

Il riuso degli edifici di culto sconsacrati e dismessi per lo più avviene spesso in maniera poco coerente per l'incapacità delle pubbliche amministrazioni di adibirli a scopi diversi da quelli liturgici originari, sfruttandone gli spazi o trasformandone le strutture, ma anche per l'assenza di tecnici competenti nel settore che non riescono a trovare il giusto equilibrio fra le esigenze funzionali e le esigenze di sicurezza statica, di sicurezza al fuoco e di accessibilità per realizzare un intervento compatibile con l'impianto originale funzionale e costruttivo.

È necessario quindi trovare metodi e strumenti che indichino le modalità operative che possono essere seguite per fare le giuste scelte sia a livello pianificatorio urbano che a livello tecnico costruttivo alla scala dell'organismo in maniera sostenibile.

L'obiettivo del progetto di ricerca "opportunità di rinascita per le chiese sconsacrate" finanziato dal MIUR nell'ambito delle ricerche scientifiche di interesse nazionale, è quello di formulare codici di pratica di ausilio sia ai progettisti sia alla pubblica amministrazione per capire quali siano le utilizzazioni migliori per l'edilizia ecclesiastica, ed al contempo preservare il valore storico-architettonico e formale dell'edificio, per non stravolgere i contenuti rappresentativo-religioso e per non aggredire gli elementi costitutivi stessi che li caratterizzano addivenendo a interventi reversibili, compatibili e rispettosi della passata sacralità del sito.

Tale ricerca è stata svolta in maniera coordinata tra le Facoltà di Ingegneria delle: Università di Napoli Federico II, Università di Salerno, Università Politecnica delle Marche, Università di Trento.

Questo libro raccoglie e divulga alcune risultanze della ricerca "sicurezza e riqualificazione di chiese sconsacrate in zona sismica" che, nell'ambito del finanziamento del MIUR, è la tematica assegnata all'Università Politecnica delle Marche con responsabile scientifico il prof. Montagna.

**Romualdo Montagna** è Professore Ordinario di Architettura Tecnica nella Università Politecnica delle Marche, Facoltà di Ingegneria. È stato, negli anni, responsabile di numerose ricerche finanziate dal MIUR, tra le quali, recentemente, "sicurezza e riqualificazione di chiese sconsacrate in zona sismica" che ha dato origine al presente lavoro.

**Ettore Pandolfi**, ingegnere edile, è Responsabile ufficio progettazione e patrimonio dell'E.R.A.P. della Provincia di Pesaro e Urbino; da anni partecipa all'attività di ricerca svolta dalla Facoltà di Ingegneria della Università Politecnica delle Marche. Ha pubblicato vari lavori scientifici, anche in congressi internazionali.

€ 15,00



**Il comportamento sismico di  
edifici ad aula**  
guida per una valutazione sommaria

Scritti di  
Romualdo Montagna, Ettore Pandolfi



In questo volume si rendiconta l'esperienza della ricerca di interesse nazionale "Sicurezza e riqualificazione di chiese sconsacrate in zona simica" finanziata dal MIUR nel 2003 e condotta nell'Università Politecnica delle Marche. Pubblicato con fondi della ricerca.

Design & editing: R. Montagna

In copertina:  
veduta della chiesa di S. Giovanni Battista (sec. XIX) a Roncitelli di Senigallia AN

Copyright 2006 by Metauro Edizioni,  
via Gavardini 5, Pesaro

ISBN 88-87543-82-8

È vietata la riproduzione, anche parziale, o ad uso interno o didattico, con qualsiasi mezzo effettuata se non autorizzata

*Alla memoria di Don Sestilio Rotatori,*

*parroco per 30 anni della chiesa di San Giovanni Battista  
a Roncitelli di Senigallia, qui esposta come caso di studio*

---

## INDICE

<b>Prefazione</b> di <i>Giovanni Latini</i> , Preside della Facoltà	Pag.	9
<b>Cap. 1</b> di <i>Romualdo Montagna</i>		
Obiettivi della ricerca di interesse nazionale “opportunità di rinascita per le chiese sconsacrate”	Pag.	11
Innovazione rispetto allo stato dell’arte nel campo	Pag.	11
Metodiche di ricerca adottate e criteri di verificabilità	Pag.	13
I settori operativi ed i programmi di lavoro delle sedi partecipanti alla ricerca	Pag.	15
<b>Cap. 2</b> di <i>Romualdo Montagna</i>		
Motivazioni e specificità del programma della unità di ricerca di Ancona	Pag.	22
Base di partenza scientifica	Pag.	23
Il coordinamento con gli altri gruppi di ricerca	Pag.	25
Risultati attesi	Pag.	28
<b>Cap. 3</b> di <i>Ettore Pandolfi</i>		
Il rilevamento e la costruzione del data-base	Pag.	35
L’abaco dei cinematismi di danno	Pag.	36
Il campione rilevato direttamente	Pag.	47
<b>Cap. 4</b> di <i>Romualdo Montagna ed Ettore Pandolfi</i>		
Sul comportamento sismico di edifici ad aula	Pag.	82
Irisultati degli studi sismici	Pag.	82
Catalogazione del data-base	Pag.	86
Correlazioni tra studi sismici e mappature geometriche	Pag.	87
Redazione di un codice di pratica	Pag.	93
<b>Cap. 5</b> di <i>Romualdo Montagna</i>		
Il caso di studio: la chiesa di S. Giovanni Battista a Roncitelli di Senigallia	Pag.	98

Analisi della vulnerabilità attuale	Pag. 105
Esame complessivo della vulnerabilità attuale e calcolo del $C_u$	Pag. 129
Il progetto degli interventi e verifica della vulnerabilità finale	Pag. 133
Esame complessivo della vulnerabilità successivamente agli interventi e calcolo del $C_{fin}$	Pag. 138
Riferimenti bibliografici	Pag. 141

## Prefazione

Il lavoro di Romualdo Montagna e Ettore Pandolfi sul “Comportamento sismico di edifici ed aula”, rientra a pieno titolo in quei progetti di interesse nazionale che sono alla base della ricerca in campo universitario e nello stesso tempo evidenziano un alto livello professionale.

Quando la ricerca, propriamente accademica, dopo aver eseguito un’accurata ricognizione sullo stato dell’arte, ed aver definito metodiche di investigazione e criteri di verificabilità, si cala nel campo specifico del comportamento sismico di edifici ed aula, allora si rivela completamente la competenza degli autori e la specificità del loro lavoro.

La costruzione del data-base, l’abaco dei cinematismi, la rilevazione diretta del campione, ed infine il caso di studio, sono i passi successivi che conducono a risultati notevoli da parte di un gruppo di ricerca che ha così degnamente usato i fondi di ricerca dell’Università Italiana in tempi così difficili.

La lunga amicizia che mi lega ad uno degli autori, non mi fa certo velo quando ringrazio di cuore gli autori per questa loro proficua fatica.

*Giovanni Latini*  
Preside della Facoltà di Ingegneria  
dell’Università Politecnica delle Marche

## Cap. 1

### OBIETTIVI DELLA RICERCA DI INTERESSE NAZIONALE “OP- PORTUNITÀ DI RINASCITA PER LE CHIESE SCONSACRATE”

Il riuso degli edifici di culto sconsacrati e dismessi per lo più avviene spesso in maniera poco coerente per l'incapacità delle pubbliche amministrazioni di adibirli a scopi diversi da quelli liturgici originari, sfruttandone gli spazi o trasformandone le strutture, ma anche per l'assenza di tecnici competenti nel settore che non riescono a trovare il giusto equilibrio fra le esigenze funzionali e le esigenze di sicurezza statica, di sicurezza al fuoco e di accessibilità al fine di realizzare un intervento compatibile con l'impianto originale funzionale e costruttivo.

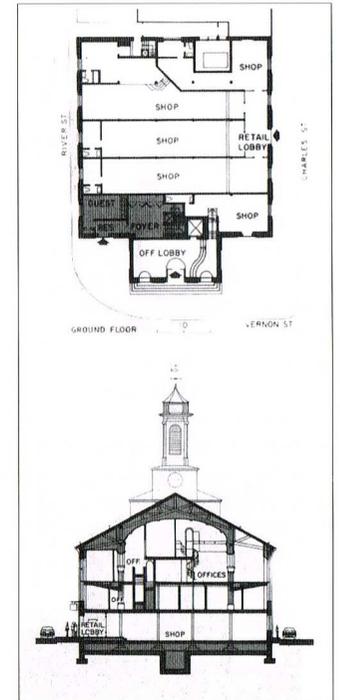
È opportuno quindi individuare metodi e strumenti che indichino le modalità operative che possono essere seguite per fare le giuste scelte sia a livello pianificatorio urbano che a livello tecnico costruttivo alla scala dell'organismo in maniera sostenibile.

L'obiettivo del progetto di ricerca è quello di formulare codici di pratica di ausilio sia ai progettisti sia alla pubblica amministrazione per capire quali sono le utilizzazioni migliori per l'edilizia ecclesiastica, e al contempo preservare il valore storico-architettonico e formale dell'edificio, per non stravolgere i contenuti rappresentativo-religioso e per non aggredire gli elementi costitutivi stessi che li caratterizzano addivenendo a interventi reversibili, compatibili e rispettosi della passata sacralità del sito.

Per l'attuazione di tale programma di ricerca, concordato tra quattro Università Italiane, il MIUR nell'anno 2003 ha concesso un finanziamento di 125.000 euro.

### INNOVAZIONE RISPETTO ALLO STATO DELL'ARTE NEL CAMPO

Negli ultimi decenni si è aperto in ambito internazionale un dibattito ancora oggi attuale e non risolto, riguardante le nuove architetture religiose e il recupero di quelle esistenti. Il nuovo codice liturgico, così come uscito dalla riforma liturgica del Concilio Ecumenico Vaticano II (1958), modifica profondamente il rapporto umano-divino durante le cerimonie religiose. La comunità dei credenti, che prima assisteva alla celebrazione come spettatore



La chiesa (battista) di Charles Street Meeting House a Beacon Hill, Boston trasformata in negozi, studio e residenza dell'architetto John Sharrat vincendo nel 1983, il premio "Preservation honor Award".

di una cerimonia condotta da altri in suo nome, ora partecipa alla cerimonia stessa in prima persona. Lo spazio della celebrazione, quindi, e le funzioni all'interno di questo spazio cambiano notevolmente, in quanto si passa da un ruolo passivo ad un ruolo attivo.

Gli edifici di culto di progettazione recente rappresentano questa rinnovata concezione religiosa con forme e distribuzioni spaziali diverse alle tradizionali, emotivamente e fisicamente più coinvolgenti.

Gli edifici di culto esistenti, invece, devono essere modificati per accogliere le nuove esigenze in spazi rigidi costruiti secondo le norme del vecchio codice liturgico. Dopo ampio dibattito, nel 1996 la CEI ha redatto una sorta di documento di intenti, di orientamento organico come guida per interventi su edifici esistenti volti all'adattamento alle esigenze del nuovo codice liturgico. È un momento di grande rilevanza, dove si conserva un patrimonio storico-sociale di alto livello, mantenendone però un'adeguata funzionalità per le rinnovate esigenze.

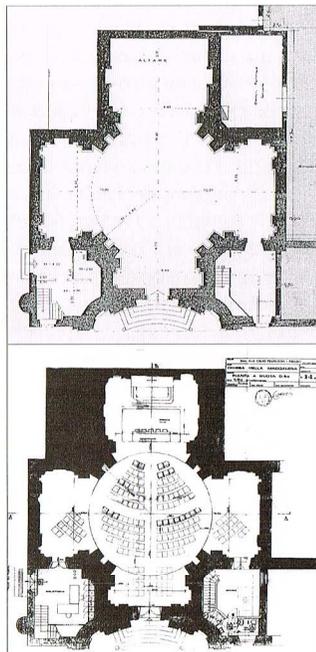
Poco invece si è dibattuto a livello scientifico su un altro tema importante per contenuti religiosi, storici, sociali e architettonici, e per l'attualità delle problematiche proposte: il recupero di edifici di culto sconsacrati, ossia non più utilizzati per lo svolgimento di cerimonie religiose.

Non è mai stato chiarito come si può intervenire su tali edifici, quali sono le attività che in essi si possono fare, quali sono gli interventi strutturali, funzionali, distributivi sostenibili per una architettura particolare e carica di significati come quella religiosa. Perché i luoghi di culto, seppure sconsacrati, non sono edifici qualsiasi, ma sono spazi carichi di simbolismo e di significato storico-culturale.

A tutt'oggi, in Italia non esisteva finora un vero e proprio interesse specifico delle Diocesi verso gli edifici di culto dismessi o poco utilizzati.

L'attenzione è per lo più rivolta ad edifici ancora attivi, alla loro ristrutturazione e messa a norma secondo le nuove esigenze di sicurezza.

Esiste però una legge recente che consente agli Enti locali e allo Stato di dimettere, vendere e dare in convenzione edifici anche storici, fra i quali gli ex edifici di culto. Nasce così il problema di come rifunzionalizzare e riusare tali edifici, dando loro una nuova funzione mantenendone però le peculiarità formali, tecnico-costruttive, spaziali nonché le originarie valenze religiose.



S. Maria Maddalena a Pesaro, (Vanvitelli dal 1739 al 1781) allo stato di abbandono, e nel progetto di auditorium, mai decollato perché non funzionale.

In Italia non esiste un filone di ricerca specifico su tali tematiche, e non esistono nemmeno leggi, norme o comunque codici di pratica che regolino gli interventi progettuali. Il tutto è lasciato all'esperienza e alla professionalità dei progettisti nonché al buon senso delle commissioni pubbliche che gestiscono questo patrimonio.

Ma la tutela del patrimonio religioso sconsacrato passa anche attraverso un suo adeguato riutilizzo in chiave moderna. L'edificio non è solo un contenitore astratto, ma un organismo con una propria identità e un suo modo di porsi rispetto al contesto. E gli interventi, siano essi pesanti e irreversibili o leggeri e reversibili, vanno adeguatamente calibrati non solo in funzione delle rinnovate esigenze, ma anche prestando grande attenzione alle valenze spaziali, architettoniche, artistiche dell'edificio e non da ultimo alle sue sacralità pregresse.

#### METODICHE DI RICERCA ADOTTATE E CRITERI DI VERIFICABILITÀ

##### 1) VALUTAZIONE, FASE I

Verifica della metodologia utilizzata per l'individuazione degli esempi di chiese sconsacrate, attraverso l'analisi critica del tipo di approccio seguito per la realizzazione di uno screening completo del territorio e dell'appropriatezza dei mezzi utilizzati (ricerca di archivio, interviste, incontri con autorità ecclesiastiche e/o con le pubbliche amministrazioni, ecc.).

Verifica della semplicità ma della contemporanea completezza degli strumenti e delle procedure utilizzate, valutando se:

1. sono strumenti di facile utilizzo;
2. producono risultati di facile lettura;
3. producono risultati sintetizzabili in schede o grafici o tabelle o direttamente su supporto cartografico;
4. utilizzano un linguaggio scientifico competente;
5. sono strutturati in maniera organica.

Valutazione della completezza dei risultati, ossia se gli strumenti utilizzati forniscono elaborazioni finali che prendono in considerazione tutti gli aspetti più rilevanti del complesso ecclesiastico, e se lo strumento di indagine (scheda) mirato allo studio e all'analisi di un aspetto singolo (es. impiantistica, finiture, accessibilità, sicurezza al fuoco, ecc.) propone un approccio

metodologico generale, comunque valido ed estendibile agli altri aspetti. Questo tipo di valutazione è facilmente perseguibile attraverso l'utilizzo incrociato dello strumento proposto da parte delle varie Unità di ricerca.

