type="checkbox"/> Non spingente <input type="checkbox"/> Capriate <input type="checkbox"/> Presenza di cordoli: <input type="checkbox"/> Presenza di pilastri in muratura: <input type="checkbox"/> Presenza di controventi di falda: <input type="checkbox"/>	
Larghezza: _____ m]; Lunghezza: _____ m]; Altezza: _____ m]; N° colonne: _____ <i>Tipologia delle volte</i> <input type="checkbox"/> a botte <input type="checkbox"/> a crociera <input type="checkbox"/> a vela N° catene trasversali: _____ N° catene longitudinali: _____	<b>ABSIDE-PRESBITERIO:</b> superficie coperta: _____ m]; Legno <input type="checkbox"/> Acciaio <input type="checkbox"/> c.a. <input type="checkbox"/> Spingente <input type="checkbox"/> Parz. spingente <input type="checkbox"/> Non spingente <input type="checkbox"/> Capriate <input type="checkbox"/> Presenza di cordoli: <input type="checkbox"/> Presenza di pilastri in muratura: <input type="checkbox"/> Presenza di controventi di falda: <input type="checkbox"/>	
<b>ABSIDE:</b> N° absidi: _____		
Abside principale	Abside secondario	Abside secondario
Larghezza interna: _____ m] Lunghezza interna: _____ m] Altezza max interna: _____ m] N° aperture: _____ N° cerchiature: _____ Spessore muratura: : _____ m] <i>Profilo planimetrico</i> Rettangolare <input type="checkbox"/> Poligonale <input type="checkbox"/> Semicircolare <input type="checkbox"/> <i>Tipologia delle volte</i> <input type="checkbox"/> a botte <input type="checkbox"/> a crociera <input type="checkbox"/> a padiglione <input type="checkbox"/> a vela <input type="checkbox"/> catino absidale Presenza di lunette: <input type="checkbox"/> Volte strutturali: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> non so Presenza di archi rampanti: <input type="checkbox"/>	Larghezza interna: _____ m] Lunghezza interna: _____ m] Altezza max interna: _____ m] N° aperture: _____ N° cerchiature: _____ Spessore muratura: : _____ m] <i>Profilo planimetrico</i> Rettangolare <input type="checkbox"/> Poligonale <input type="checkbox"/> Semicircolare <input type="checkbox"/> <i>Tipologia delle volte</i> <input type="checkbox"/> a botte <input type="checkbox"/> a crociera <input type="checkbox"/> a padiglione <input type="checkbox"/> a vela <input type="checkbox"/> catino absidale Presenza di lunette: <input type="checkbox"/> Volte strutturali: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> non so Presenza di archi rampanti: <input type="checkbox"/>	Larghezza interna: _____ m] Lunghezza interna: _____ m] Altezza max interna: _____ m] N° aperture: _____ N° cerchiature: _____ Spessore muratura: : _____ m] <i>Profilo planimetrico</i> Rettangolare <input type="checkbox"/> Poligonale <input type="checkbox"/> Semicircolare <input type="checkbox"/> <i>Tipologia delle volte</i> <input type="checkbox"/> a botte <input type="checkbox"/> a crociera <input type="checkbox"/> a padiglione <input type="checkbox"/> a vela <input type="checkbox"/> catino absidale Presenza di lunette: <input type="checkbox"/> Volte strutturali: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> non so Presenza di archi rampanti: <input type="checkbox"/>

DATI DIMENSIONALI E TIPOLOGICI		
PRESBITERIO: N° presbiterio: _____		
Presbiterio principale	Presbiterio secondario	Presbiterio secondario
Larghezza interna: _____ [m] Lunghezza interna: _____ [m] Altezza max interna: _____ [m] N° aperture: _____ N° catene trasversali: _____ Spessore muratura: : _____ [m] <i>Tipologia delle volte</i> <input type="checkbox"/> a botte <input type="checkbox"/> a crociera <input type="checkbox"/> a padiglione <input type="checkbox"/> a vela <input type="checkbox"/> catino absidale Presenza di lunette: <input type="checkbox"/> Volte strutturali: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> non so	Larghezza interna: _____ [m] Lunghezza interna: _____ [m] Altezza max interna: _____ [m] N° aperture: _____ N° catene trasversali: _____ Spessore muratura: : _____ [m] <i>Tipologia delle volte</i> <input type="checkbox"/> a botte <input type="checkbox"/> a crociera <input type="checkbox"/> a padiglione <input type="checkbox"/> a vela <input type="checkbox"/> catino absidale Presenza di lunette: <input type="checkbox"/> Volte strutturali: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> non so	Larghezza interna: _____ [m] Lunghezza interna: _____ [m] Altezza max interna: _____ [m] N° aperture: _____ N° catene trasversali: _____ Spessore muratura: : _____ [m] <i>Tipologia delle volte</i> <input type="checkbox"/> a botte <input type="checkbox"/> a crociera <input type="checkbox"/> a padiglione <input type="checkbox"/> a vela <input type="checkbox"/> catino absidale Presenza di lunette: <input type="checkbox"/> Volte strutturali: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> non so
CAPPELLE LATERALI	CORPI ANNESSI	
Larghezza: _____ [m]; Lunghezza: _____ [m]; Altezza massima: _____ [m]; N° aperture: _____; Spessore muratura: _____ [m]; Presenza di catene trasversali: <input type="checkbox"/> Presenza di volte strutturali: <input type="checkbox"/>	Altezza massima: _____ [m]; Spessore muratura: _____ [m]; <i>Posizione</i> <input type="checkbox"/> A-SX <input type="checkbox"/> A-DX <input type="checkbox"/> P-SX <input type="checkbox"/> P-DX <i>Connessione</i> <input type="checkbox"/> Adiacente senza giunto sismico; <input type="checkbox"/> Adiacente con giunto <input type="checkbox"/> Presenza buon ammorsamento; <input type="checkbox"/> Presenza catene	
TORRE CAMPANARIA: N° torri campanarie: _____		
Torre principale	Torre secondaria	
Larghezza esterna: _____ [m] Lunghezza esterna: _____ [m] Altezza max : _____ [m] N° aperture: _____ N° cerchiature: _____ Spessore muratura: _____ [m] Quota stacco del campanile: _____ [m] <i>Tipologia planimetrica</i> <input type="checkbox"/> quadrata/rettangolare <input type="checkbox"/> circolare <input type="checkbox"/> poligonale <input type="checkbox"/> a vela <i>Posizione</i> <input type="checkbox"/> A-SX <input type="checkbox"/> A-DX <input type="checkbox"/> P-SX <input type="checkbox"/> P-DX <i>Connessione</i> <input type="checkbox"/> Isolato; <input type="checkbox"/> Inserito in pianta <input type="checkbox"/> Esterno muro comune; <input type="checkbox"/> Esterno muro adiacente <i>Cella campanaria: N° _____</i> Dimensioni piedritti: _____ x _____ (1)[m] ---- _____ x _____ (2)[m] Altezza : _____ (1)[m] ----- _____ (2)[m]	Larghezza esterna: _____ [m] Lunghezza esterna: _____ [m] Altezza max : _____ [m] N° aperture: _____ N° cerchiature: _____ Spessore muratura: _____ [m] Quota stacco del campanile: _____ [m] <i>Tipologia planimetrica</i> <input type="checkbox"/> quadrata/rettangolare <input type="checkbox"/> circolare <input type="checkbox"/> poligonale <input type="checkbox"/> a vela <i>Posizione</i> <input type="checkbox"/> A-SX <input type="checkbox"/> A-DX <input type="checkbox"/> P-SX <input type="checkbox"/> P-DX <i>Connessione</i> <input type="checkbox"/> Isolato; <input type="checkbox"/> Inserito in pianta <input type="checkbox"/> Esterno muro comune; <input type="checkbox"/> Esterno muro adiacente <i>Cella campanaria: N° _____</i> Dimensioni piedritti: _____ x _____ (1)[m] ---- _____ x _____ (2)[m] Altezza : _____ (1)[m] ----- _____ (2)[m]	

**CARATTERISTICHE DELLE MURATURE**

<b>FACCIATA</b>	scheda n°:	%:	S <sub>min</sub> : _____[m]	S <sub>max</sub> : _____[m]
	scheda n°:	%:	S <sub>min</sub> : _____[m]	S <sub>max</sub> : _____[m]
<b>PARETI LATERALI</b>	scheda n°:	%:	S <sub>min</sub> : _____[m]	S <sub>max</sub> : _____[m]
	scheda n°:	%:	S <sub>min</sub> : _____[m]	S <sub>max</sub> : _____[m]
<b>ARCHI TRIONFALI</b>	scheda n°:	%:	S <sub>min</sub> : _____[m]	S <sub>max</sub> : _____[m]
	scheda n°:	%:	S <sub>min</sub> : _____[m]	S <sub>max</sub> : _____[m]
<b>TRANSETTO</b>	scheda n°:	%:	S <sub>min</sub> : _____[m]	S <sub>max</sub> : _____[m]
	scheda n°:	%:	S <sub>min</sub> : _____[m]	S <sub>max</sub> : _____[m]
<b>CUPOLA</b>	scheda n°:	%:	S <sub>min</sub> : _____[m]	S <sub>max</sub> : _____[m]
	scheda n°:	%:	S <sub>min</sub> : _____[m]	S <sub>max</sub> : _____[m]
<b>ABSIDE</b>	scheda n°:	%:	S <sub>min</sub> : _____[m]	S <sub>max</sub> : _____[m]
	scheda n°:	%:	S <sub>min</sub> : _____[m]	S <sub>max</sub> : _____[m]
<b>CAMPANILE</b>	scheda n°:	%:	S <sub>min</sub> : _____[m]	S <sub>max</sub> : _____[m]
	scheda n°:	%:	S <sub>min</sub> : _____[m]	S <sub>max</sub> : _____[m]
<b>ALTRI CORPI (cappelle, sacrestia)</b>	scheda n°:	%:	S <sub>min</sub> : _____[m]	S <sub>max</sub> : _____[m]
	scheda n°:	%:	S <sub>min</sub> : _____[m]	S <sub>max</sub> : _____[m]
<b>CAMPANILE</b>	scheda n°:	%:	S <sub>min</sub> : _____[m]	S <sub>max</sub> : _____[m]
	scheda n°:	%:	S <sub>min</sub> : _____[m]	S <sub>max</sub> : _____[m]

## MODULO D – ANALISI DEL DANNO E DELLA VULNERABILITÀ

1 – RIBALTAMENTO DELLA FACCIATA				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di catene longitudinali	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di efficaci elementi di contrasto (contrafforti, corpi addossati, altri edifici)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ammorsamento di buona qualità tra la facciata ed i muri della navata	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di elementi spingenti (puntoni di copertura, volte, archi)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di grandi aperture nelle pareti laterali in vicinanza del cantonale	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Danno	Distacco della facciata dalle pareti o evidenti fuori piombo			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2 - MECCANISMI NELLA SOMMITÀ DELLA FACCIATA				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di collegamenti puntuali con la copertura (travi-catene)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di controventi di falda	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di grandi aperture (rosone o altro)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di una sommità a vela di grande dimensione e peso	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cordoli rigidi, trave di colmo in c.a., copertura pesante in c.a.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Danno	Lesioni inclinate a (taglio) - Lesioni verticali o arcuate – Rotazioni delle capriate			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3 - MECCANISMI NEL PIANO DELLA FACCIATA				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di catene in controfacciata	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Contrasto laterale fornito da corpi addossati o facciata inserita in aggregato	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di grandi aperture (anche tamponate)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Elevata snellezza (rapporto altezza/larghezza)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	Lesioni inclinate (taglio) – Lesioni verticali o arcuate (rotazione) – Altre fessurazioni o spancamenti			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4 – PROTIRO - NARTECE				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			Peso nella fabbrica ( $\leq 1$ ): ____	
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di catene	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di colonne, pilastri di adeguata rigidezza	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di elementi spingenti (archi, volte)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Danno	Lesioni nella trabeazione per rotazione delle colonne – Distacco complessivo dalla facciata – Martellamento del protiro – Archi lesionati		

5 – RISPOSTA TRASVERSALE DELL’AULA			
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo:		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Punta di danno massimo (da 0 a 5): __
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di paraste o contrafforti esterni	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di corpi annessi adiacenti	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di catene trasversali	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di pareti con elevata snellezza	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di volte e archi	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Danno	Lesioni negli arconi (con eventuale prosecuzione nella volta) – Rotazioni delle pareti – Lesioni a taglio nelle volte – Fuori piombo e schiacciamento colonne		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6 – MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI LATERALI (RISPOSTA LONGITUDINALE)			
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo:		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Punta di danno massimo (da 0 a 5): __
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Muratura uniforme (unica fase costruttiva) e di buona qualità	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di buoni architravi nelle aperture	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di grandi aperture (anche tamponate), muratura di limitato spessore	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Cordoli in c.a. molto rigidi, copertura pesante in c.a.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Danno	Lesioni inclinate (singole o incrociate) – Lesioni attraverso discontinuità locali		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7 - RISPOSTA LONGITUDINALE DEL COLONNATO NELLE CHIESE A PIÙ NAVATE			
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo:		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Punta di danno massimo (da 0 a 5): __
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di catene longitudinali	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di contrafforti in facciata o di corpi annessi	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di volte pesanti (navata centrale di inerzia elevata)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Copertura pesante in c.a., cappe armate di significativo spessore nelle volte	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Danno	Lesioni negli archi o negli architravi longitudinali – Schiacciamento e/o lesioni alla base dei pilastri – Lesioni a taglio nelle volte delle navate laterali		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8 - VOLTE DELLA NAVATA CENTRALE			
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo:		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Punta di danno massimo (da 0 a 5): __
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di catene in posizione efficace	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di lunette di dimensioni considerevoli	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Volte il foglio, con campate di grande luce	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Danno	Lesioni nelle volte dell’aula centrale o sconnessioni dagli arconi		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