La valutazione della completezza della raccolta riguardante esempi progettuali recenti di interventi di rifunzionalizzazione di edifici religiosi a fini diversi da quelli di culto, potrà essere fatta individuando indici di riferimento (volumetria dell'edificio, importanza storico-architettonica dell'edificio, grado di trasformabilità dell'edificio) che definiranno delle classi di appartenenza. Se la distribuzione degli edifici all'interno delle classi definite dagli indici risulterà omogenea, sicuramente sarà stata effettuata una raccolta di esempi significativa e ad ampio spettro.

## 2) VALUTAZIONE, FASE 2

Valutazione della semplicità di utilizzo dei metodi proposti attraverso l'individuazione di aspetti poco chiari o di elementi ridondanti con confronti incrociati fra le varie Unità di ricerca e con confronti con le pubbliche amministrazioni e con tecnici del settore.

Successiva ricalibrazione degli strumenti proposti per snellirne l'utilizzo e per avere il maggior numero di informazioni possibile raccolte in modo organico in semplici schede e/o tabelle.

Verifica della originalità del metodo proposto attraverso la comparazione con metodi esistenti e la individuazione delle parti innovative riferite alla particolarità dell'argomento trattato (le chiese sconsacrate). Sarà tenuta in particolare conto l'esistenza (o no) di un rapporto continuo fra gli elementi della costruzione considerati e il fatto che sono riferiti a un edificio di culto, e quindi al loro rapporto col sacro. Si presterà quindi attenzione a non riproporre modelli o strumenti già esistenti per l'edilizia storico-monumentale, ma ogni azione, ogni intervento, ogni strumento verrà calibrato in modo tale da riferirsi in maniera specifica e chiara a edifici particolari come sono le chiese sconsacrate.

Verifica della interagibilità e integrabilità degli strumenti proposti con supporti esistenti, soprattutto su base informatica (foli elettronici, strumenti di disegno automatico, ecc.).

## 3) VALUTAZIONE, FASE 3 E VALUTAZIONE GLOBALE DELLA RICERCA

Gli strumenti proposti nelle fasi precedenti sono stati validati su edifici campione individuati dalle varie Unità di ricerca. Ogni Unità di ricerca ha verificato su singoli edifici pilota sia gli strumenti relativi agli argomenti oggetto della ricerca specifica dell'Unità, sia quelli oggetto delle altre Unità in modo da effettuare una verifica incrociata dei metodi proposti.

La validità del metodo propostosi è verificata assegnando opportuni valori ai seguenti parametri:

1. semplicità di utilizzo degli strumenti individuati;
2. esaustività delle informazioni rilevabili;
3. rigore scientifico della terminologia utilizzata;
4. consequenzialità logica delle operazioni da effettuare durante la fase di analisi territoriale e di rilievo dell'edificio;
5. efficacia della visualizzazione dei risultati;
6. semplicità di integrazione con supporti informatici esistenti.

Un ulteriore giudizio di validità può essere conseguito confrontandosi con le pubbliche amministrazioni e/o tecnici del settore proponendo il metodo realizzato e facendo loro compilare una scheda di valutazione con riferimento ai punti sopra elencati.

Una ulteriore verifica della validità del metodo e della validità delle soluzioni progettuali, dei giudizi di valore e di trasformabilità degli edifici ai quali consente di pervenire, può essere realizzata attraverso l'applicazione degli strumenti e del metodo proposto a edifici di culto sconsacrati già riutilizzati; in questo modo si può simulare un progetto di rifunzionalizzazione e si può confrontare il risultato al quale si sarebbe pervenuti utilizzando la metodologia progettuale proposta dalla ricerca e quello reale, dando così anche un possibile giudizio di valore sul progetto realizzato.

## I SETTORI OPERATIVI ED I PROGRAMMI DI LAVORO DELLE SEDI PARTECIPANTI ALLA RICERCA

Unità di Ricerca : *Università degli Studi di TRENTO*

### Compito

Lo studio si è articolato in quattro fasi:  
- analisi delle problematiche emergenti nella rifunzionalizzazione delle chiese sconsacrate;

- ideazione di un metodo per sistematizzare la conoscenza dell'edificio;
- ideazione di un codice di pratica che possa orientare le scelte durante la fase della rifunzionalizzazione;
- verifica del metodo su due tipi di edifici di culto dismessi.

Fase 1 (con impegno di circa sei mesi)

Analisi critica e mirata della normativa relativa alla sicurezza antincendio e all'accessibilità degli edifici.

Individuazione su un territorio sufficientemente ampio e articolato (ambito della Provincia autonoma di Trento) di esempi di chiese dismesse distinti in:

- chiese abbandonate e non più utilizzate;
- chiese di proprietà privata o pubblica, che sono riutilizzate con funzioni diverse da quelle originarie.

Fase 2 (con impegno di circa sei mesi)

Definizione di una scheda atta ad evidenziare tutte le parti dell'edificio attraverso codici identificativi costituiti da lettere e numeri.

Metodo per la classificazione delle diverse parti costruttive dell'edificio quali i setti di chiusura verticale, gli orizzontamenti, i vani di porte e finestre nonché i serramenti stessi.

Definizione delle modalità realizzative di diagrammi periodizzati con i quali sintetizzare in maniera efficace su un piano cartesiano lo sviluppo edilizio nel tempo del complesso architettonico.

Fase 3 (anche in questo caso con impegno di circa sei mesi)

Definizione di una procedura di gerarchizzazione degli elementi di fabbrica basata sulla definizione di un valore di classe da attribuire ad essi a seconda della loro valenza in termini di autenticità e di importanza in rapporto all'intero edificio.

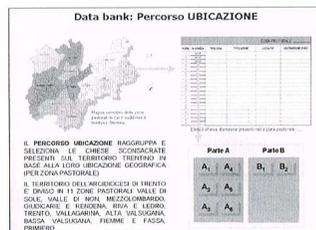
Definizione dei criteri per la valutazione delle destinazioni d'uso compatibili con il valore storico documentale e religioso dell'edificio.

Fase 4 (ancora di sei mesi)

Verifica dell'impianto metodologico formulato e dei codici di pratica con l'applicazione a due edifici reali diversi per forma e contenuti storici.

Individuazione delle parti interessanti per gli aspetti storici attraverso i diagrammi che analizzano l'evoluzione dell'edificio.

Individuazione delle possibili destinazioni d'uso che ottimizzano la conservazione degli elementi storici con la migliore utilizzazione funzionale in rapporto all'accessibilità e alla sicurezza antincendio.



Tipiche schede operative dell'unità di ricerca di Trento da: *Edifici per il culto dismessi*, Luciano edit. 2005.

Definizione, attraverso le elaborazioni fatte e con l'ausilio dei codici di pratica, della possibile ottimale localizzazione degli elementi nuovi necessari al funzionamento dell'edificio.

Risultato finale della ricerca: strumento operativo e metodo per la valutazione del grado di compatibilità dell'organismo edilizio con le nuove destinazioni d'uso in rapporto alla accessibilità e alla sicurezza al fuoco nel rispetto dei valori storici, costruttivi e simbolici.

Unità di Ricerca: *Università degli Studi di NAPOLI "Federico II"*

Compito

Il lavoro dell'Unità di Ricerca di Napoli si è articolato in quattro fasi.

Fase 1

Nel primo semestre l'unità operativa ha approntato strumenti e procedure per la lettura dell'organizzazione funzionale, degli aspetti formali e delle caratteristiche acustiche e di illuminamento naturale delle chiese dismesse, di antico impianto, presenti nel centro antico di Napoli.

Fase 2

Nel secondo semestre l'unità di ricerca ha predisposto strumenti e procedure per la lettura dell'organizzazione materica e tecnologica degli organismi edilizi di antico impianto. A seguito di tali elaborazioni la unità di ricerca ha organizzato il Convegno nazionale "Gli edifici per il culto dismessi" tenutosi a Roma il 21 mag 04 presso il Senato della Repubblica.

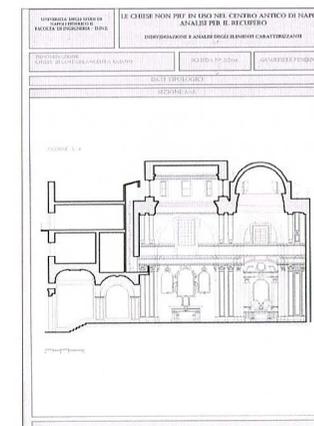
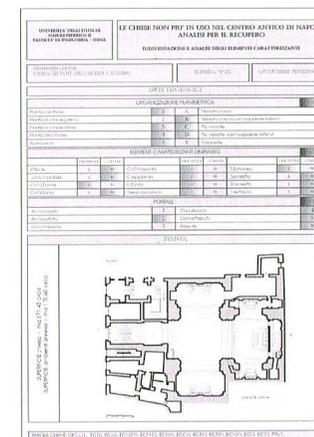
Fase 3

Nella terza fase della ricerca si è proceduto all'organizzazione dei dati in schede, predisposte allo scopo, che sintetizzano lo stato attuale dell'edificio, dal punto di vista formale, funzionale, materico, tecnologico e delle caratteristiche acustiche e illuminotecniche.

Fase 4

L'obiettivo della quarta fase, relativo alla predisposizione di procedure per la valutazione della sostenibilità dei possibili interventi di rivitalizzazione, si è perseguito in particolare tramite la messa a punto di una metodologia per individuare:

- il "contenuto" appropriato al "contenitore" chiesa, ovvero quelle destinazioni d'uso che assicurino il prolungamento della



Tipiche schede operative della unità di ricerca di Napoli, da: *Edifici per il culto dismessi*, Luciano edit. 2005

vita degli edifici in pericolo di abbandono, senza peraltro stravolgerne il carattere originario;

- il "grado di trasformabilità" del "contenitore chiesa", attraverso l'individuazione di opportuni parametri valutativi.

Il risultato finale dell'Unità di Ricerca è stato di produrre mezzi e metodi per valutare la sostenibilità delle nuove destinazioni d'uso in relazione alle caratteristiche tipologiche dell'edificio di antico impianto.

Una banca dati, predisposta allo scopo, consentirà di individuare immediatamente, oltre alle caratteristiche tipologiche della chiesa in esame, le possibili nuove destinazioni d'uso compatibili e le linee guida per modalità operative che siano di ausilio ai progettisti per interventi sostenibili sul patrimonio delle chiese dismesse.

Unità di Ricerca *Università degli Studi di SALERNO*

Compito

All'Unità di Ricerca di Salerno è affidato in particolare lo studio degli aspetti relativi alle "finiture", ossia le opere che non si identificano con la "struttura" portante, ma che hanno importanza determinante nello studio della connotazione delle fabbriche da recuperare.

La articolazione della ricerca attraverso i punti che di seguito vengono sinteticamente elencati e riferiti in particolare ad alcuni significativi edifici campione:

Rilievi plano-altimetrici (condotti preferibilmente sulla base di materiali già esistenti).

Rilievo fotografico digitale.

Restituzione informatizzata.

Ricerca storica (nascita, evoluzione e trasformazioni del bene edilizio).

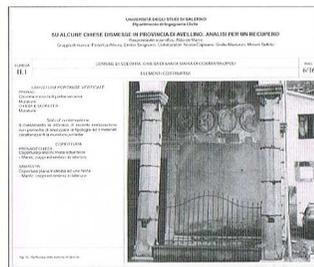
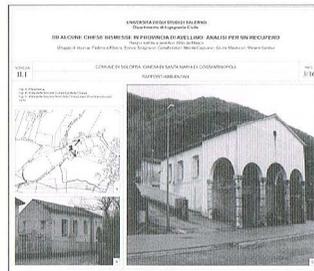
Analisi del contesto (morfologia urbana, tipologica e sociale).

Analisi delle necessità sociali e della collettività quale possibile utente del bene in oggetto.

Studio ed analisi delle previsioni di Piano Regolatore Generale o dello strumento urbanistico esecutivo vigente al fine di prevedere la compatibilità urbanistica con le nuove destinazioni d'uso.

Messa a punto di una metodologia progettuale e di interventi.

Studio delle interrelazioni con altri aspetti:



Tipiche schede operative dell'unità di ricerca di Salerno da: *Sul recupero di edifici di culto dismessi*, CUES Salerno 2006.

- strutturali (adeguamento antisismico, miglioramento strutturale, consolidamento statico);

- restauro scientifico;

- restauro filologico;

- impiantistica (elettrica, idrica, di riscaldamento, antincendio, di sicurezza ed antintrusione, etc.)

- normativa antincendio dei Vigili del Fuoco;

- normativa di sicurezza per i locali di pubblico spettacolo;

- compatibilità degli interventi e delle previsioni progettuali con le presenze storiche ed artistiche (opere d'arte, quadri, sculture, amboni, pulpiti, etc.).

Il prodotto finale programmato per l'Unità di Ricerca è la messa a punto dei codici di pratica per soddisfare le nuove richieste sociali e culturali che sono di premessa per la ricerca di un posto di lavoro e che sono legati alla informatizzazione dell'informazione e di supporto al telelavoro.

Ma fondamentali sono pure i supporti per il tempo libero come le sale di ascolto di musica e, non ultime, nelle città sedi di grandi università, le sale di studio per studenti fuori sede aperte fino a tarda sera con un sistema di autogestione cooperativistico.

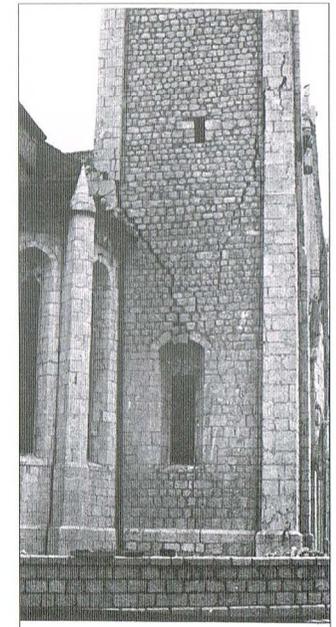
La compatibilità e la congruenza (totale o parziale) tra impianto esistente nel suo complesso e le nuove funzioni si ritroverà allora attraverso il confronto di una serie di fattori che potranno portare alla definizione di codici di pratica e quindi indirizzare verso le scelte più opportune e significativamente valide.

Nel corso della ricerca alcune metodiche e finalità sono mutate in rapporto all'evolversi delle rilevazioni; i risultati del lavoro della unità di ricerca sono reperibili nella pubblicazione "Sul recupero degli edifici di culto dismessi" a cura di Aldo De Marco, CUES edit Salerno 2006.

Unità di Ricerca *Università Politecnica delle MARCHE, ANCONA*

L'Unità di Ricerca ha come tematica specifica l'approfondimento della particolare articolazione che il progetto di recupero e riqualificazione di luoghi di culto ormai dismessi deve assumere quando si pone anche la finalità del miglioramento sismico in funzione preventiva ovvero in funzione di risanamento di un manufatto già danneggiato dal/dai sisma.

L'attività di ricerca è suddivisa in due fasi consequenziali.



Il campanile del Duomo di Venezia nel 1976.

a) Prima fase

1. Individuazione di significativi casi di studio, composti da edifici adibiti a culto dismessi o tutt'ora operanti<sup>1</sup> presenti nella zona del centro Italia.

2. Analisi diretta dei casi campione individuati mediante:

- Acquisizione e restituzione dei dati di configurazione geometrica;
- Descrizione delle qualità costruttive e dei materiali costitutivi;
- Rilievo e analisi dello stato di manutenzione, di degrado, fessurativo e deformativo;
- Descrizione e localizzazione degli eventuali interventi recenti;
- Elenco e descrizione degli eventuali beni di carattere storico-artistico.

3. Diagnosi della vulnerabilità sismica pre-progettuale mediante:

- Individuazione delle vulnerabilità tipiche delle fabbriche mediante confronto con edifici aventi tipologie simili già sottoposti a eventi sismici e suddivisione dei casi di studio in macroelementi;
- Individuazione delle vulnerabilità specifiche delle fabbriche e descrizione dei danni possibili connessi a tali vulnerabilità;
- Eventuali prove sperimentali, accertamenti diagnostici in sito o in laboratorio necessari a completare il quadro diagnostico;
- Previsione del comportamento locale e globale e descrizione del danno futuro atteso in caso di sisma;
- Valutazioni sul comportamento al sisma e di eventuali tecniche di miglioramento;
- Stesura di una lista di controllo degli obiettivi di progetto.

b) Seconda fase

1. Ipotesi di progetto di riqualificazione e di riuso per i casi campione prescelti ed individuazione delle vulnerabilità sismiche introdotte e/o compensate dai progetti ipotizzati attraverso:

- Lo studio delle prestazioni sismiche residue del manufatto;
- Lo studio delle richieste di prestazione di sicurezza che la nuova destinazione d'uso esige;
- La minimizzazione delle vulnerabilità sismiche precedentemente individuate mediante l'individuazione della "vocazione" intrinseca del fabbricato;
- Scomposizione delle fabbriche nei loro elementi resistenti;
- Previsione del comportamento locale e globale e descrizione del danno futuro atteso in caso di sisma nella situazione modificata;



Friuli, Parrocchiale di Nimis, da questi esempi si cominciarono ad individuare i cinematismi di crollo tipici degli edifici ad aula.

<sup>1</sup> Ai fini del comportamento sismico la eventuale sconsacrazione appare irrilevante, conta piuttosto il livello di manutenzione e di ripristino di danni progressi.

- Valutazione comparativa tra lo stato di fatto antecedente il progetto e lo stato modificato.

2. Definizione di linee guida per la stesura di un progetto di riqualificazione e riuso di edifici di culto dismessi attraverso:

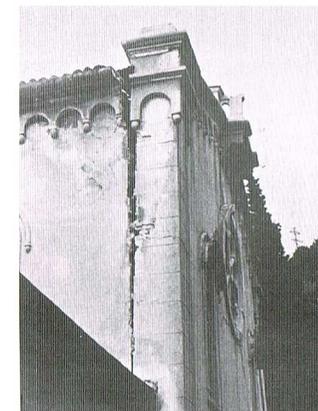
- Generalizzazione della metodologia operativa seguita per la redazione dei progetti di riuso e riqualificazione dei casi di studio esaminati;

- Impostazione e valutazione del progetto di riuso e rifunzionalizzazione in base alle "potenzialità" intrinseche ancora esplicabili dall'edificio;

Il risultato della ricerca è l'elaborazione di un codice di pratica per la progettazione e la realizzazione di interventi di recupero e riqualificazione di vecchie chiese (sconsacrate o meno) orientato al miglioramento sismico del manufatto. Tale codice si propone come obiettivo di far fronte alla necessità di disporre di uno strumento orientativo e divulgativo che si collochi a cavallo tra normativa, indirizzi scientifici e culturali e pratica professionale.



Friuli, parrocchiale di Resiutta, il campanile sembra integro, ma è interessato da una lesione elicoidale con rotazione della sommità.



Gemona, chiesa dell'ospedale vecchio 1976, la rotazione della facciata per mancanza di solidarizzazione con l'impalcato di copertura.



Gemona, Madonna di Fossale, 1976 cinematismo del crollo della facciata.

## Cap. 2

### MOTIVAZIONI E SPECIFICITÀ DEL PROGRAMMA DELLA UNITÀ DI RICERCA DI ANCONA

I recenti eventi sismici (Ancona 1972, Friuli 1976, Irpinia XXX, Marche ed Umbria 1999) hanno messo in evidenza come le chiese siano spesso più vulnerabili rispetto ad altre tipologie di manufatti: anche terremoti di limitata intensità determinano stati fessurativi evidenti e, in alcuni elementi architettonici della chiesa, situazioni d'instabilità con crolli locali. Questa maggiore vulnerabilità va ricercata nella particolare geometria del manufatto: presenza di grandi aule senza pareti interne di spina, assenza di orizzontamenti intermedi, snellezza delle pareti e di alcune strutture voltate (volte in foglio), presenza di elementi spingenti (archi, volte), degrado conseguente al limitato uso ed alla scarsa manutenzione di alcune parti (campanile).

Esiste quindi un problema di sicurezza, ovvero occorre garantire a queste strutture una capacità di resistere all'azione sismica paragonabile a quella che viene richiesta alle nuove costruzioni (Giuffrè e Carocci 1996). Questa esigenza è in particolare modo sentita laddove vecchie chiese ormai sconstate e in disuso da anni debbono essere riqualificate e rifunzionalizzate alla luce di nuove destinazioni d'uso. Anche in questo caso la problematica è sia legata alla salvaguardia dell'incolumità pubblica, dato che un nuovo utilizzo di questi manufatti potrebbe portare a un grande affollamento anche se per periodi limitati, sia allo stesso mantenimento del bene architettonico, per le sue valenze culturali e di testimonianza storica.

Questi due obiettivi possono apparire contrapposti se si affronta il problema della sicurezza senza comprendere a fondo il comportamento della fabbrica e si interviene inserendo nuove strutture di moderna concezione che si sostituiscono a quelle originarie; nascondere questi elementi non è sufficiente, perché il concetto di conservazione deve essere esteso alle tecniche costruttive, testimonianza di un'antica arte del costruire. Inoltre il recente terremoto in Umbria e nelle Marche ha chiaramente mostrato i limiti di alcune tecniche d'intervento, frequentemente impiegate negli ultimi trent'anni: il rifacimento della copertura in



R. Montagna, G. Tardella, gli studi sugli effetti del Sisma di Ancona nel 1972.



La rivista «L'industria delle costruzioni» dedicò un numero speciale al rapporto del gruppo di ricerca dell'Università di Ancona composto da: A. Gallo Curcio, G. Tardella, S. Albanesi, E. Cartapati, A. Cherubini, G. Ciccarelli, R. Giacchetti, R. Montagna.

cemento armato, l'inserimento di cordoli eccessivamente rigidi in sommità alle murature, l'uso di cuciture armate in alternativa ai tradizionali tiranti metallici, hanno spesso comportato danni superiori a quelli che l'originale struttura avrebbe probabilmente presentato (Brovelli et al. 1998).

Quale può essere allora la strada per una consapevole conservazione e riuso degli ex edifici di culto in area sismica?

Certamente il progetto di recupero e di riqualificazione non deve rappresentare un compromesso tra le due esigenze della sicurezza e della conservazione ma deve costituire la sintesi ottimale (Giuffrè 1993, Stazi et al. 2001). A tutt'oggi, comunque, in Italia non esiste un vero e proprio interesse specifico verso questi edifici, pur esistendo una recente legge che permette agli Enti Pubblici di vendere o dare in convenzione edifici storici fra cui proprio ex edifici di culto. Rimane così attuale il problema della rifunzionalizzazione e del riuso di tali edifici, pur mantenendone le peculiarità formali, tecnico-costruttive, spaziali e, laddove possibile, le originarie valenze religiose. Non esistendo leggi, norme o codici di pratica che regolino gli interventi progettuali, tutto è lasciato all'esperienza e alla professionalità dei progettisti e al buon senso delle commissioni pubbliche che gestiscono questo patrimonio. In particolare, risulta della massima importanza la problematica della messa in sicurezza sismica della fabbrica rispetto alla sua nuova destinazione d'uso.

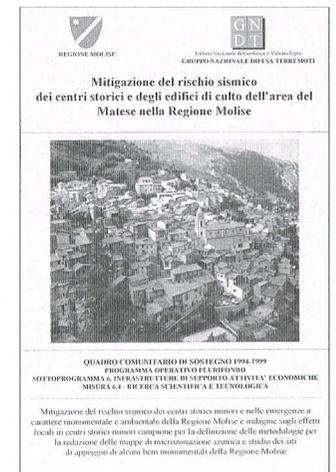
### BASE DI PARTENZA SCIENTIFICA

Dal punto di vista normativo il D.M. riguardante le Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche (M.L.L.PP. 1996) suggerisce, per edifici a carattere monumentale, l'intervento di miglioramento sismico, definito come "l'esecuzione di una o più opere riguardanti i singoli elementi strutturali dell'edificio con lo scopo di conseguire un maggior gradodi sicurezza senza, peraltro, modificarne in maniera sostanziale il comportamento globale"; tale definizione di intervento è coerente con i principi di sicurezza e conservazione sopra esposti ed è ribadito con forza nelle raccomandazioni emanate dal Comitato Rischio Sismico (M.L.L.PP. & M.BB.CC.AA. 1997).

Alternativo al miglioramento è l'intervento di adeguamento sismico, che prescrive il raggiungimento, a seguito dell'intervento, dello stesso livello di sicurezza sismica che è richiesto in quella zona per le nuove costruzioni; ma che appare inadeguato per



Le linee guida pubblicate a seguito del sisma delle Marche-Umbria 1997, edite nel 2000.



Le linee guida pubblicate a seguito del sisma del Molise, edite nel 2001.

una costruzione storica per le seguenti ragioni: a) il livello di sicurezza previsto dalla normativa ha natura probabilistica ed è quindi convenzionale, ovvero rappresenta un accettabile compromesso tra l'esigenza di sicurezza e la sostenibilità economica nella realizzazione della costruzione (sarebbe assurdo applicare questo criterio ad un progetto di restauro, in quanto non si considerano le esigenze di conservazione); b) tale impostazione richiede l'esecuzione di una verifica numerica e, pertanto, un modello di calcolo in grado di offrire risultati affidabili dal punto di vista quantitativo (è noto che le costruzioni storiche in muratura, specie quelle geometricamente complesse come i manufatti monumentali, difficilmente si prestano ad essere trattate con i moderni strumenti di calcolo - Di Pasquale 1996, Giuffrè 1988).

In realtà anche il miglioramento sismico richiederebbe verifiche di tipo numerico, in quanto il progettista deve dimostrare che l'intervento proposto fornisce al manufatto un maggior grado di sicurezza (Circolare M.LL.PP. 1997). È quindi necessario disporre di modelli di calcolo che consentano di analizzare la fabbrica nel suo stato attuale e dopo il consolidamento, in modo tale da dimostrare, tramite un confronto tra le due analisi, l'effettivo miglioramento sismico e stimare la sicurezza conseguita. Ne deriva l'importanza di saper interpretare l'identità strutturale della fabbrica. Per cui, a monte di ogni progetto di riuso e rifunzionalizzazione e quindi di messa in sicurezza, è indispensabile imparare dal terremoto (Brovelli et al. 1998; Binda et al. 1999), ovvero interpretare la risposta sismica di questi manufatti dismessi attraverso la lettura dei danni su casi reali, che sono la base per la definizione e la validazione di modelli teorici di comportamento. Attualmente l'impostazione che ne deriva è basata sulle esperienze e su alcuni concetti di riferimento sviluppati soprattutto nella ricerca GNDT, e da alcune linee guida del mondo accademico (Giuffrè 1993, Lagomarsino 1997, Doglioni 2000). Inoltre, le ricerche condotte sulla vulnerabilità sismica delle chiese a seguito degli ultimi eventi sismici in Italia (Friuli 1976; Doglioni et al. 1994; Irpinia 1980; Proietti 1994, Guccione et al. 1998; Modena e Reggio Emilia 1987; Regione Emilia Romagna 1995, Decanini et al. 1997; Lunigiana 1995; Angeletti et al. 1997; Umbria e Marche 1997; Lagomarsino et al. 1997, 1999) forniscono oggi una visione sufficientemente chiara ed esauriente della casistica di possibili meccanismi di danno di una chiesa. Secondo questi studi, le costruzioni monumentali assumono durante il sisma comportamenti riconducibili ad un numero relativamente

limitato di "meccanismi di danno" (ovvero modelli cinematici), correlati soprattutto alla forma della parte colpita ("macroelemento"). Il meccanismo di danno associato al macroelemento diviene quindi lo strumento per descrivere il comportamento dell'edificio. Ovviamente la suddivisione in macroelementi svolge una funzione del tutto convenzionale, perciò non deve essere oggetto di una rigida formalizzazione, in quanto del tutto interna e strumentale al processo di interpretazione.

#### IL COORDINAMENTO CON GLI ALTRI GRUPPI DI RICERCA

Nell'ambito del programma nazionale, la Unità di Ricerca dell'Università Politecnica delle Marche si è proposta la finalità di approfondire la particolare articolazione che il progetto di recupero e riqualificazione di luoghi di culto, sconsacrati o meno, deve assumere quando si pone anche la finalità del miglioramento sismico in funzione preventiva o per riparare un manufatto già danneggiato. Ciò in relazione al fatto che è oramai consolidata una linea culturale che tende a precisare e rafforzare l'idea di miglioramento sismico alle opere di conservazione, con la messa a punto di un percorso tecnico comune tra recupero e protezione da sisma, superando una separazione oggi frequente e facendo in modo che il miglioramento sismico costituisca un usuale "tema" del progetto di recupero.

Pur nel panorama di rinnovata definizione normativa, infatti, vi è una tendenza diffusa a dare per scontati o a delegare alla pratica professionale i contenuti e i modi di quello che costituisce il passaggio fondamentale per l'efficacia degli interventi, ossia il progetto. Appare di grande importanza, invece, formare strumenti di indirizzo e riferimento della progettazione per meglio definire i contenuti e gli approfondimenti necessari, fornendo al tempo stesso riferimenti su forme di redazione sperimentate che possono favorire la chiarezza degli elaborati.

L'attività di ricerca si è quindi suddivisa in due parti consequenziali.

La prima fase in cui si articolerà il programma di ricerca comprenderà le seguenti attività e verrà svolta attraverso le metodologie di analisi di seguito riportate:

1. Individuazione di casi di studio, composti da ex edifici adibiti a culto dismessi presenti nella zona del centro Italia.

La scelta dei casi di studio viene effettuata sulla base di un'indagine preliminare di conoscenza volta a determinare le tipologie



S. Maria della Libera in frazione Pandola di Mercato S. Severino (SA), con la facciata crollata per il sisma del 1981 e dopo ricostruzione nel 2005.

più ricorrenti di chiese sconsacrate presenti nella zona del centro Italia. Una volta determinate le tipologie più frequenti all'interno di questa categoria saranno scelti i due casi di studio.

## 2. Analisi diretta dei 2 casi campione individuati mediante:

- Acquisizione e restituzione dei dati di configurazione geometrica (rilievo geometrico);

- Descrizione delle qualità costruttive e dei materiali costitutivi (rilievo descrittivo e materico);

- Studio della storia costruttiva attraverso le tracce stratigrafiche e la documentazione storica rivolta anche a ricostruire la storia sismica dell'edificio;

- Rilievo e analisi dello stato di manutenzione e di degrado;

- Rilievo e analisi dello stato fessurativo e deformativo;

- Descrizione e localizzazione degli eventuali interventi recenti con tecniche moderne o tradizionali;

- Elenco e descrizione degli eventuali beni di carattere storico-artistico.

Questa parte serve a consentire la comprensione dell'organismo inteso nella sua unità architettonica e strutturale originaria, fornendo inoltre indicazioni sulle modifiche e sulle trasformazioni avvenute nel tempo con particolare riferimento a quelle dipendenti da eventi sismici storici.

## 3. Diagnosi della vulnerabilità sismica pre-progettuale (stato di fatto) mediante:

- Individuazione delle vulnerabilità tipiche delle fabbriche<sup>2</sup> mediante confronto con edifici aventi tipologie simili già sottoposti a eventi sismici e suddivisione dei casi di studio in macroelementi;

- Individuazione delle vulnerabilità specifiche delle fabbriche e descrizione dei danni possibili connessi a tali vulnerabilità;

- Eventuali prove sperimentali, accertamenti diagnostici in sito o in laboratorio necessari a completare il quadro diagnostico;

- Previsione del comportamento locale e globale e descrizione del danno futuro atteso (progetto di danno) in caso di sisma;

- Valutazioni sul comportamento al sisma e di eventuali tecniche di miglioramento;

- Stesura di una lista di controllo degli obiettivi di progetto.