9 - VOLTE DELLE NAVATE LATERALI			
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo:		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Punta di danno massimo (da 0 a 5): ____
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i> Presenza di catene in posizione efficace .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> Presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura Presenza di lunette di dimensioni considerevoli Volte il foglio, con campate di grande luce .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	Lesioni nelle volte o sconnessioni dagli arconi o dalle pareti laterali		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
10 - RIBALTAMENTO DELLE PARETI DI ESTREMITÀ DEL TRANSETTO			
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo:		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Peso nella fabbrica ( $\leq 1$ ): ____
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i> Presenza di catene longitudinali Presenza di efficaci elementi di contrasto (contrafforti, corpi addossati, altri edifici) Buon collegamento con la copertura (travi-catene, controventi) Ammorsamento di buona qualità tra la parete frontale ed i muri laterali Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili) .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> Presenza di cordoli rigidi, travi di colmo in c.a., copertura pesante Presenza di grandi aperture nella parete frontale (rosone) o in quelle laterali Presenza di una sommità a vela di grande dimensione e peso .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	Distacco della parete frontale dalle pareti laterali o ribaltamenti in sommità		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
11 – MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI DEL TRANSETTO			
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo:		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Peso nella fabbrica ( $\leq 1$ ): ____
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i> Muratura uniforme (unica fase costruttiva) e di buona qualità Presenza di buoni architravi nelle aperture Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili) .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> Presenza di cordoli rigidi, copertura pesante Presenza di grandi aperture (anche tamponate), muratura di limitato spessore .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	Lesioni inclinate (singole o incrociate) – Lesioni attraverso discontinuità locali		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
12 – VOLTE DEL TRANSETTO			
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo:		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Peso ( $\leq 1$ ): ____ Danno max. (0 a 5) ____
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i> Presenza di catene in posizione efficace .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> Presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura Presenza di lunette di dimensioni considerevoli Volte il foglio, con campate di grande luce .....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	Lesioni nelle volte o sconnessioni degli arconi		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

13 –ARCHI TRIONFALI				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pareti di contrasto efficaci (rapporto luce/larghezza aula)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di catene	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Conci di buona fattura e/o adeguato spessore	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di copertura pesante in c.a.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cupola o tiburio	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Danno	Lesione nell'arco, scorrimento di conci – Schiacciamento alla base dei piedritti			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
14 – CUPOLA - TAMBURIO/TIBURIO				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza cerchiatura esterna, anche a più livelli	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza nel tamburo di contrafforti esterni o paraste	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cupola direttamente impostata sugli archi trionfali (assenza del tamburo)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di copertura pesante in c.a.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di grandi aperture nel tamburo	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Danno	Lesioni nella cupola (ad arco) con eventuale prosecuzione nel tamburo			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
15 – LANTERNA				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza cerchiatura esterna	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di paraste o contrafforti	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dimensioni contenute rispetto a quelle della cupola	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lanterna di elevata snellezza, con grandi aperture e piccoli pilastri	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	Lesioni nel cupolino della lanterna – Rotazioni dei piedritti			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
16 – RIBALTAMENTO DELL'ABSIDE				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cerchiatura (semicircolare e poligonale) o catene (rettangolare)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di efficaci elementi di contrasto (contrafforti, corpi addossati, altri edifici)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di copertura controventata, non spingente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di forte indebolimento per la presenza di aperture nelle pareti	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di volte spingenti	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cordoli rigidi, copertura pesante, puntoni di falda in c.a.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Danno	Lesioni verticali o arcuate nelle pareti dell'abside			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

17 – MECCANISMI DI TAGLIO NEL PRESBITERIO O NELL'ABSIDE				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muratura uniforme (unica fase costruttiva) e di buona qualità	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di buoni architravi nelle aperture	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cordoli rigidi, copertura pesante	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di grandi aperture (anche tamponate), muratura di limitato spessore	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Danno	Lesioni inclinate (singole o incrociate) – Lesioni attraverso discontinuità locali			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
18 – VOLTE DEL PRESBITERIO O DELL'ABSIDE				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Punta di danno massimo (da 0 a 5): _____				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di catene in posizione efficace	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di lunette di dimensioni considerevoli	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Volte il foglio, con campate di grande luce	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Danno	Lesioni nelle volte o sconessioni degli arconi			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
19 – MECCANISMI NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA - PARETI LATERALI DELL'AULA				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Punta di danno massimo (da 0 a 5): _____				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di collegamento puntuale delle travi alla muratura	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di controventi di falda (tavolato incrociato o tiranti metallici)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di buone connessioni tra gli elementi di orditura della copertura	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di copertura staticamente spingente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cordoli rigidi, copertura pesante	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Danno	Lesioni vicine alle teste delle travi lignee, scorrimento delle stesse – Sconnessioni tra i cordoli e muratura – Movimenti significativi del manto – Sconnessioni e movimenti tra gli elementi di orditura principale			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
20 – MECCANISMI NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA – TRANSETTO				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Peso nella fabbrica ( $\leq 1$ ): _____				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di collegamento puntuale delle travi alla muratura	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di controventi di falda (tavolato incrociato o tiranti metallici)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di connessioni tra gli elementi di orditura della copertura	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di copertura staticamente spingente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cordoli rigidi, copertura pesante	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Danno	Lesioni vicine alle teste delle travi lignee, scorrimento delle stesse – Sconnessioni tra i cordoli e muratura – Movimenti significativi del manto – Sconnessioni e movimenti tra gli elementi di orditura principale			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

21 – MECCANISMI NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA – ABISDE E PRESBITERIO				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di collegamento puntuale delle travi alla muratura	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di controventi di falda (tavolato incrociato o tiranti metallici)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di connessioni tra gli elementi di orditura della copertura	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		.....		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di copertura staticamente spingente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cordoli rigidi, copertura pesante	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		.....		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	Lesioni vicine alle teste delle travi lignee, scorrimento delle stesse – Sconnessioni tra i cordoli e muratura – Movimenti significativi del manto – Sconnessioni e movimenti tra gli elementi di orditura principale			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
22 - RIBALTAMENTO DELLE CAPPELLE				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Peso ( $\leq 1$ ): ____ Danno max. (0 a 5) __				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di efficaci elementi di contrasto (contrafforti, edifici addossati)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cerchiatura o incatenamento	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ammorsamento di buona qualità tra la parete frontale ed i muri laterali	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		.....		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di forte indebolimento per la presenza di aperture nelle pareti	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		.....		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	Distacco della parete frontale dalle pareti laterali			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
23 – MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI DELLE CAPPELLE				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Peso ( $\leq 1$ ): ____ Danno max. (0 a 5) __				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muratura uniforme (unica fase costruttiva) e di buona qualità	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di buoni architravi nelle aperture	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, c.a. sottili)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		.....		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di cordoli rigidi, copertura pesante	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di grandi aperture (anche tamponate), muratura di limitato spessore	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		.....		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	Lesioni inclinate (singole o incrociate) – Lesioni attraverso discontinuità locali			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
24 – VOLTE DELLE CAPPELLE				
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Peso ( $\leq 1$ ): ____ Danno max. (0 a 5) __				
Vulnerabilità	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di catene in posizione efficace	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		.....		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di lunette di dimensioni considerevoli	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Volte il foglio, con campate di grande luce	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		.....		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Danno	Lesioni nelle volte o sconnessioni degli arconi			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

25 – INTERAZIONI IN PROSSIMITÀ DI IRREGOLARITÀ PLANO-ALTIMETRICHE (CORPI ADIACENTI, ARCHI RAMPANTI)			
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo:		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Peso nella fabbrica ( $\leq 1$ ): ____
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di un'adeguata connessione tra le murature di fasi diverse	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di catene di collegamento	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di un'elevata differenza di rigidità tra i due corpi	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Possibilità di azioni concentrate trasmesse dall'elemento di collegamento	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Danno	Movimento del giunto o lesioni nella muratura per martellamento – Lesioni verticali nel corpo meno rigido – Rotazione nel corpo più alto		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
26 - AGGETTI (VELA, GUGLIE, PINNACOLI, STATUE)			
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo:		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Peso nella fabbrica ( $\leq 1$ ): ____
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di perni di collegamento con la muratura o elementi di ritegno	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Elementi di limitata importanza e dimensione	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Muratura monolitica (a conci squadriati o comunque di buona qualità)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Elementi di elevata snellezza	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Posizione asimmetrica rispetto all'elemento sottostante	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Danno	Evidenza di rotazioni permanenti o scorrimento		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
27 – TORRE CAMPANARIA			
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo:		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Muratura uniforme (unica fase costruttiva) e di buona qualità	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di catene ai diversi ordini	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di adeguata distanza dalle pareti della chiesa (se adiacente)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza buon collegamento con le pareti della chiesa (se inglobata)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>		
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di aperture significative su più livelli	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Vincolo asimmetrico sulle murature alla base (torre inglobata)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Muratura fino a terra solo su alcuni lati (presenza di portico), torre su pilastri murari	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Danno	Lesioni vicino allo stacco dal corpo della chiesa Lesioni a taglio o scorrimento – Lesioni verticali (espulsione di uno o più angoli)		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
28 – CELLA CAMPANARIA			
Presenza del macroelemento in relazione al meccanismo:		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
Vulnerabilità	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Presidi antisismici</i>	
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di piedritti tozzi e/o archi di luce ridotta	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di catene o cerchiature	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di copertura pesante o di altre masse significative	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Presenza di copertura spingente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Danno	Lesioni negli archi – Rotazioni o scorrimenti dei piedritti		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

**ANNOTAZIONI** (danni preesistenti particolari, recenti interventi di consolidamento, beni da salvaguardare)

--

Data rilievo:		
<i>Rilevatori</i>		
Cognome e nome	Qualifica	Ente appartenenza





*Presidente Commissario Delegato  
per le attività post-sisma*



*Consiglio Nazionale delle Ricerche  
ISTITUTO PER LE TECNOLOGIE  
DELLA COSTRUZIONE  
SEDE L'AQUILA*

*Studio per la vulnerabilità sismica degli edifici pubblici, strategici e di culto nei Comuni  
colpiti dal sisma del 31 ottobre 2002  
Decreto del Commissario delegato n.29 del 6.8.03*

**Linee guida preliminari per gli interventi di riparazione del danno e miglioramento sismico per gli  
EDIFICI DI CULTO E MONUMENTALI**

**PARTE PRIMA**

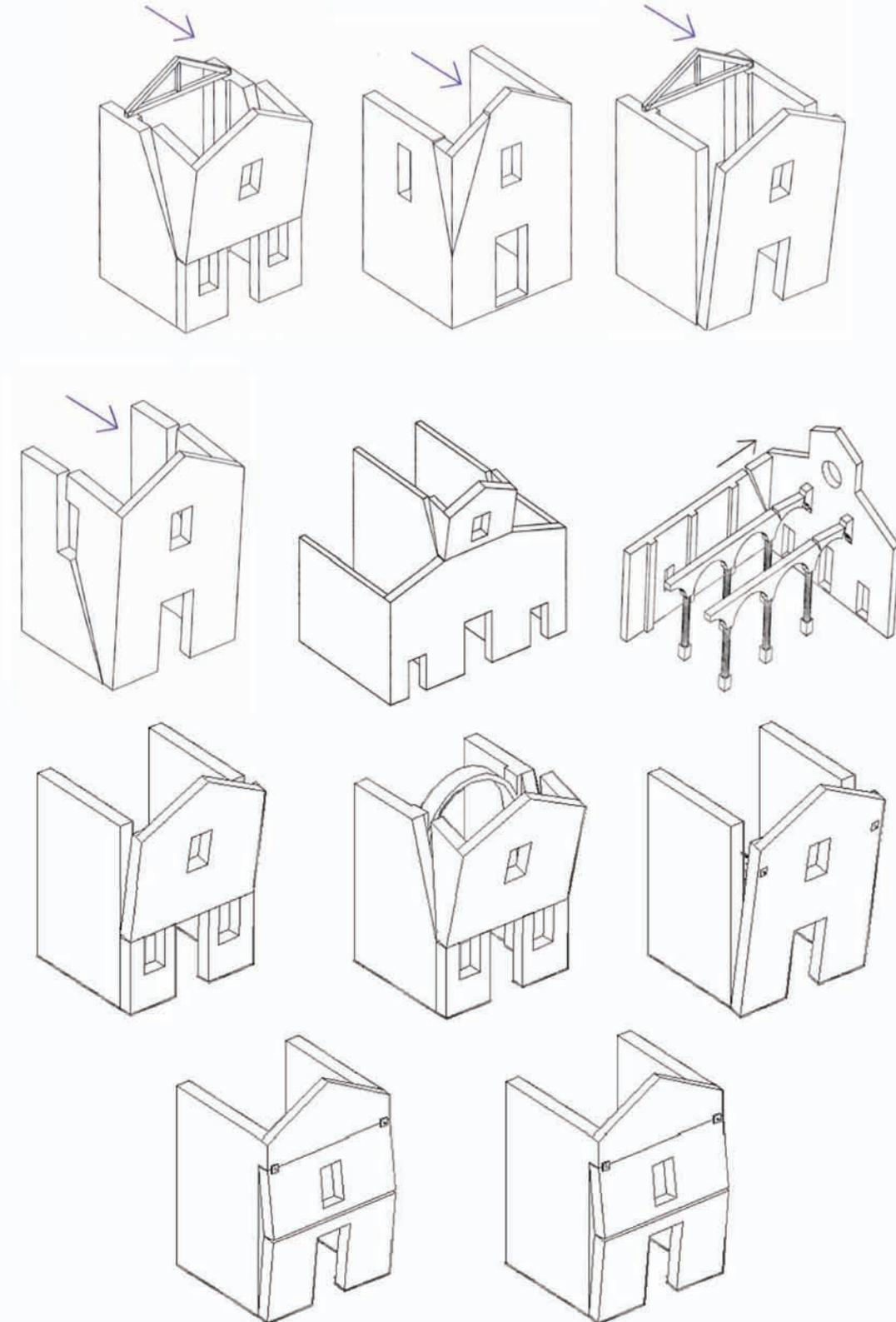
**ALLEGATO C2**

**ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO DELLA SCHEDA CHIESE DI SECONDO LIVELLO PER  
LA VALUTAZIONE DEL DANNO E DELLA VULNERABILITA'**