Questa sezione si pone in continuità metodologica e operativa con l'attività di schedatura e di analisi degli edifici ecclesiastici danneggiati dal terremoto in base alla scheda GNDT integrata con parti della scheda ICR<sup>3</sup>. I contenuti di questa parte rappresentano una prima lista di controllo del progetto, ovvero un indice di problemi cui si dovrà puntualmente dare risposta in

<sup>2</sup> con riferimento al comportamento sismico degli edifici ad aula. si confronti anche: S. Podestà, *Una metodologia per la valutazione della vulnerabilità degli edifici storici*, "la scheda Chiese" del Gruppo nazionale Difesa Terremoti, Brandolini, Pescara 2001.

<sup>3</sup> nell'ambito del Progetto per la riduzione del rischio sismico dei beni monumentali ed ambientali nei parchi nazionali e regionali dell'Italia meridionale, sono stati sperimentati i seguenti strumenti di rilevazione: la scheda di primo livello (checklist) per la individuazione dei beni di interesse storico-architettonico e storico-ambientale presenti sul territorio (GNDT - Cifani), una scheda di rilievo per le chiese (GNDT - Lagomarsino) e una scheda-rilievo per i centri storici (GNDT - Cifani e Cialone, SSN-Benetti, Min. BB.AA.CC.-Guccione). Questi "strumenti" possono essere utilizzati sia in fase di emergenza per valutazioni di danno e vulnerabilità, sia in "tempo di pace" per fornire informazioni sul "danno atteso" e sui costi dei possibili interventi preventivi di miglioramento.

Per i Beni Culturali è stata anche significativa l'esperienza del terremoto in Umbria e nelle Marche (1997) che ha consentito di sviluppare un preciso percorso che dal rilievo del danno e della vulnerabilità arriva alla stima di massima dei costi di intervento. La stessa metodologia è stata poi applicata in occasione del terremoto del Pollino che ha colpito alcuni comuni della Basilicata e della Calabria (1998).

Cfr. G. Cialone, G. Cifani, A. Lemme, A. Martinelli 2001.

fase progettuale. In sostanza, in questa fase, si vuole costituire un'interfaccia tra parte analitica e parte operativa-previsionale della progettazione per favorire una consequenzialità tra di esse e mantenere un chiaro rapporto tra fattori diagnosticati e interventi previsti.

La seconda fase del programma inizialmente prevedeva le seguenti attività svolte attraverso le metodologie appresso riportate:

1. Ipotesi di progetto di riqualificazione e di riuso per i casi campione dismessi e individuazione delle vulnerabilità sismiche introdotte e/o compensate dai progetti ipotizzati attraverso:

- Lo studio delle prestazioni sismiche residue del manufatto;

- Lo studio delle richieste di prestazione di sicurezza che la nuova destinazione d'uso esige;

- La minimizzazione delle vulnerabilità sismiche (miglioramento) precedentemente individuate mediante l'individuazione della "voce" intrinseca del fabbricato;

- Scomposizione delle fabbriche nei loro elementi resistenti (macroelementi, eventuali strutture in c.a. o in acciaio aggiunte...);

- Previsione del comportamento locale e globale e descrizione del danno futuro atteso (progetto di danno) in caso di sisma nella situazione modificata;

- Valutazione comparativa tra lo stato di fatto antecedente il progetto e lo stato modificato.

In questa parte si afferma con forza il paradigma cardine di tutta la ricerca, ovvero il rapporto inscindibile tra architettura e struttura.

Se l'architettura, infatti, è costituita da una data struttura, da essa inseparabile, cui si associa un particolare comportamento, un mutamento globale del comportamento, dovuto ad una riqualificazione e ad un riuso attuato "alla cieca", richiede un radicale cambiamento della struttura e quindi mina il rapporto struttura-architettura. Dal punto di vista pratico, infatti, per mutare il comportamento sono in genere necessari interventi ad alta componente invasiva e distruttiva che comprometterebbero la natura storica e l'autenticità del bene che invece si vuole conservare.

Da qui l'indirizzo a incrementare e a valorizzare le prestazioni strutturali della fabbrica, sfruttandone sistematicamente le risorse di resistenza e accettandone senza rifiuti pregiudiziali il modo di essere strutturale in maniera tale che il nuovo riuso e la nuova riqualificazione nascano dalle "potenzialità" intrinseche del fabbricato.



Uso della "potenzialità": chiesa della Spirito Santo a Solofra AV.

Al calcolo numerico è affidato un ruolo di dimensionamento e di verifica della vulnerabilità introdotta o compensata. Il calcolo perciò partecipa insieme agli altri argomenti a sostenere e a indirizzare le scelte, ma non mira a costituire la parte preponderante del progetto.

2. Definizione di linee guida (codice di pratica) per la stesura di un progetto di riqualificazione e riuso di edifici di culto dismessi attraverso:

- Generalizzazione della metodologia operativa seguita per la redazione dei progetti di riuso e riqualificazione dei casi di studio esaminati;

- Impostazione e valutazione del progetto di riuso e rifunzionalizzazione in base alle "potenzialità" intrinseche ancora esplicabili dall'edificio;

La stesura di un codice di pratica così elaborato si propone di approfondire la particolare articolazione che il progetto di recupero e di riqualificazione di ex edifici di culto deve assumere quando si pone anche la finalità del miglioramento sismico, in funzione preventiva o per riparare un manufatto già danneggiato. In questa impostazione, ne deriva che il miglioramento deve entrare a far parte dell'input iniziale del progetto e costituirne uno specifico obiettivo. Si propone così una metodologia di lavoro di riferimento per ricercare attraverso il progetto una connessione concettuale e operativa tra istanze del restauro architettonico e il miglioramento in funzione antisismica. Si espone perciò un lavoro tecnico riflessivo, attento a catturare i segnali che la fabbrica ci può dare, facendone il punto di riferimento per la destinazione futura.

#### RISULTATI ATTESI

Compito dell'Unità di Ricerca di Ancona è, dunque, l'elaborazione di un codice di pratica per la progettazione e la realizzazione di interventi di recupero e riqualificazione di vecchie chiese sconsacrate orientato al miglioramento sismico del manufatto. Tale codice si propone come obiettivo di far fronte alla necessità, spesso riscontrata, di disporre di uno strumento orientativo e divulgativo che si collochi a cavallo tra normativa, indirizzi scientifici e culturali e pratica professionale. Non si intende, ovviamente, proporre la soluzione di tutti i problemi, quanto piuttosto un modo di riferimento con cui ricercarla e metterla a fuoco in ciascun caso tenendo conto di esperienze più generali.



Chiesa di S Michele a Carpineto SA.

#### LA FASE OPERATIVA DELL'UNITÀ DI ANCONA

Come ben delineato nel programma generale, l'obiettivo del progetto di ricerca "Sicurezza e riqualificazione di chiese sconsacrate in zona sismica", cofinanziato dal MIUR nel bando 2003 è quello di formulare 'codici di pratica' di ausilio sia ai progettisti sia alla pubblica amministrazione per capire quali possano essere le nuove utilizzazioni più idonee per il riuso dell'edilizia ecclesiastica dismessa, preservando al contempo il valore storico-architettonico e formale dell'edificio, senza stravolgere i contenuti rappresentativi religiosi e senza aggredire gli elementi costruttivi che li caratterizzano.

Il criterio guida diventa pertanto la proposta, per quanto possibile, di interventi reversibili, compatibili e rispettosi della progressa sacralità del sito.

La ricerca nazionale si è posta quindi il fine di trovare metodi e strumenti che indichino le modalità operative che possono essere seguite per operare le ottimali scelte sia a livello pianificatorio urbano che a livello tecnico costruttivo alla scala dell'organismo edilizio.

Nell'ambito di tale programma nazionale concordato con le Università di Trento, Napoli Federico 2° e Salerno, la Unità di Ricerca di Ancona operativamente si è assunta il compito di approfondire la particolare articolazione che il progetto di recupero e riqualificazione di luoghi di culto dismessi deve assumere quando si ponga anche la finalità del miglioramento sismico in funzione preventiva o per riparare un manufatto già danneggiato.

Ciò in relazione al fatto che è oramai consolidata una linea culturale che tende a precisare e rafforzare l'idea di miglioramento sismico negli interventi di conservazione, con la messa a punto di un percorso tecnico comune tra recupero e protezione da sisma, superando una separazione oggi frequente e facendo in modo che il miglioramento sismico costituisca un usuale "tema" del progetto di recupero.

Non va peraltro dimenticato che le purtroppo numerose esperienze sismiche degli ultimi decenni hanno fatto maturare in Italia una non trascurabile conoscenza in tale settore, più generalmente diffusa per quanto riguarda le tipologie residenziali, ma che ha fornito studi di non trascurabile rilevanza anche per quanto attiene tipologie edilizie speciali, come i qui trattati edifici ad aula.

Assolutamente degno di nota nello specifico settore tematico,

e da noi pertanto assunto quale punto di partenza per l'affinamento della metodica proposta, è lo studio prodotto nel settembre 2000 a seguito di convenzione tra la Regione Marche e lo IUAV, a firma del prof. Doglioni e con contributi di G. Canofeni, F. Marino, G. Minardi, A. Moretti, P. Regazzo, G. Serafini.

La fase di lavoro sviluppata in concreto dall'Unità di Ancona ha avuto come tema la individuazione su base archivistica di esempi di chiese dismesse appartenenti alle Curie o ad altri Enti ed Istituzioni, e la predisposizione preliminare di strumenti e procedure per la conoscenza dell'edificato, sia in quanto tale sia anche nei suoi rapporti con il contesto, urbano o extraurbano (edifici isolati, inseriti in contesti urbani di varie dimensioni o in agro rurale), secondo codifiche che sono state messe a punto in questa fase della ricerca.

Lo scopo è la individuazione di alcuni edifici che possano essere assunti quali casi di studio e di sperimentazione progettuale.

Il programma iniziale, che in corso d'opera è stato parzialmente modificato, prevedeva infatti che la Unità di ricerca di Ancona procedesse alla scelta di soli 2 casi di studio, composti da edifici già adibiti a culto ed attualmente dismessi presenti nella zona del centro Italia.

Su tali edifici si era programmata una analisi diretta dei casi campione individuati mediante:

- Acquisizione e restituzione dei dati di configurazione geometrica;
- Descrizione delle qualità costruttive e dei materiali costitutivi;
- Rilievo e analisi dello stato di manutenzione, di degrado, fessurativo e deformativo;
- Descrizione e localizzazione degli eventuali interventi recenti;

Nella pratica attuazione di tale programma la ricerca di possibili catalogazioni del patrimonio ecclesiastico ed in particolare delle chiese ha evidenziato, nella Regione Marche, una realtà piuttosto ben definita sotto il profilo proprietario che è fondamentalmente diviso tra Curie ed amministrazioni comunali.

La frammentazione del territorio, marchigiano, ma anche nazionale, in piccoli comuni, con molte municipalità di modestissime dimensioni e conseguenti possibilità economiche, ha fatto sì che solo le città ed i centri maggiori abbiano avviato un'attività di censimento del loro patrimonio e quindi anche una catalogazione delle chiese di proprietà.

Le Diocesi, al contrario, nel rispetto di una tradizione secolare di archiviazione e di documentazione, rappresentano tutt'oggi un punto di riferimento per la catalogazione del patrimonio ecclesiastico tra cui in primis le chiese.

L'indagine ha però rilevato che le singole Curie operano, in fase di catalogazione, in maniera del tutto disomogenea in funzione delle disponibilità di bilancio e della sensibilità del territorio dove insistono<sup>4</sup>.

Non a caso nelle aree dove vi è una forte presenza turistica si è rilevata una maggiore attività di salvaguardia dei beni storici e monumentali e catalogazioni più efficaci e complete. È stato anche rilevato che i finanziamenti erogati con la Legge 61/1998, per fronteggiare la crisi sismica, hanno costituito per alcune Diocesi un'occasione per avviare un sistematico rilievo e contestuale catalogazione del loro patrimonio edilizio. Anche tale operazione è stata però condotta senza delle direttive unitarie e quindi l'archiviazione delle informazioni è avvenuta in modo disomogeneo e con approfondimenti informativi diversi tra loro. (cfr le Fig 1 et 2 con la 3).

<sup>4</sup> Cfr. R. Montagna, E. Pandolfi, S. Vitaletti, *Analisi tipologico-strutturale per la definizione di codici di pratica per la riabilitazione di edifici ad aula*, in *Gli edifici per il culto dismessi, nuove destinazioni d'uso sostenibili*, a cura di F. Fascia, Luciano Editore, Napoli 2005, pagg. 110 e segg.



IL RILEVAMENTO E LA COSTRUZIONE DEL DATA-BASE

Come si è già ampiamente spiegato nel precedente capitolo, i maggiori proprietari di chiese, indipendentemente dal fatto che oggi queste siano adibite al culto o meno, sono le Amministrazioni Locali e le Diocesi. I Comuni detengono in prevalenza chiese originariamente di Ordini Monastici e Confraternite Religiose, mentre sono della Diocesi tutte le chiese parrocchiali. Questa particolare ripartizione dei beni di origine religiosa trova motivazione nella storia di questa terra, che in passato era parte integrante dello stato Pontificio.

Quando nel 1861 le Marche sono state annesse allo Stato Sabauda, divenendo così una parte del Regno d'Italia, i maggiori proprietari terrieri e di immobili erano gli Ordini Religiosi, le Confraternite e anche singoli Religiosi, Sacerdoti, Vescovi, ecc..

Il neonato Regno d'Italia, con il Decreto "Valerio"<sup>5</sup>, espropriò molti beni ai danni di questi con contestuale soppressione di numerosi Ordini Religiosi nel periodo tra il 1860 e il 1866.

Questa operazione non fu indolore per i rapporti con lo Stato Pontificio<sup>6</sup> e verrà superata solo con i Patti Lateranensi negli anni '30 quando si ripristineranno rapporti ufficiali tra l'Italia e il Papato.

La nuova destinazione dei beni requisiti, in particolare dei conventi, in: caserme, municipi, distretti militari, prefetture, portò spesso all'abbandono e dunque all'incuria delle attigue chiese, che nei casi più fortunati divenivano depositi.

Questa netta divisione delle proprietà si è poi in parte attenuata nei successivi 140 e più anni, in parte per il rientro di alcuni monaci e suore nei rispettivi conventi e conseguente restituzione dell'immobile, in parte per l'urbanesimo che ha portato all'abbandono di alcune parti del territorio anche dove sorgevano fiorenti comunità religiose.

La frammentazione del territorio in tanti piccoli comuni, con molte municipalità di modestissime dimensioni e altrettante possibilità economiche, ha fatto sì che solo le città della costa e pochi centri urbani dell'entroterra abbiano avviato un'attività di censimento del loro patrimonio e quindi anche una catalogazione delle chiese.

<sup>5</sup> Il Commissario Governativo Lorenzo Valerio fu incaricato di gestire la transizione delle Marche dallo Stato Pontificio allo Stato Italiano. L'operazione fu condotta tramite Decreti di Esproprio dei beni della Chiesa all'interno del quadro legislativo nazionale di quei tempi che si guadagnò l'epiteto di Leggi eversive dell'asse ecclesiastico (1866) [Panorami di cultura nella Provincia di Pesaro e Urbino, Provincia di Pesaro e Urbino, 2004, p. 122].