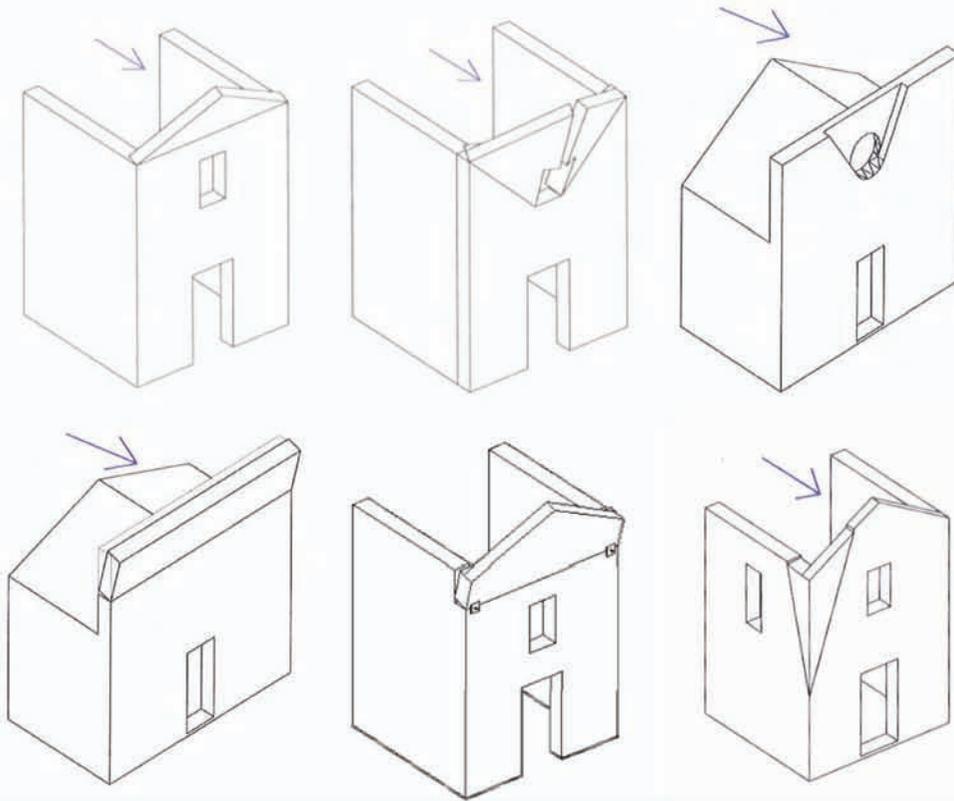


# ABACO DEI MECCANISMI DI DANNO SISMICO

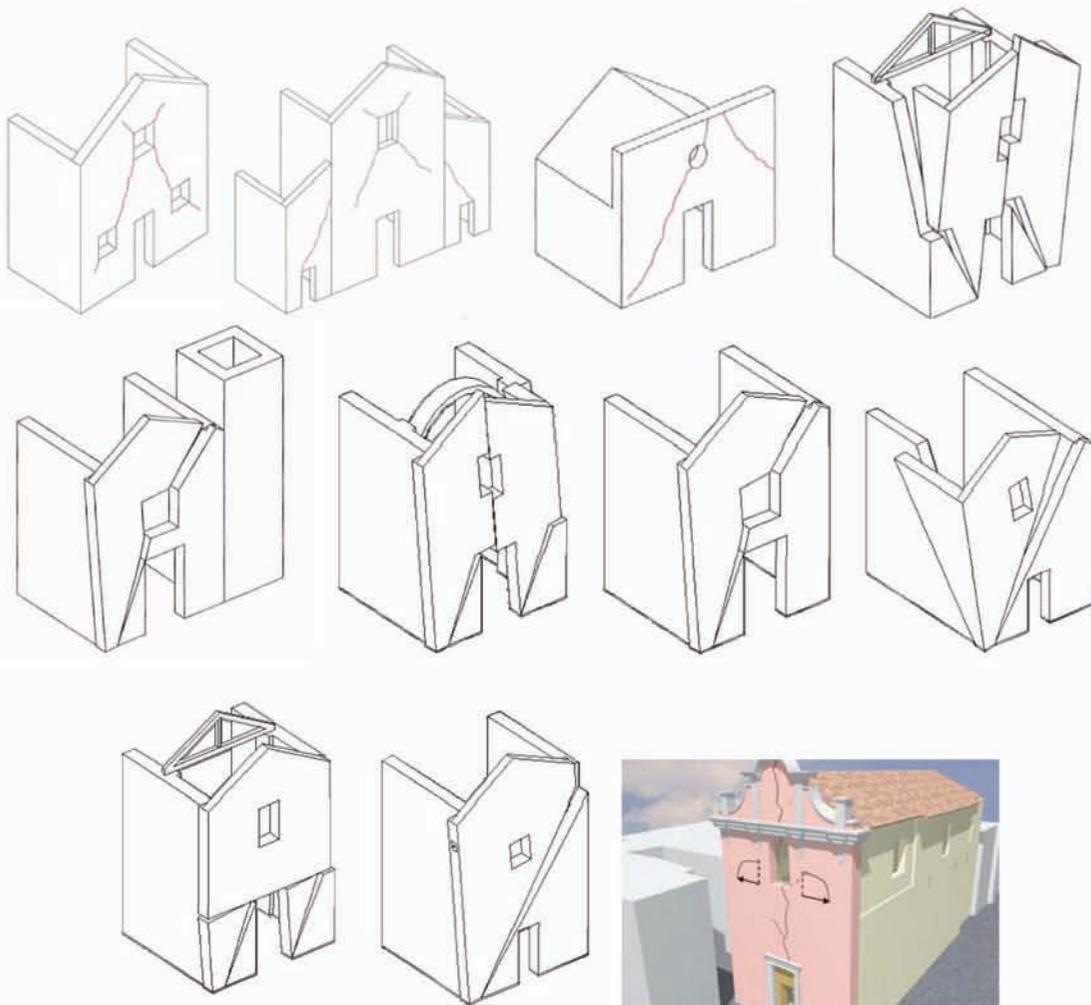
## 1 – RIBALTAMENTO DELLA FACCIATA



## 2 – MECCANISMI NELLA SOMMITÀ DELLA FACCIATA



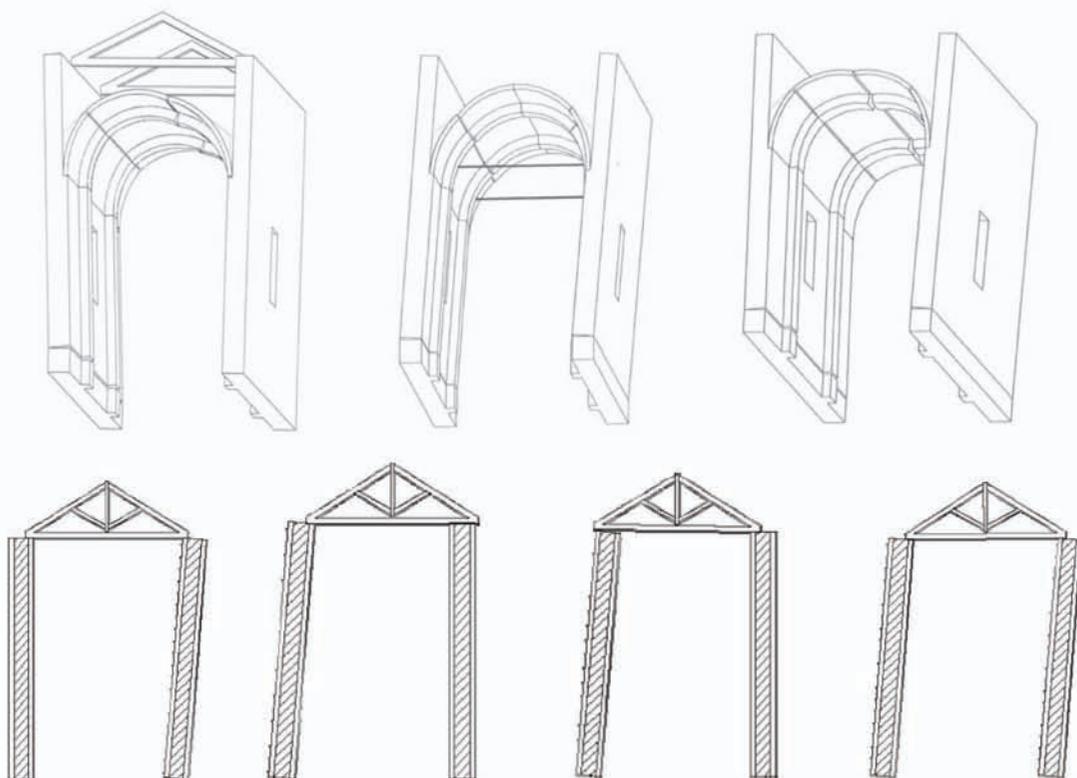
## 3 – MECCANISMI NEL PIANO DELLA FACCIATA



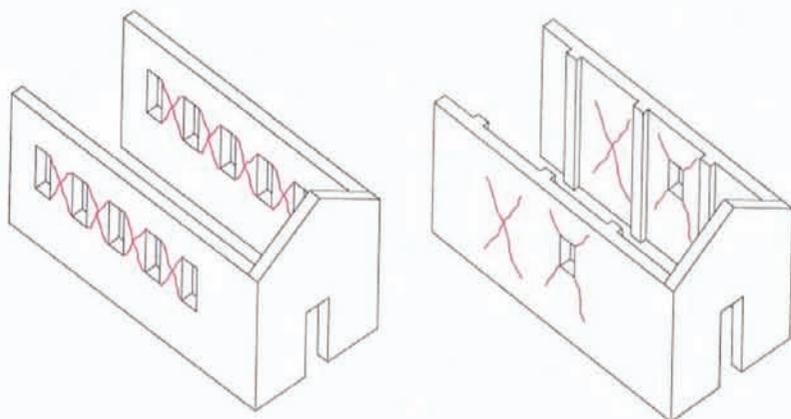
4 – PROTIRO E NARTECE



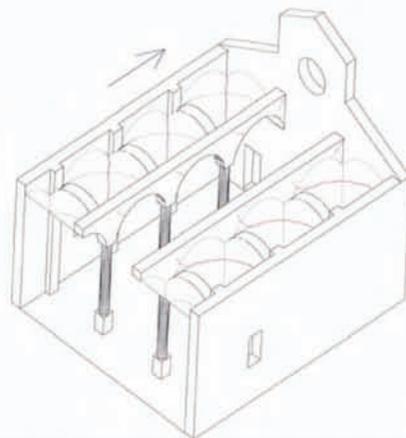
5 – RISPOSTA TRASVERSALE DELL'AULA



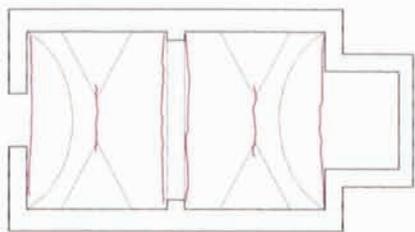
6 – MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI LATERALI (RISPOSTA LONGITUDINALE)



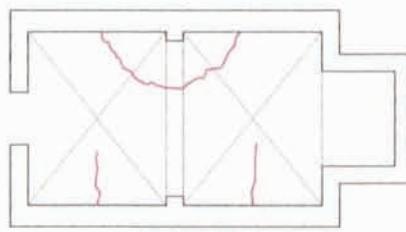
7 – RISPOSTA LONGITUDINALE DEL COLONNATO



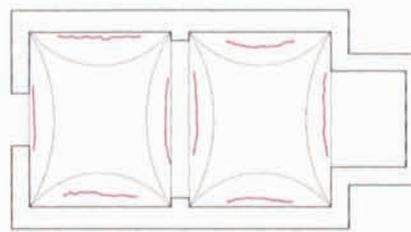
### 8 – VOLTE DELL'AULA O DELLA NAVATA CENTRALE



VOLTA A BOTTE LUNETTATA



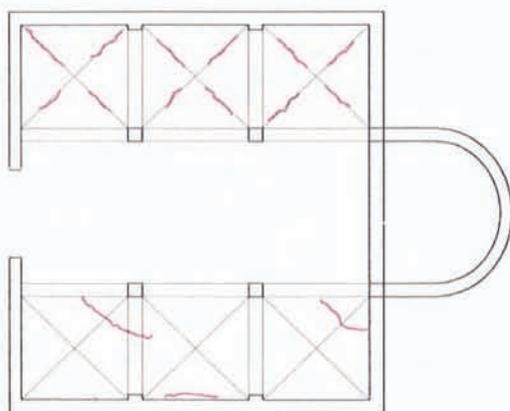
VOLTE A CROCIERA



VOLTA A VELA

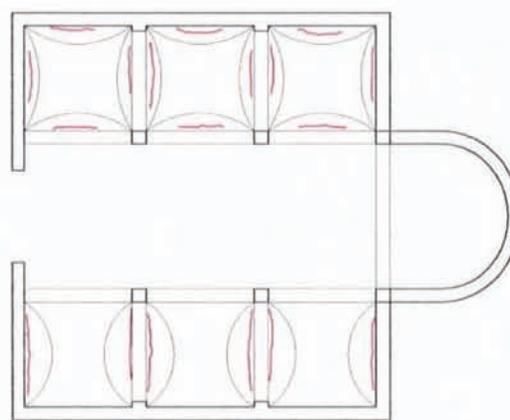
### 9 – VOLTE DELLE NAVATE LATERALI

VOLTE A PADIGLIONE



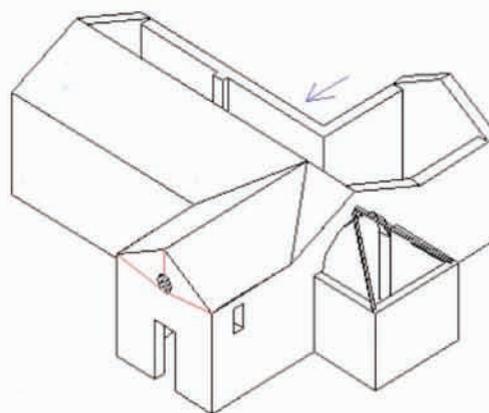
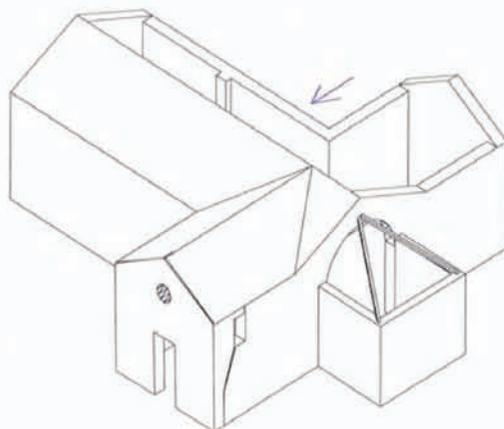
VOLTE A CROCIERA