<sup>6</sup> Lo Stato Pontificio non fece resistenza in forma ufficiale ma sul territorio i parroci, che con l'annessione all'Italia vedevano svanire il loro ruolo di funzionari della Pubblica Amministrazione, assunsero un atteggiamento ostile verso il nuovo Stato con un'attività di copertura del banditismo locale e di aiuto ai renitenti alla leva militare [Vera storia della banda Grossi, Monsagrati M. e Uguccioni R.P., 1994].

Utet Tecnici Integrati Diocesani

**Chiesa n. 582**

Architetto di FERMO  
IDCC-02434444

Appartenente all'ente n. **198** **DIOCESI**  
**ARCHIDIOCESI DI FERMO**  
**VIA SISTO V° N. 1**  
**FERMO**

Stampato il data 14/09/2006

Struttura presistente: Cattedrale  
Interventi conservativi: B.V. MARIA ASSUNTA  
Modifiche parziali: PILE GIRIFALCO  
Compartite: FERMO  
Num. campate:  
Organo:  
Sculture:  
Affreschi:  
Ciclo di affreschi:  
Tavole:  
Tavole:

Proprietà: DIOCC. ARCHIDIOCESI DI FERMO - F.  
Uso: Domenicale e festivo  
Stato di conservazione:  
Epoca:  
SMA:  
Autore:

Impianti esistenti:  elettrico  idrico  termico  condizionamenti  ascensore  
 parafurtive  allarme  CCTV  camere  organo

Partic.	Foglio Num.	Sub.	UBICAZIONE	Piano	Z.C.	Cat.	CL	Cons.	Mi	Rendita
582	82	23	PILE GIRIFALCO							
582	82	561	PILE GIRIFALCO							
582	82	562	PILE GIRIFALCO							
582	82	563	PILE GIRIFALCO							
582	82	18	PILE GIRIFALCO							
582	82	C	PILE GIRIFALCO							

Particelle incluse n. 6

Utet Tecnici Integrati Diocesani

**Chiesa n. 611**

Architetto di FERMO  
IDCC-02434444

Appartenente all'ente n. **25** **PARROCCHIA**  
**S. DOMENICO**  
**VIA F. ADAMI, 4**  
**FERMO**

Stampato il data 14/09/2006

Struttura presistente: Oratorio  
Interventi conservativi: S. DOMENICO  
Modifiche parziali: VIA G. LEOPARDI  
Compartite: FERMO  
Num. campate:  
Organo:  
Sculture:  
Affreschi:  
Ciclo di affreschi:  
Tavole:  
Tavole:

Proprietà: COMUNALE  
Uso: AUDITORIUM  
Stato di conservazione:  
Epoca:  
SMA:  
Autore:

Impianti esistenti:  elettrico  idrico  termico  condizionamenti  ascensore  
 parafurtive  allarme  CCTV  camere  organo

Partic.	Foglio Num.	Sub.	UBICAZIONE	Piano	Z.C.	Cat.	CL	Cons.	Mi	Rendita
611	81	0								0,00

Particelle incluse n. 1

Fig 3 - mostra due esempi di scheda tipo della diocesi di Fermo

Le Diocesi, al contrario, avendo un'estensione maggiore, rappresentano un punto di riferimento per la catalogazione del patrimonio ecclesiastico. Anch'esse hanno operato e operano in maniera disomogenea in funzione delle disponibilità di bilancio e della sensibilità del territorio dove insistono, non a caso dove vi è una forte presenza turistica si ha una maggiore attività di salvaguardia dei beni storici e monumentali.

In questo contesto si inserisce la recente crisi sismica del 1997 che ha colpito l'Italia Centrale e in particolare l'Umbria e le Marche ed è assurda alla cronaca anche per i danni a numerose chiese, prima fra tutte la Basilica di San Francesco ad Assisi.

I finanziamenti erogati con la Legge 61/1998, per fronteggiare la crisi sismica, hanno costituito per le Diocesi un'occasione per avviare un sistematico rilievo e contestuale recupero del loro patrimonio.

Purtroppo, come più sopra detto, l'operazione è stata condotta senza delle direttive unitarie e quindi l'archiviazione delle informazioni è avvenuta in modo disomogeneo e con approfondimenti informativi diversi per ogni Diocesi.

In tale situazione si è provveduto a selezionare un corpus di informazioni articolato su tre diversi livelli:

-schede di indagine e catalogazione eseguite in prima persona (riferite a 10 edifici nella diocesi di Fano – Fossombrone – Cagli e Pergola, diocesi che presenta anche gli archivi meglio organizzati);

-schede di indagine e catalogazione eseguite sulla base di informazioni indirette relative a 66 edifici, prevalentemente appartenenti alla diocesi di Ancona Osimo, per i quali sono stati individuati i cinematismi di danno e le relative considerazioni statistiche;

-scheda-progetto relativa ad un edificio tipologicamente rappresentativo (edificio del 1871) costruito per volere di papa Pio IX in una frazione di Senigallia.

#### L'ABACO DEI CINEMATISMI DI DANNO

Premessa indispensabile alla catalogazione è stata la costruzione dell'abaco dei macroelementi e dei relativi cinematismi di danno nonché degli schemi di intervento relativi.<sup>7</sup>

La ricerca ha evidenziato in via generale che, «se l'edificio non muta radicalmente assetto, il suo comportamento tende a riprodursi anche a grande distanza di tempo, recidivando danni

<sup>7</sup> in questo senso ci si è basati sul lavoro svolto da Giuffrè 1993, Lagomarsino 1997, Doglioni 2000 ed in particolare sullo studio prodotto nel settembre 2000 a seguito di convenzione tra la Regione Marche e lo IUAV, a firma del prof. Doglioni e con contributi di G. Canofeni, F. Marino, G. Minardi, A. Moretti, P. Regazzo, G. Serafini.

anche antichi e evolvendo i meccanismi che li inducono»<sup>8</sup>.

Ne deriva l'importanza fondamentale di interpretare e monitorare i danni sugli edifici. Una analisi accurata porterà infatti a prevenire l'evoluzione del danno e all'individuazione dei punti critici del manufatto edilizio.

Questa lettura del futuro di un fabbricato, avendo per noto il suo passato, è possibile solo se non si inseriscono, nell'azione di consolidamento statico, dei presidi che mutino o stravolgano il comportamento dell'immobile ad analoghe sollecitazioni.

Ogni edificio ha quindi un suo modo caratteristico di rispondere alla sollecitazione sismica, di resistere, deformarsi ed eventualmente dissestarsi fino al crollo.<sup>9-10</sup>

Ogni edificio è la somma di elementi architettonici e strutturali ricorrenti, questi sono convenzionalmente chiamati macroelementi.

La stabilità di un manufatto dipende però sia dalla conoscenza dei macroelementi che dal contesto dove essi si vanno ad inserire, cioè le conoscenze del contorno, che possiamo denominare "vulnerabilità specifica" e che è tipica di ogni manufatto e riassumibili in una scheda del fabbricato.

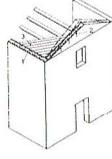
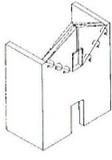
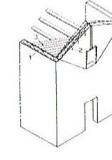
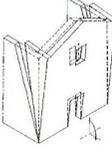
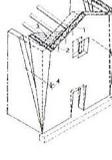
<sup>8</sup> Per la trattazione del rischio dei beni architettonici ed in particolare delle chiese si legga il capitolo *Il censimento delle emergenze architettoniche* di: G. Cialone, G. Cifani, A. Lemme, *op. cit.*, ove sostengono che:

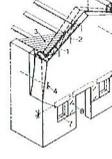
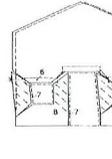
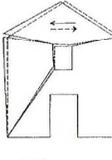
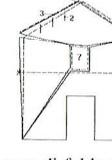
Per la definizione del rischio sismico  $R = f(P, V, E)$  è necessario conoscere:

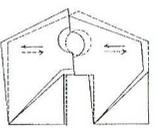
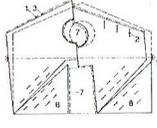
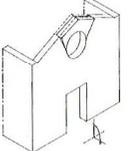
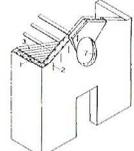
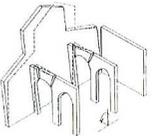
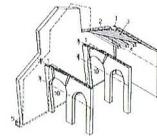
- la pericolosità sismica dell'area, ossia la probabilità che in un certo intervallo di tempo sia interessata da forti terremoti;
- la vulnerabilità degli edifici e delle opere presenti sul territorio;
- l'esposizione in termini di abitanti, servizi, beni economici e valore storico-artistico.

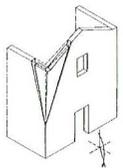
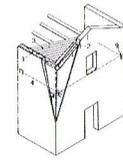
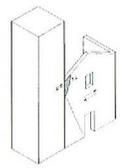
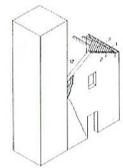
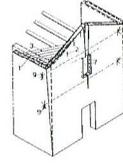
<sup>9</sup> Cfr. *Vulnerabilità e meccanismi di danno nelle chiese a navata unica*, S. Podestà, A. Lemme, *op. cit.*

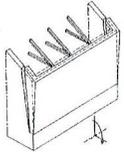
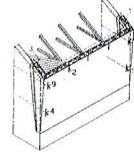
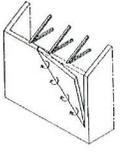
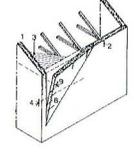
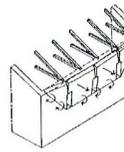
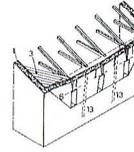
<sup>10</sup> Cfr. *Indicazioni tecniche per gli interventi di miglioramento sismico nelle chiese a navata unica*, A. Lemme, S. Podestà, *op. cit.*

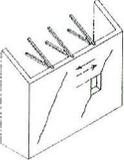
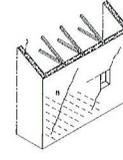
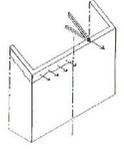
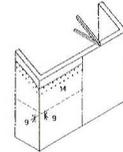
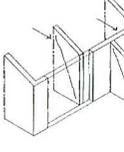
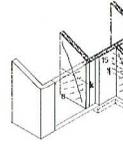
ABACO	DESCRIZIONE DEI CINEMATISMI	SCHEMA DI INTERVENTO
Rotazione fuori piano del timpano intorno ad un asse orizzontale.	 <p>Il meccanismo si presenta prevalentemente nei casi in cui il timpano è realizzato in discontinuità con il corpo della facciata o di spessore ridotto rispetto a quest'ultimo. La copertura non controventata, può esercitare sul timpano delle spinte localizzate determinanti per l'attivazione del meccanismo.</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 2 - collegamenti tra terzere in legno e muri di appoggio; 3 - parziale irrigidimento dell'impalcato di falda e connessioni continue tra impalcato e cordolo-tirante.</p>
Rotazione fuori piano a seguito di formazione di cerniere cilindriche con assi obliqui.	 <p>L'insorgenza del meccanismo è determinata dalla presenza di una foratura presente o tamponata nella parte centrale della facciata. Le lesioni tipiche che ne evidenziano l'attivazione sono simmetriche rispetto all'asse centrale della facciata e l'andamento è tale da unire i punti di sommità dei bordi del macroelemento con la parte bassa della foratura. Nella progressione del cinematismo si possono formare cerniere oblique secondarie che coinvolgono anche la parte compressa fra il foro centrale il portale.</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 2 - collegamenti tra terzere in legno e muri di appoggio; 3 - parziale irrigidimento dell'impalcato di falda e connessioni continue tra impalcato e cordolo-tirante.</p>
Ribaltonamento della facciata con formazione di cerniera cilindrica alla base	 <p>La formazione del meccanismo presuppone lo scollamento della facciata dalla copertura e dal corpo dall'aula che può manifestarsi o con la rottura della muratura nella fascia di sovrapposizione con le pareti laterali o con il distacco lungo lo spigolo verticale provocato da un ammassamento inefficace e/o della presenza di discontinuità fra le parti. L'andamento delle lesioni caratteristiche, che nel primo caso sono inclinate e nel secondo pressoché verticali, può venir condizionato in modo significativo dalla presenza di forature in corrispondenza delle fasce di sovrapposizione o da presidi per l'ancoraggio della facciata che interessano solo una fascia limitata di parete laterale.</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 2 - collegamenti tra terzere in legno e muri di appoggio; 3 - parziale irrigidimento dell'impalcato di falda e connessioni continue tra impalcato e cordolo-tirante 4 - Tirante di connessione tra muro laterale e facciata, a 2/3 dell'altezza, anche a sviluppo parziale, sul lato interno della muratura o in perforazione. 5 - Verifica ed eventuale rinfianco esterno della fondazione di facciata, nel caso sia coinvolta nella cerniera.</p>

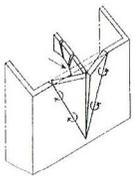
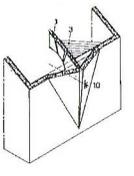
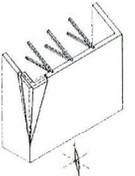
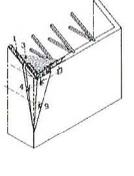
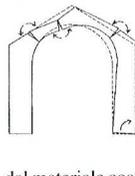
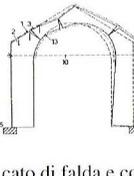
ABACO	DESCRIZIONE DEI CINEMATISMI	SCHEMA DI INTERVENTO
Rotazione fuori piano con formazione di cerniera cilindrica orizzontale nella fascia bassa	 <p>L'indebolimento della sezione muraria nella fascia bassa della facciata per la presenza di aperture ravvicinate costituisce una sezione preferenziale per la formazione delle cerniere di rotazione. Un fattore che influenza negativamente l'evoluzione del meccanismo è rappresentato dall'altezza del pannello murario superiore in rapporto alle sezioni resistenti fra i fori. Come nel precedente meccanismo c'è il coinvolgimento delle fasce di sovrapposizione con le pareti laterali che vengono lesionate.</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 2 - collegamenti tra terzere in legno e muri di appoggio; 3 - parziale irrigidimento dell'impalcato di falda e connessioni continue tra impalcato e cordolo-tirante 4 - Tirante di connessione tra muro laterale e facciata, a 2/3 dell'altezza, anche a sviluppo parziale, sul lato interno della muratura o in perforazione. 7 - Eventuale telaio di cerchiatura metallica o in malte fibrorinforzate delle aperture, sullo strombo interno. 8 - Eventuali iniezioni di riparazione e/o consolidamento sui piedritti esili.</p>
Rottura a taglio della facciata.	 <p>Rottura a taglio nella fascia bassa della facciata che è indebolita dalla presenza di diverse aperture. La tipologia che determina il meccanismo è la stessa del meccanismo precedente con la differenza che in questo caso l'attivazione del meccanismo fuori piano è inibita dalla presenza di qualche presidio (cordoli efficaci, tiranti, elementi di connessione con la copertura ecc...).</p>	 <p>6 - rinforzo e connessione tra architravi di aperture contigue in facciata. 7 - Eventuale telaio di cerchiatura metallica o in malte fibrorinforzate delle aperture, sullo strombo interno. 8 - Eventuali iniezioni di riparazione e/o consolidamento sui piedritti esili.</p>
Rottura a taglio della facciata.	 <p>Rottura a taglio innescato da un'apertura nella parte alta che determina la formazione di due alte fasce murarie. La parte alta costituita dal timpano fino al foro si muove rigidamente nel proprio piano. In questo caso il cinematismo verso l'esterno è generalmente impedito dalla presenza di una cornice nel timpano con caratteristiche costruttive tali da assolvere ad una funzione di irrigidimento anche per gli spostamenti nel piano della facciata.</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 2 - collegamenti tra terzere in legno e muri di appoggio; 3 - parziale irrigidimento dell'impalcato di falda e connessioni continue tra impalcato e cordolo-tirante. 7 - Eventuale telaio di cerchiatura metallica o in malte fibrorinforzate delle aperture, sullo strombo interno. 8 - Eventuali iniezioni di riparazione e/o consolidamento sui piedritti esili. 9 - Tirante a 2/3 della controfaccia interna.</p>

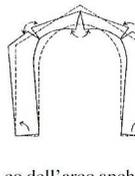
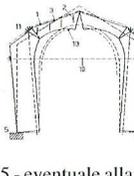
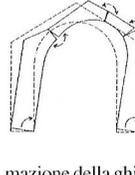
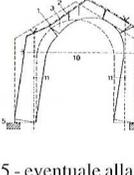
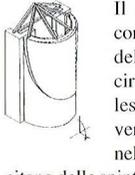
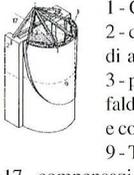
Rottura a taglio della facciata.	 <p>Rottura a taglio nelle fasce murarie laterali non collegate fra loro per effetto delle aperture in asse. Il comportamento delle fasce laterali tozze è simile a quello di due setti murari indipendenti.</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 2 - collegamenti tra terzere in legno e muri di appoggio; 3 - parziale irrigidimento dell'impalcato di falda e connessioni continue tra impalcato e cordolo-tirante. 4 - Tirante di connessione tra muro laterale e facciata, a 2/3 dell'altezza, anche a sviluppo parziale, sul lato interno della muratura o in perforazione. 7 - Eventuale telaio di cerchiatura metallica o in malte fibrorinforzate delle aperture, sullo strombo interno. 9 - Tirante a 2/3 della controfaccia interna.</p>
Formazione di articolazione della parete sommitale della facciata.	 <p>La caratteristica tipologica che determina l'insorgenza del meccanismo è la presenza di un foro nella parte sommitale del timpano. La parte di muratura che funge da architrave è di dimensioni ridotte e non consente un efficace collegamento fra le fasce di muratura laterali alte che hanno spostamenti indipendenti in fase sismica. L'architrave si sconnette ai lati e subisce una rotazione verso l'esterno anche per effetto della spinta localizzata della trave di colmo.</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 2 - collegamenti tra terzere in legno e muri di appoggio; 3 - parziale irrigidimento dell'impalcato di falda e connessioni continue tra impalcato e cordolo-tirante. 7 - Eventuale telaio di cerchiatura metallica o in malte fibrorinforzate delle aperture, sullo strombo interno.</p>
Spostamento esterno di parte terminale della parete di navata.	 <p>È un meccanismo proprio delle chiese a tre navate con la presenza di un colonnato che separa l'aula dalla navata e si verifica per la rotazione verso l'esterno del piedritto dell'arcata in prossimità della facciata. L'insorgenza del meccanismo può comportare la lesione in chiave all'arco oppure la deformazione della ghiera. Si verifica sia nella parte terminale verso la facciata sia in quella verso la zona absidale in presenza di un transetto. Il fenomeno è determinato dalle spinte non contrastate degli archi esterni della parete di navata.</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 2 - collegamenti tra terzere in legno e muri di appoggio; 3 - parziale irrigidimento dell'impalcato di falda e connessioni continue tra impalcato e cordolo-tirante; 5 - eventuale allargamento esterno della base di fondazione; 10 - tirante parte interna e parte esterna a vista in corrispondenza delle reni degli archi.</p>

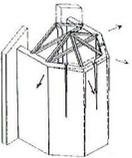
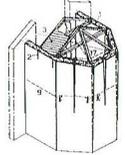
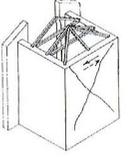
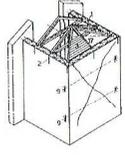
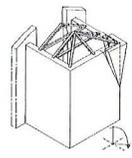
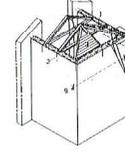
Espulsione dell'angolata.	 <p>È un meccanismo localizzato nella fascia di collegamento fra due pareti contigue ed è originato dalla forza esercitata nelle due direzioni ortogonali dall'azione sismica. L'insorgenza del meccanismo è favorita dalla presenza di cordoni in copertura e di volte a crociera che esercitano una forza con componente orizzontale nella direzione diagonale anche in fase statica.</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 2 - collegamenti tra terzere in legno e muri di appoggio; 3 - parziale irrigidimento dell'impalcato di falda e connessioni continue tra impalcato e cordolo-tirante 4 - Tirante di connessione tra muro laterale e facciata, a 2/3 dell'altezza, anche a sviluppo parziale, sul lato interno della muratura o in perforazione. 9 - Tirante a 2/3 della controfaccia interna.</p>
Interazione con la torre campanaria.	 <p>È un meccanismo specifico delle tipologie di facciata che si trovano a contatto con la torre campanaria. I due corpi accostati hanno diversi periodi propri di vibrazione che determinano forti sollecitazioni nelle murature al contatto. Le lesioni tipiche sono costituite da una zona disgregata di materiale dovuta al martellamento e/o da una lesione inclinata che rivela la formazione di una biella compressa nel pannello murario di facciata adiacente al campanile. Il prevalere di una lesione tipica rispetto all'altra è determinato dalle modalità costruttive del collegamento (addossamento, continuità costruttiva, ecc...).</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 2 - collegamenti tra terzere in legno e muri di appoggio; 3 - parziale irrigidimento dell'impalcato di falda e connessioni continue tra impalcato e cordolo-tirante; 12 - eventuali accorgimenti di separazione strutturale tra i corpi.</p>
Traslazione nel piano della facciata.	 <p>Si forma una linea di rottura con andamento pressoché verticale in posizione centrale. L'azione principale è generata dallo spostamento fuori piano delle pareti laterali; la discontinuità dovuta alla presenza di diverse forature in linea è un fattore che favorisce l'attivazione del meccanismo così come la presenza di terreni soffici che possono provocare cedimenti fondazionali delle pareti laterali.</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 2 - collegamenti tra terzere in legno e muri di appoggio; 3 - parziale irrigidimento dell'impalcato di falda e connessioni continue tra impalcato e cordolo-tirante. 7 - Eventuale telaio di cerchiatura metallica o in malte fibrorinforzate delle aperture, sullo strombo interno. 9 - Tirante a 2/3 della controfaccia interna.</p>

<p>Rotazione fuori piano della parete laterale con formazione di cerniera cilindrica orizzontale alla base.</p>	 <p>Il meccanismo si sviluppa in modo analogo a quello del ribaltamento di facciata: la parete si comporta come una mensola incastrata alla base con la formazione di lesioni in corrispondenza delle fasce di sovrapposizione laterali con andamento inclinato e/o verticale nel caso di discontinuità fra le parti. La sua attivazione è fortemente influenzata dalla eventuale presenza nell'aula di una volta che esercita una spinta orizzontale sull'intera lunghezza della parete.</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 2 - collegamenti tra trzere in legno e muri di appoggio; 3 - parziale irrigidimento dell'impalcato di falda e connessioni continue tra impalcato e cordolo-tirante. 4 - Tirante di connessione tra muro laterale e facciata, a 2/3 dell'altezza, anche a sviluppo parziale, sul lato interno della muratura o in perforazione. 9 - Tirante a 2/3 della controfaccia interna. 10 - Tirante parte interna e parte esterna a vista in corrispondenza delle reni degli archi.</p>
<p>Spostamento fuori piano di parete laterale vincolata efficacemente su due lati</p>	 <p>Il meccanismo insorge in seguito alla perdita del vincolo d'estremità - generalmente quello verso la facciata - successivo al crollo dell'angolata o per il distacco della facciata. Il cinematismo prevede la formazione di una cerniera cilindrica obliqua con spostamenti massimi sul bordo libero.</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 2 - collegamenti tra trzere in legno e muri di appoggio; 3 - parziale irrigidimento dell'impalcato di falda e connessioni continue tra impalcato e cordolo-tirante. 4 - Tirante di connessione tra muro laterale e facciata, a 2/3 dell'altezza, anche a sviluppo parziale, sul lato interno della muratura o in perforazione. 8 - Eventuali iniezioni di riparazione e/o consolidamento sui piedritti esili. 9 - Tirante a 2/3 della controfaccia interna.</p>
<p>Spostamento fuori piano di parete laterale libera in sommità e vincolata su tre lati.</p>	 <p>La parete laterale ha un comportamento simile a una piastra vincolata su tre lati. Il meccanismo prevede la formazione alle estremità laterali di cerniere cilindriche oblique convergenti ai bordi e la formazione di una cerniera cilindrica orizzontale nella parte centrale. L'insorgenza del meccanismo è fortemente condizionata dalla presenza di forature che comportano una maggiore deformabilità della parete.</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 2 - collegamenti tra trzere in legno e muri di appoggio; 3 - parziale irrigidimento dell'impalcato di falda e connessioni continue tra impalcato e cordolo-tirante; 6 - rinforzo architravi di aperture; 13 - eventuali fasce fibrorinforzate verticali poste sul lato interno della muratura.</p>

<p>Rottura a taglio e deformazione nel piano della parete laterale.</p>	 <p>Il meccanismo è di rottura a taglio per azioni nel piano della parete con la comparsa di lesioni ad andamento obliquo o incrociato. Si può manifestare anche con scorrimenti lungo superfici di discontinuità, interfacce di accrescimento della fabbrica o superfici a minore resistenza allo scorrimento orizzontale dovuta a scarsa qualità edilizia.</p>	 <p>8 - Eventuali iniezioni di riparazione e/o consolidamento sui piedritti esili.</p>
<p>Scorrimento fra copertura e pareti laterali.</p>	 <p>Il meccanismo consiste nello scorrimento localizzato in corrispondenza dell'interfaccia fra la copertura e le murature della parete laterale. Si verifica se la copertura è stata semplicemente appoggiata alla sommità del muro oppure se in copertura è stato realizzato un intervento di cordolatura scarsamente ammortato alle murature sottostanti. Se l'intervento ha comportato un aumento di carico (come la realizzazione di cappe in cls) o se la qualità della muratura nella parte sommitale non è in grado di trasferire gli sforzi trasmessi dalla copertura, il meccanismo si manifesta con la disgregazione della parte muraria al di sotto della copertura.</p>	 <p>9 - Tirante a 2/3 della controfaccia interna; 14 - consolidamento della fascia muraria a contatto con il cordolo e costituzione di legami adesivi tra murature e cordolo (iniezioni di leganti adesivi, tiranti antiespulsivi, ecc...).</p>
<p>Rottura a taglio dei setti trasversali della parete laterale.</p>	 <p>Nelle pareti laterali con cappelle interne o esterne al perimetro dell'aula, l'azione sismica perpendicolare al piano è assorbita prevalentemente dalle murature delle cappelle disposte secondo questa direzione: ciò si verifica per la grande differenza che c'è fra la rigidità dei setti murari nel piano e fuori piano. Se l'azione è significativa si verifica la rottura di questi setti che possono essere costituiti dalle pareti di una cappella isolata, dalle pareti trasversali di una navata laterale con cappelle continue o dai contrafforti.</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 5 - Verifica ed eventuale rinfilco esterno della fondazione di facciata, nel caso sia coinvolta nella cerniera. 8 - Eventuali iniezioni di riparazione e/o consolidamento sui piedritti esili. 11 - Collocazione di tiranti (in perforazione centrale o esterni, possibilmente in coppia ed eventualmente a più livelli) moderatamente post-tesi, o altri presidi equivalenti. 15 - Collegamenti tra murature discontinue eseguite con tirantini cementati, coli di resina epossidica nel giunto o altri presidi equivalenti.</p>

Spinta localizzata di arco trasversale.	 <p>Gli archi trasversali all'aula esercitano – se non opportunamente incatenati – delle spinte con componente orizzontale anche in condizioni statiche. In fase sismica, la componente orizzontale viene amplificata e, se il piedritto non ha dimensioni adeguate, la spinta generata può gravare in modo localizzato sulla porzione di parete laterale adiacente all'arco. La presenza di un sistema di archi trasversali, fa sì che la spinta non abbia un carattere localizzato ma sia una condizione in grado di innescare uno dei meccanismi di spostamento fuori piano dell'intera parete precedentemente descritti.</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 3 - parziale irrigidimento dell'impalcato di falda e connessioni continue tra impalcato e cordolo-tirante 10 - tirante parte interna e parte esterna a vista in corrispondenza delle reni degli archi.</p>
Espulsione angolata.	 <p>È lo stesso meccanismo descritto per la facciata che si può verificare anche all'intersezione con l'arcone trifalce: è localizzato nella fascia di collegamento fra due pareti contigue ed è originato dalla forza esercitata nelle due direzioni ortogonali dall'azione sismica. L'insorgenza del meccanismo è favorita dalla presenza di cordoni in copertura e di volte a crociera che esercitano una forza con componente orizzontale nella direzione diagonale anche in fase statica.</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 3 - parziale irrigidimento dell'impalcato di falda e connessioni continue tra impalcato e cordolo-tirante. 9 - Tirante sulla controfaccia interna o sul muro laterale.</p>
Rotazione monolaterale nel piano di una spalla.	 <p>La rotazione verso l'esterno di uno dei due piedritti comporta la modifica delle geometrie dell'arco con la formazione di cerniere in cui si concentrano le rotazioni. Le modalità con cui si manifestano le rotazioni dipendono sia dall'altezza della parte muraria alta sia dal materiale costituente la ghiera che influisce sulla capacità dell'arco di subire delle deformazioni continue – come nel caso degli archi in mattoni – o di avere una articolazione in blocchi rigidi. Le cerniere tendono a formarsi nei punti di minore sezione resistente dell'arco – quali ad esempio gli intagli nella muratura per il posizionamento dell'orditura della copertura – con la conseguente diversità di comportamento fra le varie tipologie d'arco.</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 2 - collegamenti tra terzere in legno e muri di appoggio; 3 - parziale irrigidimento dell'impalcato di falda e connessioni continue tra impalcato e cordolo-tirante; 5 - eventuale allargamento esterno della base di fondazione; 10 - tirante parte interna e parte esterna a vista in corrispondenza delle reni degli archi; 13 - eventuali fasce fibrorinforzate intradossali o sul fianco dell'arco.</p>

Rotazione bilaterale simmetrica nel piano delle spalle.	 <p>Il meccanismo è simmetrico e prevede che entrambi i piedritti subiscano una rotazione verso l'esterno. Questo è un meccanismo di collasso tipico dell'arco anche in condizioni statiche per cui è possibile una sua attivazione anche per effetto dei soli carichi verticali; in fase sismica il macroelemento tende a progredire secondo un cinematismo predefinito.</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 2 - collegamenti tra terzere in legno e muri di appoggio; 3 - parziale irrigidimento dell'impalcato di falda e connessioni continue tra impalcato e cordolo-tirante; 5 - eventuale allargamento esterno della base di fondazione; 10 - tirante parte interna e parte esterna a vista in corrispondenza delle reni degli archi; 11 - collocazione di tiranti (in perforazione centrale o esterni, possibilmente in coppia ed eventualmente a più livelli) moderatamente post-tesi, o altri presidi equivalenti. 13 - Eventuali fasce fibrorinforzate intradossali o sul fianco dell'arco. 15 - Eventuale tiratura verticale interna o esterna.</p>
Rotazione concorde nel piano delle spalle.	 <p>Si può verificare in situazioni nelle quali i piedritti sono snelli e le pareti laterali offrono scarsa resistenza. Il cinematismo che si genera prevede la deformazione della ghiera ma non l'allontanamento significativo delle imposte dell'arco per cui, l'eventuale presenza di una catena non risulta particolarmente efficace nel contrastare l'attivazione del meccanismo.</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 2 - collegamenti tra terzere in legno e muri di appoggio; 3 - parziale irrigidimento dell'impalcato di falda e connessioni continue tra impalcato e cordolo-tirante; 5 - eventuale allargamento esterno della base di fondazione; 10 - tirante parte interna e parte esterna a vista in corrispondenza delle reni degli archi; 11 - collocazione di tiranti (in perforazione centrale o esterni, possibilmente in coppia ed eventualmente a più livelli) moderatamente post-tesi, o altri presidi equivalenti. 13 - Eventuali fasce fibrorinforzate intradossali o sul fianco dell'arco. 15 - Eventuale tiratura verticale interna o esterna. 16 - Eventuale costruzione di contrafforte a rinfianco o elemento equivalente.</p>
Traslazione o rototraslazione della parte superiore dell'abside con distacco lungo un piano inclinato.	 <p>Il meccanismo si sviluppa con il distacco della parte alta dell'abside – generalmente circolare – e la formazione di lesioni inclinate a chiudere verso il basso. Le coperture, nella gran parte dei casi, esercitano delle spinte non compensate sui bordi dell'abside che favoriscono l'attivazione del meccanismo.</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 2 - collegamenti tra terzere in legno e muri di appoggio; 3 - parziale irrigidimento dell'impalcato di falda e connessioni continue tra impalcato e cordolo-tirante. 9 - Tirante a 2/3 della controfaccia interna; 17 - compensazione della spinta dei puntoni e/o ancoraggio delle semicapriate alle murature più interne.</p>