VOLTE A VELA

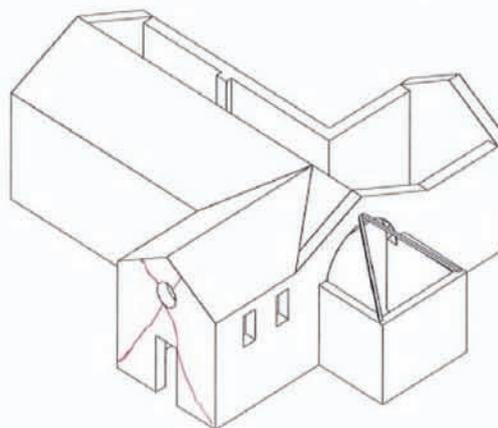
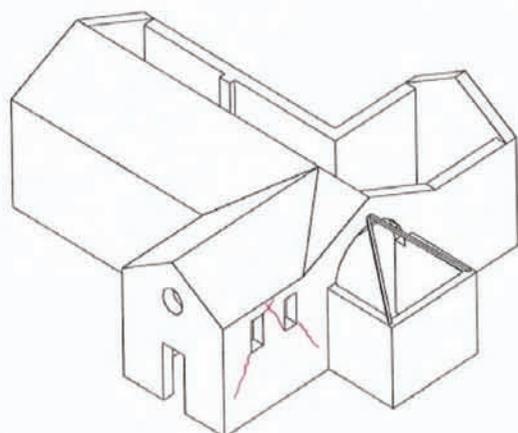


VOLTE A BOTTE

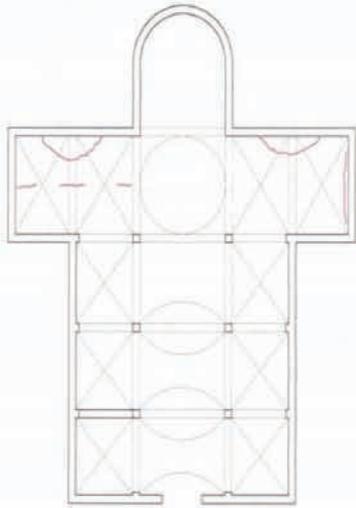
### 10 – RIBALTAMENTO DELLE PARETI DI ESTREMITÀ DEL TRANSETTO



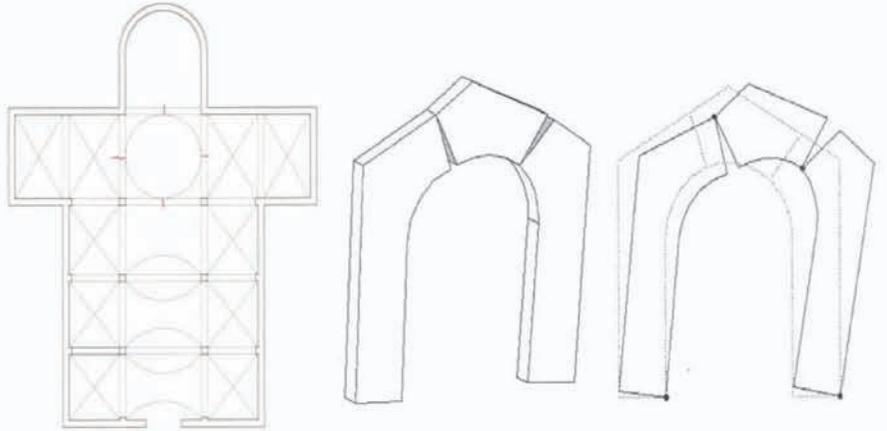
### 11 – MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI DEL TRANSETTO



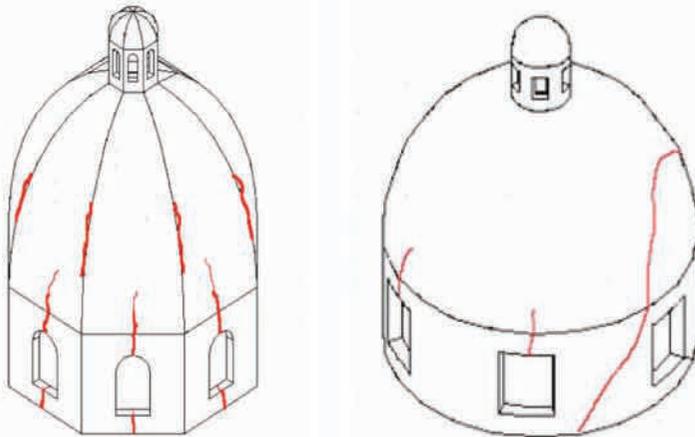
12 – VOLTE DEL TRANSETTO



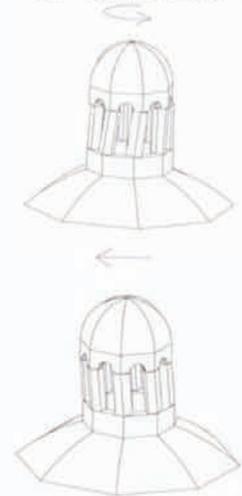
13 – ARCHI TRIONFALI



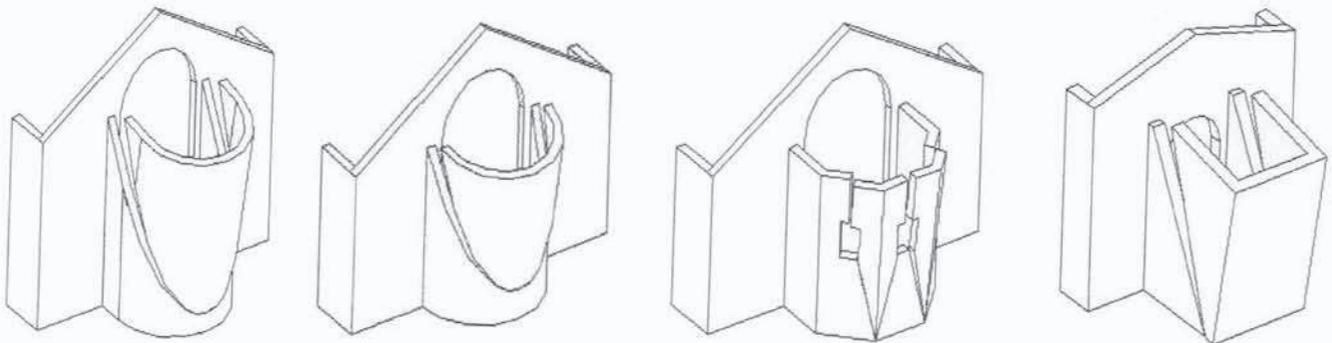
14 – CUPOLA E TAMBURO / TIBURIO



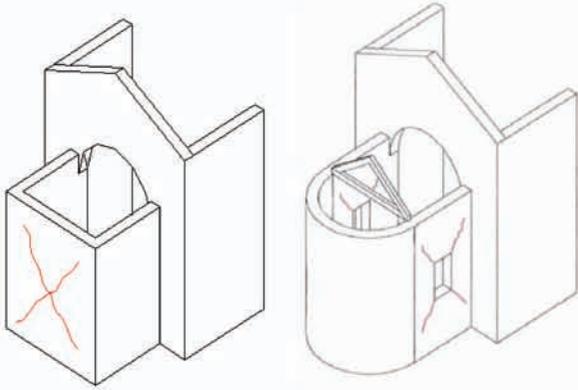
15 – LANTERNA



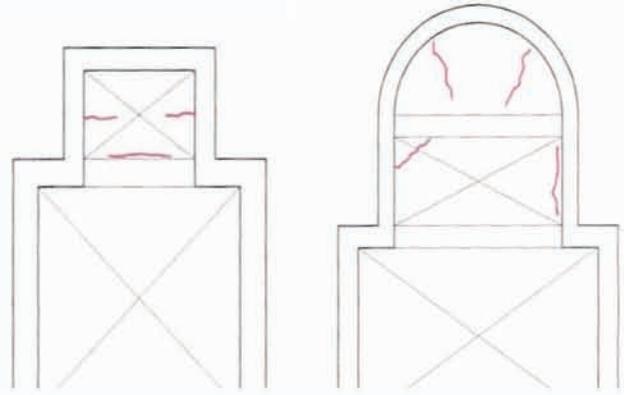
16 – RIBALTAMENTO DELL'ABSIDE



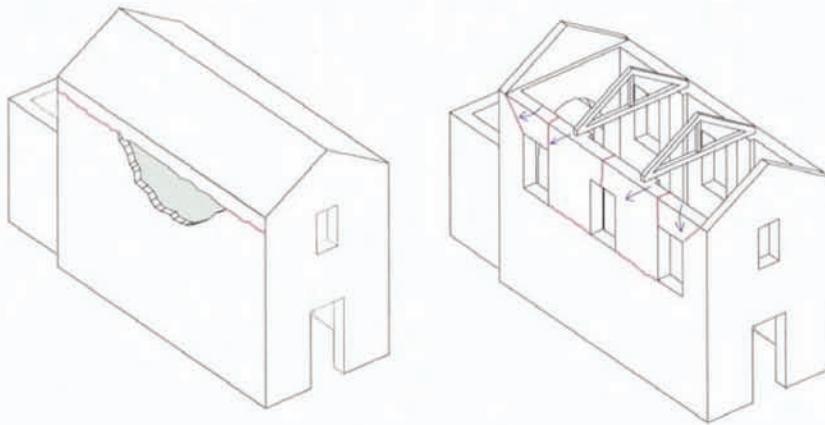
**17 – MECCANISMI DI TAGLIO NEL PRESBITERIO O NELL'ABSIDE**



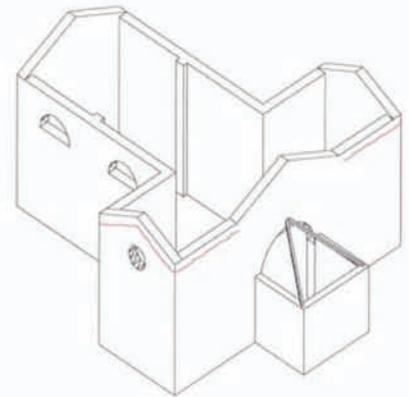
**18 – VOLTE DEL PRESBITERIO O DELL'ABSIDE**



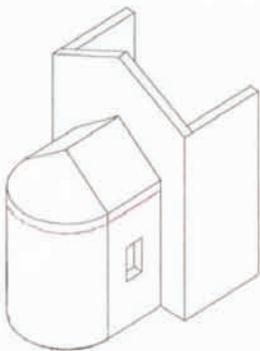
**19 – ELEMENTI DI COPERTURA: PARETI LATERALI DELL'AULA O DELLE NAVATE LATERALI**



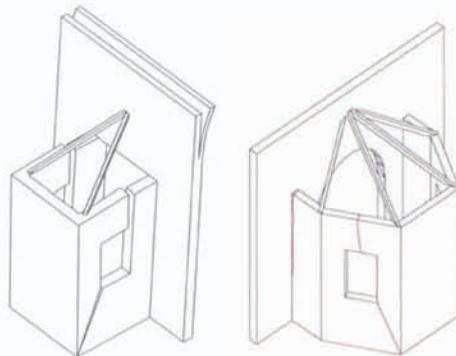
**20 – ELEMENTI DI COPERTURA: TRANSETTO**



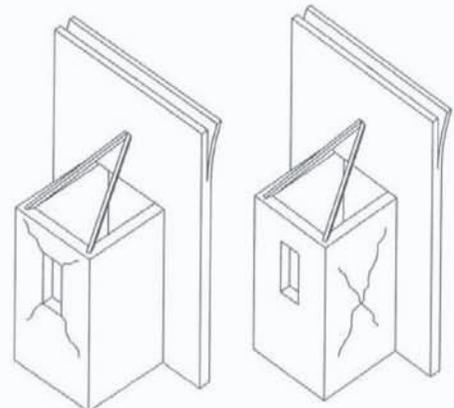
**21 – ELEMENTI DI COPERTURA: ABSIDE E PRESBITERIO**



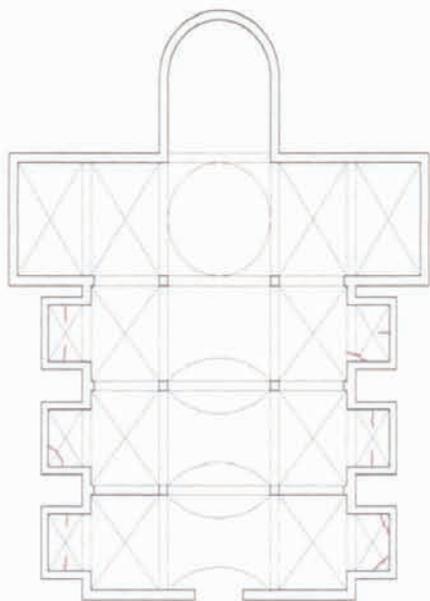
**22 – RIBALTAMENTO DELLE CAPPELLE**



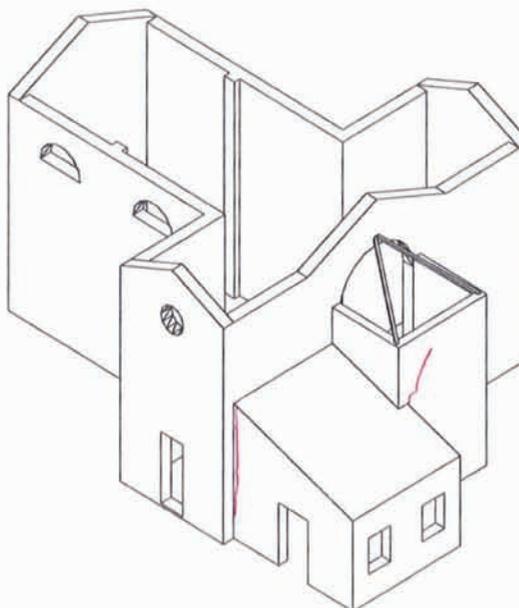
**23 – MECCANISMI DI TAGLIO NELLE CAPPELLE**



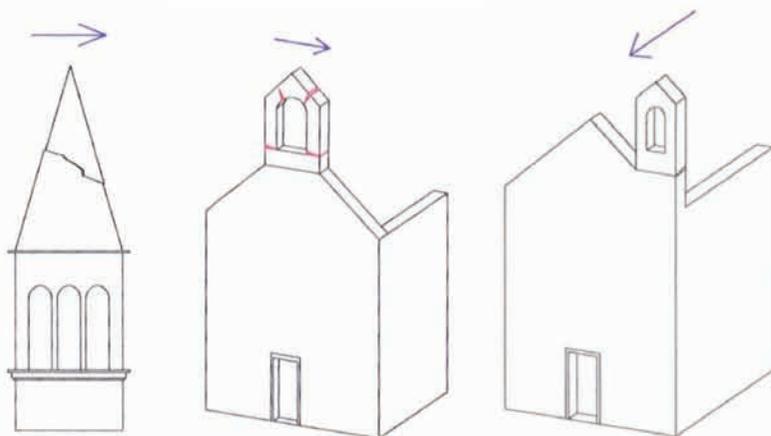
24 – VOLTE DELLE CAPPELLE



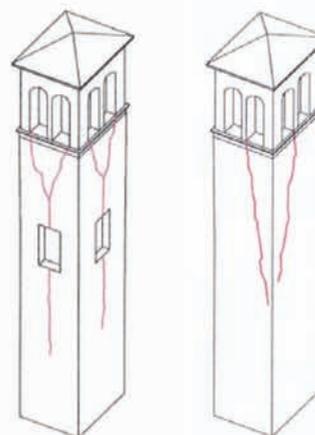
25 – INTERAZIONI IN PROSSIMITÀ DI IRREGOLARITÀ PLANO-ALTIMETRICHE



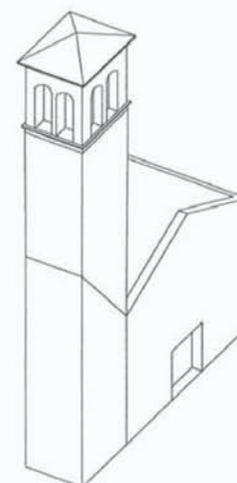
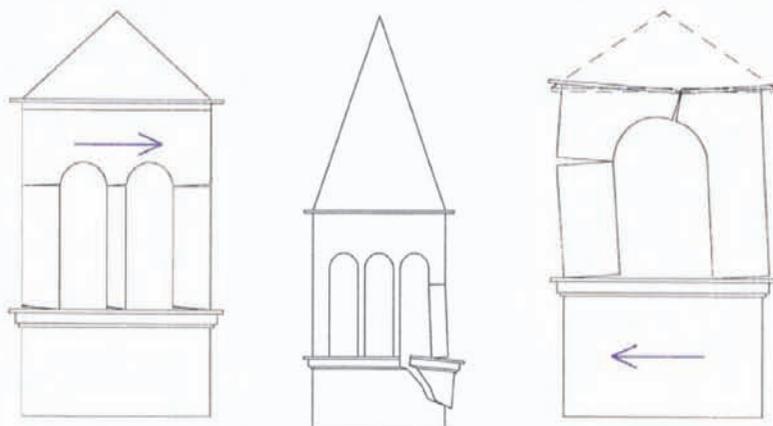
26 – AGGETTI (VELA, GUGLIE, PINNACOLI, STATUE)



27 – TORRE CAMPANARIA



28 – CELLA CAMPANARIA



Gli schemi illustrati rappresentano solo alcuni esempi di possibili meccanismi di danno sismico, in relazione alle tipologie architettoniche più frequenti. Alcuni sono esemplificati sotto forma di cinematiso di collasso, mentre per altri è semplicemente indicato un plausibile andamento delle lesioni.





Presidente Commissario Delegato  
per le attività post-sisma

**SISMA MOLISE 2002 : SCHEDA MURATURE**

Comune	Denominazione bene	Macroelemento

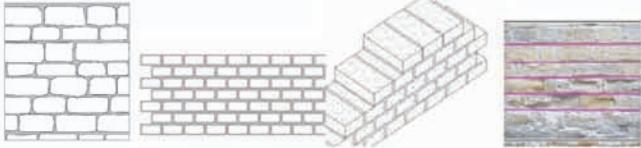
1 - MATERIALE					
1.1.1	arenarie	<input type="checkbox"/>	1.1.6	mattoni pieni crudi	<input type="checkbox"/>
1.1.2	calcare	<input type="checkbox"/>	1.1.7	mattoni semipieni cotti	<input type="checkbox"/>
1.1.3	tufo	<input type="checkbox"/>	1.1.8	blocchi in laterizio forati	<input type="checkbox"/>
1.1.4	calcarenite	<input type="checkbox"/>	1.1.9	blocchi in calcestruzzo semipieni	<input type="checkbox"/>
1.1.5	mattoni pieni cotti	<input type="checkbox"/>	1.1.10		<input type="checkbox"/>

1.2 - LAVORAZIONE				
<input type="checkbox"/> 1.2.1 - assente	<input type="checkbox"/> 1.2.2 appena accennata	<input type="checkbox"/> 1.2.3 - spigoli vivi e facce non lavorate	<input type="checkbox"/> 1.2.4 - ciottoli di fiume	
<input type="checkbox"/> 1.2.5 - ciottoli e blocchi erratici di varia natura	<input type="checkbox"/> 1.2.6 - lastre	<input type="checkbox"/> 1.2.7 - conci sbozzati	<input type="checkbox"/> 1.2.8 - bugnati	<input type="checkbox"/> 1.2.9 - conci squadri

1.3	DIMENSIONE DIAGONALE	1.4	STATO CONSERVAZIONE
1.3.1	piccole : minori 15 cm	<input type="checkbox"/>	1.4.1 pessimo <input type="checkbox"/>
1.3.2	medie : 15-25 cm	<input type="checkbox"/>	1.4.2 discreto <input type="checkbox"/>
1.3.3	grandi : > 25 cm	<input type="checkbox"/>	1.4.3 buono <input type="checkbox"/>

2.1	MALTA - TIPO	2.2	MALTA - STATO CONSERVAZIONE	2.3	MALTA - FUNZIONE
2.1.1	calce aerea <input type="checkbox"/>	2.2.1	incoerente <input type="checkbox"/>	2.3.1	allettamento <input type="checkbox"/>
2.1.2	calce idraulica <input type="checkbox"/>	2.2.2	friabile <input type="checkbox"/>	2.3.2	riempimento <input type="checkbox"/>
2.1.3	cementizia <input type="checkbox"/>	2.2.3	tenace <input type="checkbox"/>	2.3.3	stilatura <input type="checkbox"/>

### 3.1 - POSA IN OPERA - TESSITURA

		
<input type="checkbox"/> 3.1.1 - disordinata orizzontalità non rispettata	<input type="checkbox"/> 3.1.2 - irregolare orizzontalità parzialmente rispettate	<input type="checkbox"/> 3.1.3 - regolare - orizzontalità rispettata

### 3.2 - POSA IN OPERA - DISPOSIZIONE

			
<input type="checkbox"/> 3.2.1 - casuale	<input type="checkbox"/> 3.2.2 - orizzontale verticale	<input type="checkbox"/> 3.2.3 - orizzontale	<input type="checkbox"/> 3.2.4 - a lisca di pesce

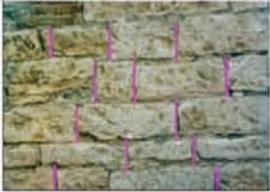
### 3.4 - POSA IN OPERA - ZEPPE E SCAGLIE

			
<input type="checkbox"/> 3.4.1 - assenti	<input type="checkbox"/> 3.4.2 - pietra	<input type="checkbox"/> 3.4.3 - mattoni	<input type="checkbox"/> 3.4.4 - ciottoli

### 3.5 - RICORSI E LISTATURA

				
<input type="checkbox"/> 3.5.1 - assenti	<input type="checkbox"/> 3.5.2 - in mattoni	<input type="checkbox"/> 3.5.3 - in pietra	<input type="checkbox"/> 3.5.4 - in pietra e mattoni	<input type="checkbox"/> 3.5.5 - in calcestruzzo

### 3.6 - POSA IN OPERA - SFALSAMENTO GIUNTI

		
<input type="checkbox"/> 3.5.1 - rispettato - zona centrale	<input type="checkbox"/> 3.6.2 - parzialmente rispettato tra la zona centrale e il bordo	<input type="checkbox"/> 3.7.3 - non rispettato - allineati su più Ricorsi

4.1 - SEZIONE - COSTITUZIONE			
<input type="checkbox"/> 4.1.1 - paramento unico	<input type="checkbox"/> 4.1.2 - due paramenti ammorsati	<input type="checkbox"/> 4.1.3 - due paramenti parzialmente ammorsati	<input type="checkbox"/> 4.1.4 - due paramenti di diversa rigidezza
<input type="checkbox"/> 4.1.5 - due paramenti accostati	<input type="checkbox"/> 4.1.6 - a sacco (incoerente)	<input type="checkbox"/> 4.1.7 - a sacco (coerente)	<input type="checkbox"/> 4.1.8 - paramento aggiunto

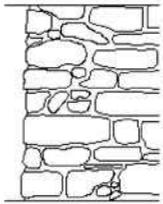
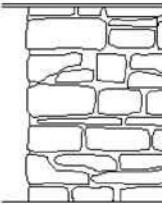
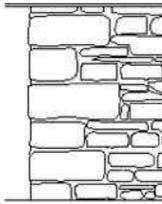
4.2	SEZIONE SPESSORE	4.3	SEZIONE - VUOTI	4.4	SEZIONE - CONSISTENZA	
4.2.1	piccolo spessore	<input type="checkbox"/>	4.4.1 assenti	<input type="checkbox"/>	4.4.1 incoerente	<input type="checkbox"/>
4.2.2	spessore significativo	<input type="checkbox"/>	4.4.2 presenti	<input type="checkbox"/>	4.4.2 coerente	<input type="checkbox"/>
4.2.3	spessore consistente	<input type="checkbox"/>	4.4.3 localizzati	<input type="checkbox"/>		

4.5 - SPESSORE (cm)	4.5.1 - totale _____	4.5.2 - paramento esterno _____	4.5.3 - paramento interno _____
---------------------	----------------------	---------------------------------	---------------------------------

4.5 - PRESENZA DIATONI <input type="checkbox"/>		
4.6 - SEZIONE TRASVERSALE		
<input type="checkbox"/> 4.6.1- presenti - 1 ogni 3 filari orizzontali, 1 ogni 3 elementi	<input type="checkbox"/> 4.6.2 - parzialmente presenti - verticali 1 ogni 3 filari, orizzontali 1 ogni 3 elementi	<input type="checkbox"/> 4.6.3 - non presenti - presenza sporadica

5.1 - INTONACO			
<input type="checkbox"/> 5.1.1 - muratura a faccia vista	<input type="checkbox"/> 5.1.2 - mancante	<input type="checkbox"/> 5.1.3 - in parte mancante	<input type="checkbox"/> 5.1.4 - presente

5.2 - INTONACO - CONSERVAZIONE		
<input type="checkbox"/> 5.2.1 - degradato	<input type="checkbox"/> 5.2.2 - fessurato	<input type="checkbox"/> 5.2.3 - buono

6.1 - COLLEGAMENTI ANGOLATE		
		
<input type="checkbox"/> 6.1.1 - ammorsamento scadente	<input type="checkbox"/> 6.1.2 - collegamenti irregolari	<input type="checkbox"/> 6.1.3 - alternanza regolare

6.2 - COLLEGAMENTI ELEMENTI COSTITUTIVI ANGOLATE			
<input type="checkbox"/> 6.2.1 - alternanza regolare	<input type="checkbox"/> 6.2.2 - analoghi alla muratura	<input type="checkbox"/> 6.2.3 - dimensione maggiore	<input type="checkbox"/> 6.2.4 - a conci squadrate

6.3 - COLLEGAMENTI - TIPOLOGIA MARTELLI		
<input type="checkbox"/> 6.3.1 - assenza collegamenti	<input type="checkbox"/> 6.3.2 - ammorsamento scadente	<input type="checkbox"/> 6.3.3 - collegamenti muri spina

6.4 - COLLEGAMENTI - MURI SPINA		
<input type="checkbox"/> 6.4.1 - differente	<input type="checkbox"/> 6.3.2 - non differente	<input type="checkbox"/> 6.3.3 - frequenza presenza di catene

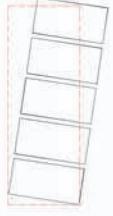
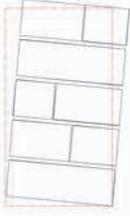
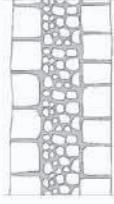
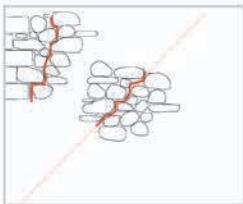
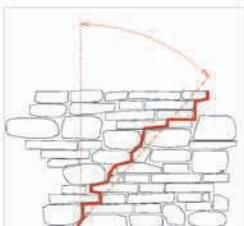
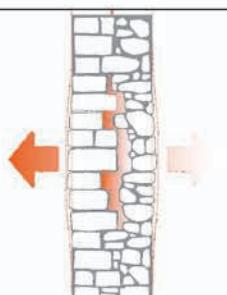
6.5 - COLLEGAMENTI - MARTELLI	
<input type="checkbox"/> 6.5.1 - frequente	<input type="checkbox"/> 6.3.2 - non frequente

6.6 - COLLEGAMENTI - CATENE	
<input type="checkbox"/> 6.6.1 - frequente	<input type="checkbox"/> 6.6.2 - non frequente