Rotazione o rototrazione fuori piano angolate o di fasce verticali.	 <p>Il meccanismo si osserva prevalentemente nelle absidi circolari o poligonali e l'attivazione è favorita dalle spinte generate dalle travi della copertura, dalla presenza di eventuali volte interne e alla riduzione della sezione dei pannelli murari costituenti l'abside dovuta alla presenza di fori.</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 2 - collegamenti tra terzere in legno e muri di appoggio; 3 - parziale irrigidimento dell'impalcato di falda e connessioni continue tra impalcato e cordolo-tirante</p> <p>9 - Tirante a 2/3 della controfaccia interna; 17 - compensazione della spinta dei puntoni e/o ancoraggio delle semicapriate alle murature più interne.</p>
Meccanismo di rottura per taglio del piano.	 <p>Il meccanismo è prevalente nelle absidi rettangolari e può interessare anche il presbiterio; in alcuni casi, particolarmente di absidi poligonali, si possono osservare delle lesioni torsionali nel macroelemento.</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 2 - collegamenti tra terzere in legno e muri di appoggio; 3 - parziale irrigidimento dell'impalcato di falda e connessioni continue tra impalcato e cordolo-tirante.</p> <p>9 - Tirante a 2/3 della controfaccia interna; 17 - compensazione della spinta dei puntoni e/o ancoraggio delle semicapriate alle murature più interne.</p>
Espulsione dell'angolata.	 <p>Il meccanismo si manifesta con le stesse modalità descritte per la facciata e la parete laterale anche se per le absidi la tipologia di copertura con le travi diagonali spingenti è più frequente rispetto agli altri macroelementi.</p>	 <p>1 - Cordolo-tirante adesivo sommitale; 2 - collegamenti tra terzere in legno e muri di appoggio; 3 - parziale irrigidimento dell'impalcato di falda e connessioni continue tra impalcato e cordolo-tirante.</p> <p>9 - Tirante a 2/3 della controfaccia interna; 17 - compensazione della spinta dei puntoni e/o ancoraggio delle semicapriate alle murature più interne.</p>

## IL CAMPIONE RILEVATO DIRETTAMENTE

Le 10 schede che seguono sono relative ad altrettante chiese della diocesi di Fano – Fossombrone – Cagli e Pergola, con il quadro fessurativo rilevato a seguito degli eventi sismici di Umbria e Marche nel 1997. \*

Le successive 56 schede sono invece relative a chiese della diocesi di Ancona-Osimo e sono state costruite sulla base di informazioni bibliografiche<sup>7</sup>.

Per quanto riguarda invece il caso di studio, individuato nell'edificio di S. Giovanni Battista a Roncitelli di Senigallia, che è stato dettagliatamente rilevato sia metricamente che nei dissesti conseguenti al sisma del '97, applicandovi poi la tecnica della analisi per macroelementi, e predisponendo un vero e proprio progetto di intervento, a titolo di esemplificazioni e linea guida, esso è trattato nel seguente cap. 5 ed anche nel libro che riunisce le esperienze delle quattro unità di ricerca coordinate, edito nel 2006 da Luciano, Napoli.

\* Rilevamento a cura dell'architetto Atos Bracci

<sup>7</sup> Cfr. C. Domenici, R. Gagliardi, *Chiese monumentali dell'archidiocesi di Ancona - Osimo*, Anniballi Edit. 2003, Ancona.

	Note storiche e artistiche	Elementi compositivi	Quadro fessurativo
<b>Sant' Arcangelo</b> sita in Comune di Fano	La chiesa è stata interamente ricostruita nel 1779. La chiesa faceva parte di un complesso religioso molto più vasto comprensivo di un convento che in passato fungeva da scuola dei Padri Carissimi. Attualmente il convento è adibito a scuola media comunale mentre la chiesa viene utilizzata per mostre.	L'edificio di culto è ad una sola navata, molto sviluppato in altezza e lunghezza rispetto all'altezza. Muratura portante in laterizio a vista. Il fronte principale e un fianco sono liberi mentre i restanti due lati confinano con il locale del vecchio convento. La copertura è realizzata con capriate in legno.	Lesioni generalizzate sono presenti sul paramento murario esterno e denotano una incoerenza della muratura. La facciata principale mostra varie lesioni che attraversano verticalmente tutta la parete. Sono presenti lesioni in corrispondenza delle finestre. All'interno si nota una generalizzata presenza di fessure.
<b>Santa Maria</b> sita in Comune di Fano loc. Rosciano	Chiesa posizionata lungo la via Consolare Flaminia, realizzata a pianta rettangolare con abside dietro l'altare. Sul lato sinistro addossata alla chiesa, sorge la casa canonica abbandonata, a tre piani fuori terra. Sul retro vi sono delle superfetazioni. La facciata è in laterizio a vista in cotto con intonaco leggero "a velo", portale e finestrone superiore con riquadratura a timpano finale.	La chiesa è stata realizzata in maniera unitaria come nelle planimetrie che ancora oggi possiamo osservare. Gli interventi del 1933, dopo il terremoto del 1930, sembrano aver indebolito ulteriormente la solidità della struttura muraria. La realizzazione di aperture lungo la muratura perimetrale, quali portali e nicchie per ospitare confessionali e altari, hanno prodotto tagli nella muratura su entrambe le fiancate.	Sono presenti fessure su tutto il perimetro della muratura portante. Le fessurazioni della navata sono state prodotte dalle aperture al piano terra e dalle finestre in sommità. Sono presenti lesioni generalizzate sul paramento murario interno intonacato e esternamente sul laterizio a vista. La spinta della copertura con capriate sulla muratura laterale ha ulteriormente indebolito la struttura della chiesa.
<b>San Silvestro</b> sita in Comune di Orciano di Pesaro	La chiesa è chiusa dal 1991 perché pericolante. Situa in piazza Garibaldi a Orciano, la chiesa sembra risalire al 1700 (dalle frammentarie notizie che si hanno), nel 1953 è stata allungata, con l'aggiunta del presbiterio, per esigenze di culto. Più volte ha subito restauri come risulta da memorie lapidee sull'ingresso (D.O.G.A. 1897 cioè Don Oreste Ghinzoni Arciprete) e da documenti del Genio Civile che attestano interventi per riparare i danni bellici '39/'45.	La pianta della chiesa è a navata unica, con quattro cappelle laterali, struttura portante in muratura di mattoni, capriate in legno e manto in coppi. L'interno con trabeazioni modanate che circondano tutto lo spazio superiore è molto danneggiato e degradato. La chiesa presenta discontinuità murarie in corrispondenza delle nicchie laterali, come conseguenza dell'ampliamento del 1953.	Evidenti lesioni si trovano sulla facciata principale sopra il portale e sul fianco destro esterno. Il quadro fessurativo è molto accentuato in corrispondenza delle sporgenze delle nicchie mentre si presenta più attenuato nella fascia di gronda del tetto. Tutte le murature interne sono lesionate e danneggiate in più punti, nelle nicchie si sono verificati crolli di elementi decorativi.

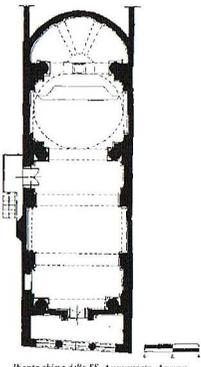
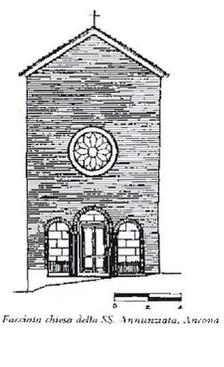
Pianta	Prospetto

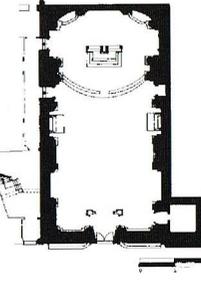
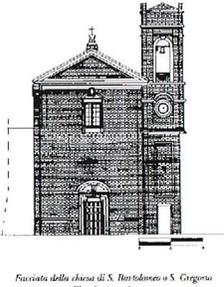
	Note storiche e artistiche	Elementi compositivi	Quadro fessurativo
<b>Del Gonfalone</b> sita in Comune di Saltara	Chiesa di una ex confraternita. All'interno presenta un controsoffitto in legno modanato, decorato e affrescato, quadri del XVI secolo, stucchi e cornici, un coro in legno con organo. A poca distanza dalla chiesa sorge il campanile del 1816 , con la classica forma a torre ed ospita un orologio. Attualmente la chiesa è in grave stato di abbandono.	Chiesa a navata unica rettangolare con nicchie che nei corpi laterali ospitano altari. La navata ha un arco trionfale decorato con stucchi con cassettoni piano. Il presbiterio è controsoffittato da una volta a crociera. La muratura portante dell'edificio realizzata in maniera unitaria. La copertura è in legno con capriate in cattivo stato di conservazione. La controsoffittatura in legno è in cattive condizioni e in parte già crollata.	La chiesa presenta tutto il paramento murario strutturale perimetrale con lesioni generalizzate sia all'interno che all'esterno. Lungo le pareti esterne è molto pronunciato il distacco dell'intonaco. La copertura è fortemente ammalorata per le infiltrazioni di acqua meteorica. Lesioni verticali evidenti nel lato sinistro denunciano le spinte della copertura sulla muratura già indebolita dalla scarsa coesione del laterizio.
<b>SS. Sacramento</b> sita in Comune di Piaggie	L'edificio si trova lungo la via principale, nel centro del paese di Piaggie, in via Roma nei pressi della chiesa parrocchiale. La chiesa non è più utilizzata dalla parrocchia per funzioni religiose, ma come locale polivalente parrocchiale. Merita riguardo l'altare maggiore, fisso, in stucco e molto elaborato. Il campanile è a vela in laterizio e posto nell'angolo sinistro terminale della chiesa.	La pianta dell'edificio è rettangolare a navata unica, con struttura portante in muratura portante continua in laterizio. Non sono presenti discontinuità murarie. La copertura è costituita da una orditura in legno che si appoggia su capriate, il manto di copertura è in coppi. La chiesa è interamente controsoffittata con una struttura piana di quadretti in cartongesso. Le murature sono tutte intonacate.	Lesioni verticali sono presenti sul paramento murario esterno sinistro e sulla facciata principale dalla sommità del portale alla linea di gronda a causa di 2 cinematismi in atto. Nella parete laterale è in atto una "rottura a foglio con deformazione nel piano della parete laterale, dovuto ad una possibile diminuzione della sezione muraria e sulla facciata risulta evidente anche una traslazione della stessa in avanti.
<b>Santa Maria del Soccorso</b> sita in Comune di Montemaggiore al Metauro	La chiesa risulta edificata nel '600 ad opera dei Padri Agostiniani Scalzi per accrescere la devozione alla Beata Vergine del Soccorso. Fu gestita da una confraternita che nel 1700 la ampliò. L'avvento di Napoleone in Italia nell '800 portò alla soppressione della Congregazione. La chiesa fu sconsacrata nel 1950 e donata dalla Curia Vescovile nel 1981 al Comune che dopo un attento intervento di restauro la adibita a museo civico.	La chiesa è ad unica navata a pianta rettangolare, si articola nell'aula per i fedeli e nel presbiterio con l'altare maggiore. La struttura portante è tutta in muratura con discontinuità di sezione in prossimità al successivo ampliamento. La chiesa è internamente intonacata e esternamente con mattoni a vista. La copertura a capanna è in legno con capriate lignee nascoste da un controsoffitto in camercanna. Il campanile è a vela.	L'edificio è stato oggetto di un recente restauro e non presenta emergenze statiche. Le murature in elevazione sono fondate direttamente sul terreno e soffrono solo del problema dell'umidità risalente. Nel corso del restauro sono state realizzate anche opere di drenaggio esterne. Il fabbricato sul retro si addossa alla cinta muraria contenente un terrapieno.

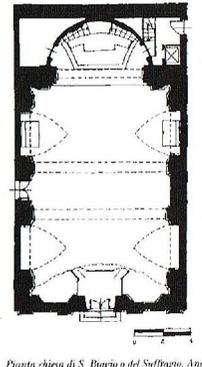
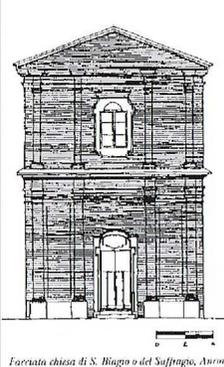
Prospetto	Fianco

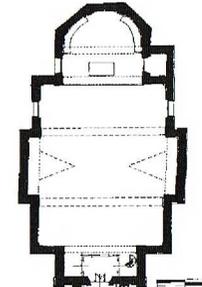
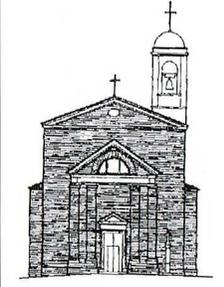
	Note storiche e artistiche	Elementi compositivi	Quadro fessurativo
<b>Di Roncaglia</b> sita in Comune di Fratte Rosa loc. Roncaglia	Di origine imprecisata, la piccola chiesa è in stato di abbandono. Su un fianco dell'edificio sorge un campanile a vela.	La pianta della chiesa è rettangolare a navata unica, con struttura in muratura di mattoni, capriate in legno e manto di copertura in coppi.	Il quadro fessurativo è molto esteso e non risparmia nessuna parte della struttura. Sono presenti forti lesioni verticali a tutta altezza. Il portico d'ingresso è già crollato.
<b>Santa Maria delle Grazie</b> sita in Comune di Fratte Rosa	Di origine imprecisata, la piccola chiesa è in stato di abbandono. Su un fianco dell'edificio sorge un campanile a vela.	La pianta della chiesa è rettangolare a navata unica, con struttura in muratura di mattoni e ricorsi di pietra, capriate in legno e manto di copertura in coppi. Non sono presenti aggiunte o modifiche che abbiano creato discontinuità murarie.	La struttura muraria è piena di lesioni e fessurazioni sia all'interno che all'esterno. Si hanno zone con distacco dell'intonaco. Non sono presenti cinematiche in atto che inducano uno stato deformativo dell'edificio.
<b>SSan Appollinare</b> sita in Comune di Fossombrone	Di origine imprecisata, la piccola chiesa è situata sulla sommità di un colle. Allo stato attuale è chiusa al culto. Su un fianco dell'edificio sorge un campanile a vela.	La chiesa è a pianta rettangolare, a navata unica, con la sacrestia sul lato del presbitero. L'edificio è addossato ad un magazzino con cui condivide la parete sinistra. Sul retro l'edificio è in aderenza ad un fabbricato abitato. Presenta delle discontinuità murarie attorno alle nicchie.	Attorno alle nicchie aperte successivamente si hanno vistose fessurazioni sulla muratura a sacco. La copertura in legno è fortemente ammalorata come il controsoffitto per le infiltrazioni d'acqua. Sono presenti fessure su tutte le murature, una lesione si trova sulla volta dell'abside. Sono presenti delle catene.
<b>San Ansovino</b> sita in Comune di Apecchio	Di origine imprecisata, la struttura che si compone di una chiesa è stato oggetto di un restauro della copertura nel 1996. Addossato al lato sinistro della chiesa sorge il campanile a torre che versa in condizioni fatiscenti.	La chiesa è a pianta rettangolare, la muratura non evidenzia segnali di instabilità, si rileva solo il degrado della malta tra i conci in pietra. La copertura è in ottime condizioni, anche alla luce del recente restauro.	Sono evidenti fessure nel prospetto principale, nell'asse porta-finestra con generazione del meccanismo traslazionale nel piano della facciata. Le pareti soggette al deterioramento, stanno perdendo la malta di coesione fra le pietre.