7.1 - INTERVENTI ALLE MURATURE			
<input type="checkbox"/> 7.1.1 - nessuno	<input type="checkbox"/> 7.1.2 - scuci cuci in mattoni	<input type="checkbox"/> 7.1.3 - scuci cuci in pietra	<input type="checkbox"/> 7.1.4 - stilatura giunti
<input type="checkbox"/> 7.1.5 - iniezioni malta	<input type="checkbox"/> 7.1.6 - intonaco armato su 1 lato	<input type="checkbox"/> 7.1.7 - intonaco armato su 2 lati	<input type="checkbox"/> 7.1.8 - diafani artificiali

7.2 - INTERVENTI AI COLLEGAMENTI			
<input type="checkbox"/> 7.2.1 - nessuno	<input type="checkbox"/> 7.2.2 - tamponature aperture	<input type="checkbox"/> 7.2.3 - collegamento travi	<input type="checkbox"/> 7.2.4 - catene
<input type="checkbox"/> 7.2.5 - cuciture armate	<input type="checkbox"/> 7.2.6 - cordoli in muratura	<input type="checkbox"/> 7.2.7 - cordoli in c.a.	<input type="checkbox"/> 7.2.8 - orizzontamenti rigidi

## MECCANISMI INTERNI DELLA MURATURA

<p>□ - M1 - Fuori del piano: comportamento assimilabile ad un blocco rigido (sezione costituita da paramento unico o due paramenti ammorsati)</p>				
<p>□ - M2 - Fuori del piano: separazione dei paramenti e attivazione di meccanismi globali dei paramenti (sezione costituita da due paramenti accostati o debolmente ammorsati e priva di connessioni trasversali)</p>				
<p>□ - M3 - Fuori del piano: separazione dei paramenti murari con disgregazione del paramento esterno (sezione costituita da due paramenti di diversa rigidità accostati o debolmente ammorsati)</p>				
<p>□ - M4 - Nel piano: lesioni localizzate inclinate in funzione dell'angolo di attrito interno della muratura (muratura con malta aerea friabile, sfalsamento assente dei giunti e orizzontamenti deformabili)</p>				
<p>□ - M5 - Nel piano: lesioni diffuse inclinate lungo i giunti di malta. (muratura con malta di buona qualità, tessitura orizzontali con giunti sfalsati e orizzontamenti rigidi o semirigidi)</p>				
<p>□ - M6 - Azione nel piano: separazione dei paramenti, espulsione di materiale, lesioni inclinate e verticali sezione costituita da due paramenti di diversa rigidità accostati o debolmente ammorsati)</p>				

**DISEGNI (ANGOLATE, SEZIONI ecc.....)**

## Scheda per la valutazione qualitativa dei possibili effetti locali nei siti di ubicazione di edifici strategici e monumentali

(G. Di Capua\*, S. Peppoloni\*, F. Pergalani\*\*)

Rilevatore \_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_\_

### SEZIONE 1 – Indicazioni generali

Codice Istat Comune		Comune	
Codice Istat Località		Località	
Denominazione dell'edificio <sup>1</sup>	storica		
	attuale		

### SEZIONE 2 – Informazioni morfologiche, litologiche e idrogeologiche

#### Morfologia <sup>2</sup>

descrizione del <b>contesto morfologico</b> in cui è inserito l'edificio <sup>3</sup>	superficie pianeggiante			
	valle		a "V"	
			a conca	
			a fondo piatto	
	versante		acclività (in gradi)	
	scarpata		altezza (m)	
sperone, picco roccioso, cresta				
descrizione del <b>sito di ubicazione</b> dell'edificio <sup>4</sup>	superficie pianeggiante			
	orlo di terrazzo, ciglio di scarpata		acclività (gradi)	
			altezza (m)	
	versante		acclività (gradi)	
sperone, picco roccioso, cresta				
distanza dell'edificio dalla prima rottura morfologica significativa (m)				

\* INGV - GNDT – Roma; \*\* DIS - Politecnico di Milano.

**Scheda per la valutazione qualitativa dei possibili effetti locali nei siti di ubicazione di edifici strategici e monumentali**
Litologia affiorante<sup>5</sup>

<b>substrato</b> (roccia, materiali granulari cementati, materiali coesivi)	compatto	
	poco fratturato (spaziatura giunti > 30 cm)	
	molto fratturato (spaziatura giunti ≤ 30 cm)	
<b>copertura ( ≥ 2m)</b> (terreni sciolti o estremamente fratturati)	ghiaie (> 2 cm)	
	sabbie (tra 2 cm e 0,02 cm)	
	limi e argille (< 0,02 cm)	
	detrito, materiale di riporto	
	non rilevabile	
posizione presunta del substrato rigido	profondità dal piano campagna (m)	
	profondità non deducibile	

Idrogeologia<sup>6</sup>

presenza <b>acque superficiali</b>	corsi d'acqua		distanza (m)
	specchi d'acqua		distanza (m)
	impaludamenti		distanza (m)
presenza di <b>sorgenti</b>			
presenza di <b>pozzi</b>			

Processi morfogenetici

<b>frana</b> <sup>7</sup>	presente	attiva		tipo di frana	diretta		a monte	
		quiescente			indiretta			a valle
		inattiva						
		non valutabile				multipla		
	non presente							

<b>erosione fluviale</b> <sup>8</sup>	presente	laterale prevalente	
		verticale prevalente	
		laterale e verticale	
	non presente		
non valutabile			

<b>dilavamento</b> <sup>9</sup>	presente	
	non presente	

Scheda per la valutazione qualitativa dei possibili effetti locali nei siti di ubicazione di edifici strategici e monumentali

### SEZIONE 3 – *Informazioni sul territorio in cui l'edificio è inserito*

**Stralcio** dalla carta topografica o della carta tecnica regionale<sup>10</sup>

**Note**<sup>11</sup>



Scheda per la valutazione qualitativa dei possibili effetti locali nei siti di ubicazione di edifici strategici e monumentali

Foto <sup>12</sup> n. 1

Foto n. 2

## Scheda per la valutazione qualitativa dei possibili effetti locali nei siti di ubicazione di edifici strategici e monumentali

**Istruzioni per la compilazione**
**Sezione 1**

- <sup>1</sup> L'edificio può aver cambiato nel tempo la sua denominazione: in questo caso la denominazione attuale non coincide con quella storica.

**Sezione 2**

- <sup>2</sup> Si chiede di barrare sempre e soltanto una delle caselle vuote disponibili. Nei campi in cui viene richiesto un valore numerico (ad es. l'altezza o l'acclività del "ciglio di scarpata" o dell' "orlo di terrazzo"), occorre stimare approssimativamente la grandezza indicata. E' opportuno considerare che talvolta si deve necessariamente semplificare una situazione reale complessa. In tali casi, nel descrivere il contesto morfologico, si chiede di compilare sempre un solo campo, quello che meglio approssima la condizione morfologica riscontrata. Queste situazioni potranno essere meglio specificate nelle note.
- <sup>3</sup> Con il termine "contesto morfologico" deve intendersi l'unità morfologica dimensionalmente adeguata a descrivere l'area in cui l'edificio è inserito.
- <sup>4</sup> Con "sito di ubicazione" ci si riferisce alla più piccola unità morfologica su cui è impostato l'edificio.
- <sup>5</sup> Nel descrivere la litologia affiorante occorre utilizzare soltanto uno dei due campi disponibili. Si utilizzerà il campo "copertura" nel caso in cui i terreni in affioramento si presentino sciolti o estremamente fratturati per uno spessore superiore ai 2 metri: solo in queste condizioni si dovrà fornire anche un'indicazione approssimativa della "posizione presunta del substrato rigido". Si utilizzerà invece il campo "substrato" nei casi in cui i terreni in affioramento siano costituiti da roccia, materiali granulari cementati o coesivi, anche qualora fossero ricoperti da materiali estremamente fratturati o sciolti di spessore inferiore ai 2 metri. Non si dovrà dunque evidenziare come "copertura" lo strato fratturato o alterato che normalmente ricopre ogni substrato roccioso, se il suo spessore è inferiore ai 2 metri.
- <sup>6</sup> Se sono disponibili notizie sui livelli piezometrici dell'area, indicare nelle note i valori e la fonte d'informazione (pozzi, studi idrogeologici, comunicazioni orali, etc.).
- <sup>7</sup> E' necessario indicare lo stato di attività della frana rilevata, tenendo presente che con "attiva" s'intende un fenomeno franoso attualmente in movimento o che si è mosso entro l'ultimo ciclo stagionale; con "quiescente" un fenomeno franoso non attivo al momento del rilevamento e privo di periodicità stagionale, per il quale tuttavia permangono le cause responsabili del suo ultimo movimento e di conseguenza esiste un'oggettiva possibilità di riattivazione; infine con "inattiva" un fenomeno franoso che non può più essere attivato dall'agente morfogenetico che lo ha determinato (Canuti P., Dramis F., Esu F., CNR-GNDCI, pubbl. n. 544, 1992).  
Nello specificare il "tipo di frana", si chiede di attenersi alla Classificazione di Varnes (1978), in allegato. E' richiesto, infine, di specificare se la frana osservata sia "diretta", cioè interessa direttamente l'edificio rilevato, "indiretta", cioè posta nelle vicinanze dell'edificio ("a monte" o "a valle") e per questo potenzialmente in grado di investirlo, o infine "multipla", quando sussistono situazioni complesse, con la presenza di più movimenti franosi, siano essi di tipo diretto o indiretto.
- <sup>8</sup> Si deve utilizzare il campo "presente" quando l'attività erosiva di un corso d'acqua, posto nelle vicinanze dell'edificio rilevato, può direttamente o indirettamente determinare una situazione di instabilità per l'edificio stesso. Nel caso in cui non siano presenti corsi d'acqua o, se pur presenti, non mostrino indizi di attività erosiva, si utilizzerà il campo "non presente". In situazioni di incertezza si dovrà utilizzare il campo "non valutabile".
- <sup>9</sup> La presenza di dilavamento andrà segnalata nel caso in cui questo processo abbia un'efficacia o un'estensione tale da costituire motivo di instabilità per l'edificio.

**Sezione 3**

- <sup>10</sup> Inserire i dati identificativi della Tavola topografica o il numero dell'elemento della Carta Tecnica Regionale).
- <sup>11</sup> Segnalare tutte le ulteriori informazioni di carattere geologico, strutturale, geotecnico, geomorfologico e idrogeologico non previste nei campi della scheda, ma comunque utili per caratterizzare in modo più accurato il sito. Segnalare inoltre la disponibilità di materiale cartografico integrativo.
- <sup>12</sup> Le foto devono il più possibile evidenziare gli aspetti significativi del sito in cui l'edificio è inserito.





# LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE E RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO DEL PATRIMONIO CULTURALE

## **RILIEVO DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DELLE TORRI CAMPANILI ED ALTRE STRUTTURE A PREVALENTE SVILUPPO VERTICALE**



## MODULO B – FATTORI DI SENSIBILITÀ

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI	
Superficie coperta : _____ [m]	Altezza di gronda : _____ [m]
Numero di piani entrotterra:	Numero di piani fuoriterra:

**EIDOTIPO** (piante, sezioni, prospetti)

SETTORE A – quota: _____ [m]	SETTORE B – quota: _____ [m]
SETTORE C – quota: _____ [m]	SETTORE D – quota: _____ [m]
SETTORE E – quota: _____ [m]	SETTORE F – quota: _____ [m]

Elaborati grafici recuperati:	Piante	n° _____	Fonte: _____
	Sezioni	n° _____	
	Prospetti	n° _____	

Nota: nel caso siano individuabili più sezioni duplicare la pagina.

LOCALIZZAZIONE			
Area agricola <input type="checkbox"/>	Area industriale - commerciale <input type="checkbox"/>	Centro urbano <input type="checkbox"/>	Periferia urbana <input type="checkbox"/>
Altro <input type="checkbox"/>			

CARATTERISTICHE OROGRAFICHE			
In piano <input type="checkbox"/>	In pendio / su versante / orlo di scarpata <input type="checkbox"/>	Riperto <input type="checkbox"/>	Avvallamento <input type="checkbox"/>
Cresta o vetta ( $15^\circ < \alpha < 30^\circ$ ) <input type="checkbox"/>		Cresta o vetta ( $\alpha > 30^\circ$ ) <input type="checkbox"/>	

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE (*)		
Terreno A <input type="checkbox"/>	Terreno B - C - E <input type="checkbox"/>	Terreno D <input type="checkbox"/>

1) Sulla base di carte geologiche disponibili; 2) Sulla base di indagini esistenti; 3) Sulla base di prove in situ effettuate appositamente.

CONTESTO EDILIZIO		
Bene individuo <input type="checkbox"/>	Bene complesso <input type="checkbox"/>	Numero di beni componenti: _____
Denominazione del complesso architettonico _____		

AGGREGAZIONE CON ALTRI MANUFATTI	
Isolato <input type="checkbox"/>	Presenza di corpi bassi annessi <input type="checkbox"/>
In aggregato <input type="checkbox"/>	Estremità <input type="checkbox"/>
	Angolo <input type="checkbox"/>
	Intercluso <input type="checkbox"/>

INTERAZIONE FRA UNITÀ STRUTTURALI		
Presenza di adeguata distanza (giunto sismico) <input type="checkbox"/>	Presenza di buon collegamento <input type="checkbox"/>	Presenza di catene <input type="checkbox"/>

ACCESSIBILITÀ			
Accesso pedonale <input type="checkbox"/>	Accesso carrabile <input type="checkbox"/>	Accesso con mezzi pensanti <input type="checkbox"/>	Accesso con altezza < 4 m <input type="checkbox"/>
Rete viaria idonea primaria <input type="checkbox"/>		Rete viaria idonea secondaria <input type="checkbox"/>	
Altro <input type="checkbox"/>			

STATO DI UTILIZZO			
Utilizzo del manufatto	Parziale <input type="checkbox"/>	Totale <input type="checkbox"/>	
Frequenza d'uso	Molto frequente (giornaliero) <input type="checkbox"/>	Frequente (settimanale) <input type="checkbox"/>	Saltuario <input type="checkbox"/>
Grado di affollamento	<input type="checkbox"/>		

## MODULO C – MORFOLOGIA DEGLI ELEMENTI

CODIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI - ISPEZIONABILITÀ						
	<input type="checkbox"/> SETTORE A	<input type="checkbox"/> SETTORE B	<input type="checkbox"/> SETTORE C	<input type="checkbox"/> SETTORE D	<input type="checkbox"/> SETTORE E	<input type="checkbox"/> SETTORE F
V <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
V <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
V <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
V <sub>4</sub>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
V <sub>5</sub>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
V <sub>6</sub>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
O	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
CV	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
CO	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					

Note: V<sub>i</sub> (parete verticale); O (orizzontamento); CV (collegamenti verticali); CO (copertura). LEGENDA:  non ispezionabile;  parzialmente ispezionabile;  ispezionabile

DATI DIMENSIONALI E TIPOLOGICI						
<input type="checkbox"/> SETTORE A: altezza max interna: ____ [m]						
V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>	
lunghezza: ____ [m]	lunghezza: ____ [m]	lunghezza: ____ [m]	lunghezza: ____ [m]	lunghezza: ____ [m]	lunghezza: ____ [m]	
spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	
L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	
H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	
<b>Orizzontamento</b> <input type="checkbox"/>	solaio ligneo a semplice orditura <input type="checkbox"/>		solaio ligneo a doppia orditura <input type="checkbox"/>		solaio ligneo misto <input type="checkbox"/>	
	solaio in profili metallici e voltine in laterizio <input type="checkbox"/>			solaio latero-cementizio <input type="checkbox"/>		soletta in c.a. <input type="checkbox"/>
	volta botte <input type="checkbox"/>		volte a crociera <input type="checkbox"/>		volta a padiglione <input type="checkbox"/>	
	volta a vela <input type="checkbox"/>					
peso proprio: ____ [kN/m <sup>2</sup> ]			carichi variabili: ____ [kN/m <sup>2</sup> ]			
<b>Collegamento verticale</b> <input type="checkbox"/>	rampa semplice su travi lignee <input type="checkbox"/>		rampa su volta rampante <input type="checkbox"/>		rampa a pioli <input type="checkbox"/>	
	Rampa in conci lapidei (schema a semplice appoggio) <input type="checkbox"/>			Rampa in conci lapidei a sbalzo <input type="checkbox"/>		
	Descrizione:					
<input type="checkbox"/> SETTORE B: altezza max interna: ____ [m]						
V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>	
lunghezza: ____ [m]	lunghezza: ____ [m]	lunghezza: ____ [m]	lunghezza: ____ [m]	lunghezza: ____ [m]	lunghezza: ____ [m]	
spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	
L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	
H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	
<b>Orizzontamento</b> <input type="checkbox"/>	solaio ligneo a semplice orditura <input type="checkbox"/>		solaio ligneo a doppia orditura <input type="checkbox"/>		solaio ligneo misto <input type="checkbox"/>	
	solaio in profili metallici e voltine in laterizio <input type="checkbox"/>			solaio latero-cementizio <input type="checkbox"/>		soletta in c.a. <input type="checkbox"/>
	volta botte <input type="checkbox"/>		volte a crociera <input type="checkbox"/>		volta a padiglione <input type="checkbox"/>	
	volta a vela <input type="checkbox"/>					
peso proprio: ____ [kN/m <sup>2</sup> ]			carichi variabili: ____ [kN/m <sup>2</sup> ]			
<b>Collegamento verticale</b> <input type="checkbox"/>	rampa semplice su travi lignee <input type="checkbox"/>		rampa su volta rampante <input type="checkbox"/>		rampa a pioli <input type="checkbox"/>	
	Rampa in conci lapidei (schema a semplice appoggio) <input type="checkbox"/>			Rampa in conci lapidei a sbalzo <input type="checkbox"/>		
	Descrizione:					

<input type="checkbox"/> SETTORE C: altezza max interna: ____ [m]						
V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>	
lung.: ____ [m]	lung.: ____ [m]	lung.: ____ [m]	lung.: ____ [m]	lung.: ____ [m]	lung.: ____ [m]	
spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	
L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	
H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	
<b>Orizzontamento</b> <input type="checkbox"/>	solaio ligneo a semplice orditura <input type="checkbox"/>		solaio ligneo a doppia orditura <input type="checkbox"/>		solaio ligneo misto <input type="checkbox"/>	
	solaio in profili metallici e voltine in laterizio <input type="checkbox"/>		solaio latero-cementizio <input type="checkbox"/>		soletta in c.a. <input type="checkbox"/>	
	volta botte <input type="checkbox"/>	volte a crociera <input type="checkbox"/>	volta a padiglione <input type="checkbox"/>	volta a vela <input type="checkbox"/>		
	peso proprio: ____ [kN/m <sup>2</sup> ]			carichi variabili: ____ [kN/m <sup>2</sup> ]		
<b>Collegamento verticale</b> <input type="checkbox"/>	rampa semplice su travi lignee <input type="checkbox"/>		rampa su volta rampante <input type="checkbox"/>		rampa a pioli <input type="checkbox"/>	
	Rampa in conci lapidei (schema a semplice appoggio) <input type="checkbox"/>			Rampa in conci lapidei a sbalzo <input type="checkbox"/>		
	<i>Descrizione:</i>					
<input type="checkbox"/> SETTORE D: altezza max interna: ____ [m]						
V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>	
lung.: ____ [m]	lung.: ____ [m]	lung.: ____ [m]	lung.: ____ [m]	lung.: ____ [m]	lung.: ____ [m]	
spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	
L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	
H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	
<b>Orizzontamento</b> <input type="checkbox"/>	solaio ligneo a semplice orditura <input type="checkbox"/>		solaio ligneo a doppia orditura <input type="checkbox"/>		solaio ligneo misto <input type="checkbox"/>	
	solaio in profili metallici e voltine in laterizio <input type="checkbox"/>		solaio latero-cementizio <input type="checkbox"/>		soletta in c.a. <input type="checkbox"/>	
	volta botte <input type="checkbox"/>	volte a crociera <input type="checkbox"/>	volta a padiglione <input type="checkbox"/>	volta a vela <input type="checkbox"/>		
	peso proprio: ____ [kN/m <sup>2</sup> ]			carichi variabili: ____ [kN/m <sup>2</sup> ]		
<b>Collegamento verticale</b> <input type="checkbox"/>	rampa semplice su travi lignee <input type="checkbox"/>		rampa su volta rampante <input type="checkbox"/>		rampa a pioli <input type="checkbox"/>	
	Rampa in conci lapidei (schema a semplice appoggio) <input type="checkbox"/>			Rampa in conci lapidei a sbalzo <input type="checkbox"/>		
	<i>Descrizione:</i>					
<input type="checkbox"/> SETTORE E: altezza max interna: ____ [m]						
V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>	
lung.: ____ [m]	lung.: ____ [m]	lung.: ____ [m]	lung.: ____ [m]	lung.: ____ [m]	lung.: ____ [m]	
spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	
L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	
H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	
<b>Orizzontamento</b> <input type="checkbox"/>	solaio ligneo a semplice orditura <input type="checkbox"/>		solaio ligneo a doppia orditura <input type="checkbox"/>		solaio ligneo misto <input type="checkbox"/>	
	solaio in profili metallici e voltine in laterizio <input type="checkbox"/>		solaio latero-cementizio <input type="checkbox"/>		soletta in c.a. <input type="checkbox"/>	
	volta botte <input type="checkbox"/>	volte a crociera <input type="checkbox"/>	volta a padiglione <input type="checkbox"/>	volta a vela <input type="checkbox"/>		
	peso proprio: ____ [kN/m <sup>2</sup> ]			carichi variabili: ____ [kN/m <sup>2</sup> ]		
<b>Collegamento verticale</b> <input type="checkbox"/>	rampa semplice su travi lignee <input type="checkbox"/>		rampa su volta rampante <input type="checkbox"/>		rampa a pioli <input type="checkbox"/>	
	Rampa in conci lapidei (schema a semplice appoggio) <input type="checkbox"/>			Rampa in conci lapidei a sbalzo <input type="checkbox"/>		
	<i>Descrizione:</i>					

<input type="checkbox"/> SETTORE F: altezza max interna: ____ [m]					
V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>
lungh.: ____ [m]	lungh.: ____ [m]	lungh.: ____ [m]	lungh.: ____ [m]	lungh.: ____ [m]	lungh.: ____ [m]
spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]	spessore: ____ [m]
L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]	L_apert.: ____ [m]
H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]	H_apert.: ____ [m]
<b>Orizzontamento</b> <input type="checkbox"/>	solaio ligneo a semplice orditura <input type="checkbox"/>		solaio ligneo a doppia orditura <input type="checkbox"/>		solaio ligneo misto <input type="checkbox"/>
	solaio in profili metallici e voltine in laterizio <input type="checkbox"/>		solaio latero-cementizio <input type="checkbox"/>		soletta in c.a. <input type="checkbox"/>
	volta botte <input type="checkbox"/>		volte a crociera <input type="checkbox"/>		volta a padiglione <input type="checkbox"/>
	volta a vela <input type="checkbox"/>				
peso proprio: ____ [kN/m <sup>2</sup> ]			carichi variabili: ____ [kN/m <sup>2</sup> ]		
<b>Collegamento verticale</b> <input type="checkbox"/>	rampa semplice su travi lignee <input type="checkbox"/>		rampa su volta rampante <input type="checkbox"/>		rampa a pioli <input type="checkbox"/>
	Rampa in conci lapidei (schema a semplice appoggio) <input type="checkbox"/>			Rampa in conci lapidei a sbalzo <input type="checkbox"/>	
	Descrizione:				

<b>Copertura</b>	<i>Materiali:</i> lignea <input type="checkbox"/> acciaio <input type="checkbox"/> muratura <input type="checkbox"/> conglomerato cementizio <input type="checkbox"/>				
	<i>Tipologia:</i> spingente <input type="checkbox"/> non spingente <input type="checkbox"/> staticamente non spingente <input type="checkbox"/>				
	Peso proprio: ____ [kN/m <sup>2</sup> ]			Carichi variabili: ____ [kN/m <sup>2</sup> ]	
	Descrizione:				

TIPOLOGIA DELLA MURATURA									
<input type="checkbox"/> SETTORE A	V <sub>1</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>3</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>5</sub>	scheda n°:	%:
	V <sub>2</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>4</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>6</sub>	scheda n°:	%:
<input type="checkbox"/> SETTORE B	V <sub>1</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>3</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>5</sub>	scheda n°:	%:
	V <sub>2</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>4</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>6</sub>	scheda n°:	%:
<input type="checkbox"/> SETTORE C	V <sub>1</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>3</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>5</sub>	scheda n°:	%:
	V <sub>2</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>4</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>6</sub>	scheda n°:	%:
<input type="checkbox"/> SETTORE D	V <sub>1</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>3</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>5</sub>	scheda n°:	%:
	V <sub>2</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>4</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>6</sub>	scheda n°:	%:
<input type="checkbox"/> SETTORE E	V <sub>1</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>3</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>5</sub>	scheda n°:	%:
	V <sub>2</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>4</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>6</sub>	scheda n°:	%:
<input type="checkbox"/> SETTORE F	V <sub>1</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>3</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>5</sub>	scheda n°:	%:
	V <sub>2</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>4</sub>	scheda n°:	%:	V <sub>6</sub>	scheda n°:	%:

**ANALISI DEGLI INDICATORI DI VULNERABILITÀ**

**SEZIONE A**

Pareti verticali	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	<b>V<sub>1</sub></b>	<b>V<sub>2</sub></b>	<b>V<sub>3</sub></b>	<b>V<sub>4</sub></b>	<b>V<sub>5</sub></b>	<b>V<sub>6</sub></b>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di catene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ammorsamento di buona qualità tra le pareti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	<b>V<sub>1</sub></b>	<b>V<sub>2</sub></b>	<b>V<sub>3</sub></b>	<b>V<sub>4</sub></b>	<b>V<sub>5</sub></b>	<b>V<sub>6</sub></b>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Architravi di inadeguata rigidezza (oltre il 50%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di elementi strutturali spingenti (volte o coperture spingenti)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di masse concentrate (concerto di campane, ecc)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di vincoli orizzontali (edifici addossati o in adiacenza)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Orizzontamenti	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	<i>efficacia</i>					
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rigidezza di piano (controtavolato, soletta in c.a.)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	<b>V<sub>1</sub></b>	<b>V<sub>2</sub></b>	<b>V<sub>3</sub></b>	<b>V<sub>4</sub></b>	<b>V<sub>5</sub></b>	<b>V<sub>6</sub></b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Carenza di collegamento tra solaio e parete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**SEZIONE B**

Pareti verticali	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	<b>V<sub>1</sub></b>	<b>V<sub>2</sub></b>	<b>V<sub>3</sub></b>	<b>V<sub>4</sub></b>	<b>V<sub>5</sub></b>	<b>V<sub>6</sub></b>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di catene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ammorsamento di buona qualità tra le pareti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	<b>V<sub>1</sub></b>	<b>V<sub>2</sub></b>	<b>V<sub>3</sub></b>	<b>V<sub>4</sub></b>	<b>V<sub>5</sub></b>	<b>V<sub>6</sub></b>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Architravi di inadeguata rigidezza (oltre il 50%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di elementi strutturali spingenti (volte o coperture spingenti)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di masse concentrate (concerto di campane, ecc)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di vincoli orizzontali (edifici addossati o in adiacenza)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Orizzontamenti	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	<i>efficacia</i>					
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rigidezza di piano (controtavolato, soletta in c.a.)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	<b>V<sub>1</sub></b>	<b>V<sub>2</sub></b>	<b>V<sub>3</sub></b>	<b>V<sub>4</sub></b>	<b>V<sub>5</sub></b>	<b>V<sub>6</sub></b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Carenza di collegamento tra solaio e parete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**SEZIONE C**

Pareti verticali	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	<b>V<sub>1</sub></b>	<b>V<sub>2</sub></b>	<b>V<sub>3</sub></b>	<b>V<sub>4</sub></b>	<b>V<sub>5</sub></b>	<b>V<sub>6</sub></b>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di catene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ammorsamento di buona qualità tra le pareti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	<b>V<sub>1</sub></b>	<b>V<sub>2</sub></b>	<b>V<sub>3</sub></b>	<b>V<sub>4</sub></b>	<b>V<sub>5</sub></b>	<b>V<sub>6</sub></b>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Architravi di inadeguata rigidezza (oltre il 50%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di elementi strutturali spingenti (volte o coperture spingenti)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di masse concentrate (concerto di campane, ecc)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di vincoli orizzontali (edifici addossati o in adiacenza)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Orizzontamenti	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	<i>efficacia</i>					
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rigidezza di piano (controtavolato, soletta in c.a.)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	<b>V<sub>1</sub></b>	<b>V<sub>2</sub></b>	<b>V<sub>3</sub></b>	<b>V<sub>4</sub></b>	<b>V<sub>5</sub></b>	<b>V<sub>6</sub></b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Carenza di collegamento tra solaio e parete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

SEZIONE D									
Pareti verticali	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	<b>V<sub>1</sub></b>	<b>V<sub>2</sub></b>	<b>V<sub>3</sub></b>	<b>V<sub>4</sub></b>	<b>V<sub>5</sub></b>	<b>V<sub>6</sub></b>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di catene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ammorsamento di buona qualità tra le pareti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	<b>V<sub>1</sub></b>	<b>V<sub>2</sub></b>	<b>V<sub>3</sub></b>	<b>V<sub>4</sub></b>	<b>V<sub>5</sub></b>	<b>V<sub>6</sub></b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Architravi di inadeguata rigidezza (oltre il 50%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di elementi strutturali spingenti (volte o coperture spingenti)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di masse concentrate (concerto di campane, ecc)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di vincoli orizzontali (edifici addossati o in adiacenza)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Orizzontamenti	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	<i>efficacia</i>					
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rigidezza di piano (controtavolato, soletta in c.a.)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
Orizzontamenti	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	<b>V<sub>1</sub></b>	<b>V<sub>2</sub></b>	<b>V<sub>3</sub></b>	<b>V<sub>4</sub></b>	<b>V<sub>5</sub></b>	<b>V<sub>6</sub></b>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Carenza di collegamento tra solaio e parete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SEZIONE E									
Pareti verticali	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	<b>V<sub>1</sub></b>	<b>V<sub>2</sub></b>	<b>V<sub>3</sub></b>	<b>V<sub>4</sub></b>	<b>V<sub>5</sub></b>	<b>V<sub>6</sub></b>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di catene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ammorsamento di buona qualità tra le pareti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	<b>V<sub>1</sub></b>	<b>V<sub>2</sub></b>	<b>V<sub>3</sub></b>	<b>V<sub>4</sub></b>	<b>V<sub>5</sub></b>	<b>V<sub>6</sub></b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Architravi di inadeguata rigidezza (oltre il 50%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di elementi strutturali spingenti (volte o coperture spingenti)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di masse concentrate (concerto di campane, ecc)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di vincoli orizzontali (edifici addossati o in adiacenza)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Orizzontamenti	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	<i>efficacia</i>					
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rigidezza di piano (controtavolato, soletta in c.a.)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
Orizzontamenti	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	<b>V<sub>1</sub></b>	<b>V<sub>2</sub></b>	<b>V<sub>3</sub></b>	<b>V<sub>4</sub></b>	<b>V<sub>5</sub></b>	<b>V<sub>6</sub></b>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Carenza di collegamento tra solaio e parete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SEZIONE F									
Pareti verticali	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	<b>V<sub>1</sub></b>	<b>V<sub>2</sub></b>	<b>V<sub>3</sub></b>	<b>V<sub>4</sub></b>	<b>V<sub>5</sub></b>	<b>V<sub>6</sub></b>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di catene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ammorsamento di buona qualità tra le pareti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	<b>V<sub>1</sub></b>	<b>V<sub>2</sub></b>	<b>V<sub>3</sub></b>	<b>V<sub>4</sub></b>	<b>V<sub>5</sub></b>	<b>V<sub>6</sub></b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Architravi di inadeguata rigidezza (oltre il 50%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di elementi strutturali spingenti (volte o coperture spingenti)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di masse concentrate (concerto di campane, ecc)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presenza di vincoli orizzontali (edifici addossati o in adiacenza)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Orizzontamenti	Si	No	<i>Presidi antisismici</i>	<i>efficacia</i>					
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rigidezza di piano (controtavolato, soletta in c.a.)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
Orizzontamenti	Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i>	<b>V<sub>1</sub></b>	<b>V<sub>2</sub></b>	<b>V<sub>3</sub></b>	<b>V<sub>4</sub></b>	<b>V<sub>5</sub></b>	<b>V<sub>6</sub></b>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Carenza di collegamento tra solaio e parete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

COPERTURA								
Si	No	<i>Presidi antisismici</i> Qualità delle unioni (elementi lignei – oltre il 50 %) .....	<i>efficacia</i>					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Si	No	<i>Indicatori di vulnerabilità</i> Carenza di collegamento tra copertura e pareti .....	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					

## MODULO D – STATO DI CONSERVAZIONE – ANALISI DEL DANNO

PARETI VERTICALI (SEZIONI BASAMENTALI)- SEZIONE: _____			
<i>Cause estrinseche</i>	eventi sismici <input type="checkbox"/> frane/alluvioni <input type="checkbox"/> scoppi/incendi <input type="checkbox"/> azioni antropiche <input type="checkbox"/> spinte statiche <input type="checkbox"/> cedimenti di fondazione <input type="checkbox"/> non valutabile <input type="checkbox"/>		
Danno	Lesioni vicino allo stacco dal corpo della chiesa Lesioni a taglio o scorrimento – Lesioni verticali (espulsione di uno o più angoli)		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
PARETI VERTICALI (CELLA CAMPANARIA 1) – SEZIONE: _____			
<i>Cause estrinseche</i>	eventi sismici <input type="checkbox"/> frane/alluvioni <input type="checkbox"/> scoppi/incendi <input type="checkbox"/> azioni antropiche <input type="checkbox"/> spinte statiche <input type="checkbox"/> cedimenti di fondazione <input type="checkbox"/> non valutabile <input type="checkbox"/>		
Danno	Lesioni negli archi – Rotazioni o scorrimenti dei piedritti		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
PARETI VERTICALI (CELLA CAMPANARIA 2) – SEZIONE: _____			
<i>Cause estrinseche</i>	eventi sismici <input type="checkbox"/> frane/alluvioni <input type="checkbox"/> scoppi/incendi <input type="checkbox"/> azioni antropiche <input type="checkbox"/> spinte statiche <input type="checkbox"/> cedimenti di fondazione <input type="checkbox"/> non valutabile <input type="checkbox"/>		
Danno	Lesioni negli archi – Rotazioni o scorrimenti dei piedritti		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

STRUTTURE RESISTENTI PER FORMA (VOLTE) – SEZIONE: _____			
<i>Cause estrinseche</i>	eventi sismici <input type="checkbox"/> frane/alluvioni <input type="checkbox"/> scoppi/incendi <input type="checkbox"/> azioni antropiche <input type="checkbox"/> spinte statiche <input type="checkbox"/> cedimenti di fondazione <input type="checkbox"/> non valutabile <input type="checkbox"/>		
Danno	<i>Meccanismo di collasso</i>	<i>Lesioni isolate</i>	<i>Lesioni diffuse</i>
	<input type="checkbox"/> Collapsi locali dell'impalcato o della volta	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Danno alle volte per rotazione delle imposte	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Danno alle volte per deformazione di piano	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
STRUTTURE RESISTENTI PER FORMA (VOLTE) – SEZIONE: _____			
<i>Cause estrinseche</i>	eventi sismici <input type="checkbox"/> frane/alluvioni <input type="checkbox"/> scoppi/incendi <input type="checkbox"/> azioni antropiche <input type="checkbox"/> spinte statiche <input type="checkbox"/> cedimenti di fondazione <input type="checkbox"/> non valutabile <input type="checkbox"/>		
Danno	<i>Meccanismo di collasso</i>	<i>Lesioni isolate</i>	<i>Lesioni diffuse</i>
	<input type="checkbox"/> Collapsi locali dell'impalcato o della volta	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Danno alle volte per rotazione delle imposte	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Danno alle volte per deformazione di piano	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
STRUTTURE RESISTENTI PER FORMA (VOLTE) – SEZIONE: _____			
<i>Cause estrinseche</i>	eventi sismici <input type="checkbox"/> frane/alluvioni <input type="checkbox"/> scoppi/incendi <input type="checkbox"/> azioni antropiche <input type="checkbox"/> spinte statiche <input type="checkbox"/> cedimenti di fondazione <input type="checkbox"/> non valutabile <input type="checkbox"/>		
Danno	<i>Meccanismo di collasso</i>	<i>Lesioni isolate</i>	<i>Lesioni diffuse</i>
	<input type="checkbox"/> Collapsi locali dell'impalcato o della volta	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Danno alle volte per rotazione delle imposte	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Danno alle volte per deformazione di piano	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

ORIZZONTAMENTI (SOLAI) – SEZIONE: ____					
Cause estrinseche	eventi sismici <input type="checkbox"/>	frane/alluvioni <input type="checkbox"/>	scoppi/incendi <input type="checkbox"/>	azioni antropiche <input type="checkbox"/>	
	spinte statiche <input type="checkbox"/>	cedimenti di fondazione <input type="checkbox"/>	non valutabile <input type="checkbox"/>		
Danno	<i>Modalità di danno</i>		<i>Estensione</i>		
	<i>Solai lignei</i>		> 2/3	1/3 – 2/3	<1/3
	<input type="checkbox"/> Rottura fragile		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Sfilamento testa delle travi e/o martellamento		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Rottura dell'eventuale irrigidimento di piano		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Presenza di degrado abiotico		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Presenza di degrado biotico		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<i>Solai in putrelle e voltine in laterizio</i>		> 2/3	1/3 – 2/3	<1/3
	<input type="checkbox"/> Danneggiamento in chiave delle voltine in laterizio		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Ossidazioni		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Alveorizzazione degli elementi		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<i>Solai latero-cementizi</i>		> 2/3	1/3 – 2/3	<1/3
	<input type="checkbox"/> Sfondellamento degli elementi in laterizio		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Espulsione del copriferro		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ORIZZONTAMENTI (SOLAI) – SEZIONE: ____					
Cause estrinseche	eventi sismici <input type="checkbox"/>	frane/alluvioni <input type="checkbox"/>	scoppi/incendi <input type="checkbox"/>	azioni antropiche <input type="checkbox"/>	
	spinte statiche <input type="checkbox"/>	cedimenti di fondazione <input type="checkbox"/>	non valutabile <input type="checkbox"/>		
Danno	<i>Modalità di danno</i>		<i>Estensione</i>		
	<i>Solai lignei</i>		> 2/3	1/3 – 2/3	<1/3
	<input type="checkbox"/> Rottura fragile		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Sfilamento testa delle travi e/o martellamento		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Rottura dell'eventuale irrigidimento di piano		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Presenza di degrado abiotico		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Presenza di degrado biotico		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<i>Solai in putrelle e voltine in laterizio</i>		> 2/3	1/3 – 2/3	<1/3
	<input type="checkbox"/> Danneggiamento in chiave delle voltine in laterizio		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Ossidazioni		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Alveorizzazione degli elementi		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<i>Solai latero-cementizi</i>		> 2/3	1/3 – 2/3	<1/3
	<input type="checkbox"/> Sfondellamento degli elementi in laterizio		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Espulsione del copriferro		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

ORIZZONTAMENTI (SOLAI) – SEZIONE: _____					
Cause estrinseche	eventi sismici <input type="checkbox"/> frane/alluvioni <input type="checkbox"/> scoppi/incendi <input type="checkbox"/> azioni antropiche <input type="checkbox"/>				
	spinte statiche <input type="checkbox"/> cedimenti di fondazione <input type="checkbox"/> non valutabile <input type="checkbox"/>				
Danno	<i>Modalità di danno</i>		<i>Estensione</i>		
	<i>Solai lignei</i>		> 2/3	1/3 – 2/3	<1/3
	<input type="checkbox"/> Rottura fragile		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Sfilamento testa delle travi e/o martellamento		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Rottura dell'eventuale irrigidimento di piano		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Presenza di degrado abiotico		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Presenza di degrado biotico		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<i>Solai in putrelle e voltine in laterizio</i>		> 2/3	1/3 – 2/3	<1/3
	<input type="checkbox"/> Danneggiamento in chiave delle voltine in laterizio		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Ossidazioni		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Alveorizzazione degli elementi		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<i>Solai latero-cementizi</i>		> 2/3	1/3 – 2/3	<1/3
<input type="checkbox"/> Sfondellamento degli elementi in laterizio		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Espulsione del copriferro		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

STRUTTURE IN LEGNO ARTICOLATE (COPERTURE) – SEZIONE: _____					
Cause estrinseche	eventi sismici <input type="checkbox"/> frane/alluvioni <input type="checkbox"/> scoppi/incendi <input type="checkbox"/> azioni antropiche <input type="checkbox"/>				
	spinte statiche <input type="checkbox"/> cedimenti di fondazione <input type="checkbox"/> non valutabile <input type="checkbox"/>				
Danno	<i>Modalità di danno</i>		<i>Estensione</i>		
	<i>Solai lignei</i>		> 2/3	1/3 – 2/3	<1/3
	<input type="checkbox"/> Rottura fragile		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Rottura localizzata in corrispondenza dei nodi		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Rotazioni fuori del piano di appartenenza della struttura		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Presenza di degrado abiotico		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Presenza di degrado biotico		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

STRUTTURE IN LEGNO ARTICOLATE (COPERTURE) – SEZIONE: _____					
Cause estrinseche	eventi sismici <input type="checkbox"/> frane/alluvioni <input type="checkbox"/> scoppi/incendi <input type="checkbox"/> azioni antropiche <input type="checkbox"/>				
	spinte statiche <input type="checkbox"/> cedimenti di fondazione <input type="checkbox"/> non valutabile <input type="checkbox"/>				
Danno	<i>Modalità di danno</i>		<i>Estensione</i>		
	<i>Solai lignei</i>		> 2/3	1/3 – 2/3	<1/3
	<input type="checkbox"/> Rottura fragile		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Rottura localizzata in corrispondenza dei nodi		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Rotazioni fuori del piano di appartenenza della struttura		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Presenza di degrado abiotico		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Presenza di degrado biotico		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**ANNOTAZIONI** (danni preesistenti particolari, recenti interventi di consolidamento, beni da salvaguardare)

--	--	--

Data rilievo:		
<i>Rilevatori</i>		
Cognome e nome	Qualifica	Ente appartenenza