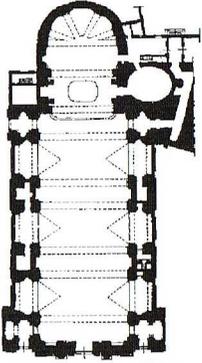
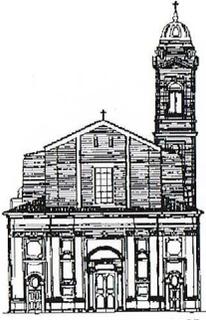
Pianta	Prospetto

N. 1	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DELLA S.S. ANNUNZIATA / ANCONA	<b>NOTE STORICHE E ARTISTICHE</b>	<b>DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI</b>
		Costruita in origine a metà del 500, nel 1784 viene ricostruita interamente. Dal 1816 ad oggi la chiesa ha subito continui interventi soprattutto a causa dei bombardamenti dell'ultima guerra. In seguito a questi lavori di ricostruzione è stata cancellata l'antica facciata e sono stati eliminati i tre altari di cui non esistono i disegni originari. Rimane solo l'impronta ottocentesca mantenuta all'interno dai capitelli delle colonne. Negli anni 80 l'edificio è stato sottoposto a nuovi lavori di restauro a causa del terremoto del 1972.	Si tratta di un edificio a navata unica e sorge in un angolo formato da due strade. Pianta a forma rettangolare terminante con un'abside semicircolare. La struttura muraria è di tipo tradizionale in mattoni. Il manto di copertura è in coppi su listelli in legno e pannelle in laterizio. La struttura del tetto è formato da capriate e puntoni parzialmente spingenti senza ammassature trasversali. La facciata è caratterizzata da un piccolo portico.
		<b>PIANTA</b>	<b>PROSPETTO</b>
			
		<b>CINEMATISMI ATTRIBUIBILI</b>	<b>QUADRO FESSURATIVO</b>
		13 17 24	1939 - 1945 evento bellico 1972 terremoto

N. 2	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI SAN BARTOLOMEO	<b>NOTE STORICHE E ARTISTICHE</b>	<b>DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI</b>
		La chiesa fa parte di un complesso conventuale acquistato dalle Monache Benedettine Armene nel 1847. Alterne vicende di soppressioni e restaurazioni hanno condotto il convento alla destinazione d'uso di carcere minorile. A causa dei danni recati dal terremoto del 1972, nel 1975 il convento venne distrutto; la chiesa venne acquistata da un Istituto dedito all'assistenza delle bambine orfane. La chiesa è stata di nuovo restaurata a causa dei danni provocati dal terremoto del 1972.	Edificio da aula unica a pianta rettangolare. Struttura muraria di tipo tradizionale in mattoni. Struttura del tetto in legno. Manto di copertura in laterizio. Si evidenzia la presenza di un campanile in linea con la facciata esterno al volume dell'edificio.
		<b>PIANTA</b>	<b>PROSPETTO</b>
			
		<b>CINEMATISMI ATTRIBUIBILI</b>	<b>QUADRO FESSURATIVO</b>
			1972 - terremoto

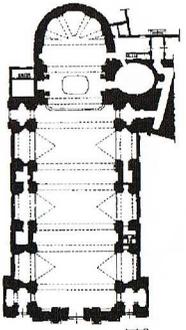
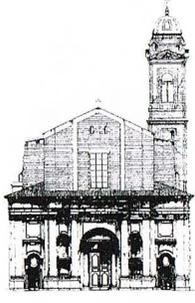
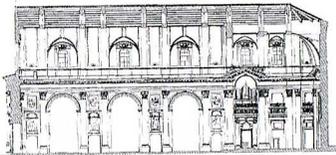
N. 3	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI SAN BIAGIO / ANCONA	<b>NOTE STORICHE E ARTISTICHE</b>	<b>DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI</b>
		Fu costruita tra il 1745 ed il 1748 grazie al contributo del Marchese Francesco Trionfi, ad opera degli "schiavoni" cioè i profughi della Dalmazia. L'edificio si presenta intatto e non manomesso nel suo aspetto originario e nelle decorazioni interne.	Edificio ad aula unica a pianta rettangolare terminante con l'abside semicircolare racchiuso entro il volume dell'edificio. Struttura muraria di tipo tradizionale in mattoni. Struttura del tetto in legno. Soffitti a volta a botte lunettata. Manto di copertura in laterizio.
		<b>PIANTA</b>	<b>PROSPETTO</b>
			
		<b>CINEMATISMI ATTRIBUIBILI</b>	<b>QUADRO FESSURATIVO</b>
		13 17 24	Non rilevato

N. 4	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI SANTACROCE IN PIETRALACROCE / ANCONA	<b>NOTE STORICHE E ARTISTICHE</b>	<b>DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI</b>
		Si trova al centro della piccola frazione di Pietralacroce. L'edificio sacro è il risultato di numerosi interventi di ricostruzione e restauro su un'antica chiesa costruita nel XVI sec., dedicata a S. Spirito. Una prima ricostruzione ebbe luogo verso la metà del '700 ad opera dell'architetto Francesco Maria Ciarafoni. La seconda ricostruzione, che ha dato alla chiesa l'attuale fisionomia, ebbe luogo nei primi dell'800, ad opera dell'ing. Michele Bevilacqua che a causa del franamento del terreno ricostruì l'edificio rispettando le linee architettoniche precedenti. A seguito dei terremoti del 1930 e del 1972 l'edificio è stato nuovamente restaurato.	Edificio ad aula unica. Il volume principale risulta articolato dalla presenza di nicchie laterali che fuoriescono rispetto alla linea principale dei fianchi. A lato dell'abside è posto il campanile. Struttura muraria di tipo tradizionale in mattoni. Soffitto composto da volta superiore a botte lunettata Abside voltata Copertura formata da struttura lignea.
		<b>PIANTA</b>	<b>PROSPETTO</b>
			
		<b>CINEMATISMI ATTRIBUIBILI</b>	<b>QUADRO FESSURATIVO</b>
		13 17 24	1930 - terremoto 1972 - terremoto

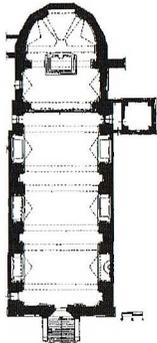
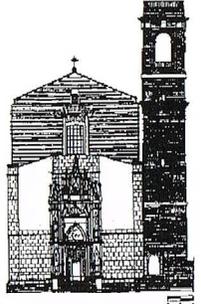
N. 5	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI SAN DOMENICO / ANCONA	<b>NOTE STORICHE E ARTISTICHE</b>		<b>DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI</b>	
		In seguito all'ideazione di una grande piazza, oggi piazza del Plebiscito, nel 1759 la vecchia chiesa venne demolita per lasciare posto alla attuale chiesa di S. Domenico consacrata nel 1778. Edificio in stile barocco, la parte superiore della facciata non è stata mai completata; la parte inferiore è tripartita. La parte centrale, sporgente rispetto alle parti laterali, è caratterizzata dalla porta maggiore ornata da un portale composto da due colonne e da un timpano semicircolare. Fu decorata all'interno dallo scultore G. Varlé nel tardo settecento. L'edificio subisce gravi danni a causa della seconda guerra mondiale.		La chiesa è a navata unica cadenzata da imponenti costoloni che introducono le cappelle laterali. Soffitto composto da una volta a botte a tutto sesto lunettata in corrispondenza delle cappelle. Struttura in muratura portante in mattoni caratterizzata dalla presenza di pilastri accoppiati. Struttura della copertura in legno e manto in laterizio. Presenza del campanile.	
		<b>PIANTA</b>	<b>PROSPETTO</b>	CINEMATISMI ATTRIBUIBILI 13 17 24	<b>QUADRO FESSURATIVO</b>
		1939 / 1945 evento bellico			
				sezione	

Pianta chiesa di S. Domenico, Ancona

Facciata chiesa di S. Domenico, Ancona

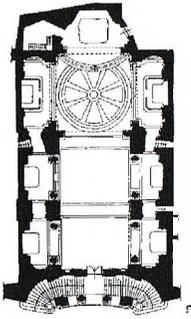
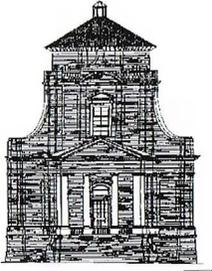
N. 6	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI SAN FRANCESCO AI CAPPUCINI	<b>NOTE STORICHE E ARTISTICHE</b>		<b>DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI</b>	
		La prima menzione delle sue fondamenta risale al 1899. I lavori terminarono nel 1904 e la chiesa venne inaugurata l'anno seguente. La chiesa era parte di un complesso conventuale ad essa adiacente e costituito da un edificio a pianta quadrata a due piani.		La chiesa è a navata unica caratterizzata dalla presenza 5 pilastri per lato che introducono alle cappelle laterali. Struttura muraria di tipo tradizionale in mattoni. Struttura del tetto in legno. Il soffitto è composto da volte a crociera con costoloni. Manto di copertura in laterizio.	
		<b>PIANTA</b>	<b>PROSPETTO</b>	CINEMATISMI ATTRIBUIBILI 13 17 24	<b>QUADRO FESSURATIVO</b>
		Non rilevato			
				SEZIONE	
					

Pianta chiesa di S. Domenico, Ancona

N. 7	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI SAN FRANCESCO ALLE SCALE / ANCONA	<b>NOTE STORICHE E ARTISTICHE</b>		<b>DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI</b>	
		La prima pietra fu posta nel 1323. La costruzione richiese un lungo periodo e fu completata solo nel 1458. Tra il 1777 ed il 1790 l'edificio fu sopraelevato per formare una volta e vennero eliminate le cappelle trecentesche accostate sul lato nord. Danneggiato dai bombardamenti del secondo conflitto mondiale è stato restaurato rispettando il suo aspetto settecentesco. La facciata è caratterizzata da un maestoso portale e da una scalinata da cui ne deriva il nome. Il portale è coevo alla sua prima costruzione.		A navata unica con tre cappelle laterali, per lato, a pianta rettangolare terminante con abside semicircolare. Struttura in muratura portante in mattoni. Soffitto a volta a botte lunettata in corrispondenza delle cappelle. Struttura del tetto lignea. Presenza del campanile esterno al volume dell'edificio.	
		<b>PIANTA</b>	<b>PROSPETTO</b>	CINEMATISMI ATTRIBUIBILI 13 17 24	<b>QUADRO FESSURATIVO</b>
		1939 - 1945 evento bellico			
				sezione	

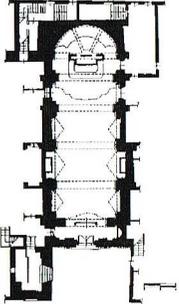
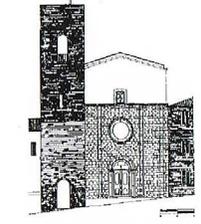
Pianta chiesa di S. Francesco alle scale

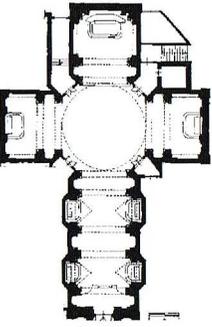
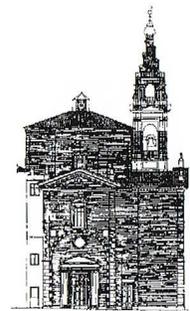
Facciata chiesa di S. Francesco alle Scale

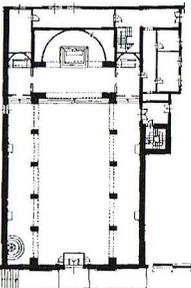
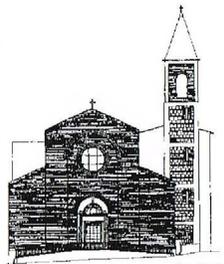
N. 8	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DEL GESU' - ANCONA	<b>NOTE STORICHE E ARTISTICHE</b>		<b>DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI</b>	
		La sua costruzione risale al 1623 ad opera di Luigi Vanvitelli. Il 1743 viene indicato l'anno del compimento del suo restauro. L'edificio conserva intatta la sua fisionomia originaria.		Edificio a tre navate. Particolare è la facciata concava in cui è inserita la scalinata di accesso. La facciata è ulteriormente caratterizzata dalla presenza delle colonne che sorreggono il timpano ben marcato. La pianta è caratterizzata da una struttura a pilastri che crea la navata centrale e dagli ultimi pilastri su cui si imposta la cupola in un susseguirsi di colonne.	
		<b>PIANTA</b>	<b>PROSPETTO</b>	CINEMATISMI ATTRIBUIBILI 13 17 24	<b>QUADRO FESSURATIVO</b>
					
				sezione	

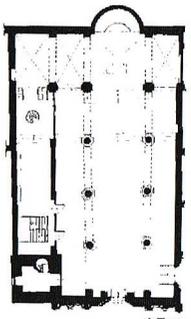
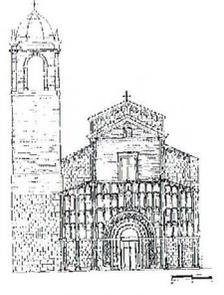
Pianta chiesa del Gesù

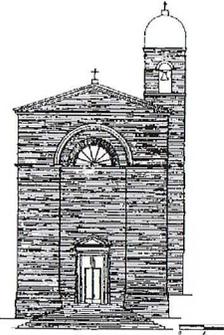
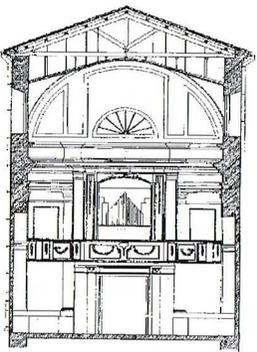
Facciata chiesa del Gesù

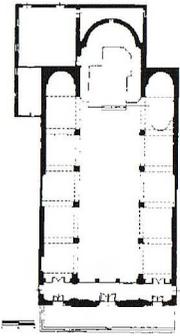
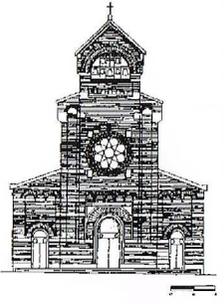
N. 9	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI SAN FRANCESCO ALLE SCALE / ANCONA	<b>NOTE STORICHE E ARTISTICHE</b>	<b>DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI</b>
		<p>Si tratta di una chiesa romanica del XII sec. Come testimonia parte della facciata appartenente alla sua primitiva struttura. Nella prima metà del XV sec. Vengono eseguiti importanti lavori di restauro. In seguito da un nuovo intervento eseguito tra il 1779 e 1782 l'interno della chiesa assume un aspetto tipicamente barocco. A causa del terremoto del 1930 l'edificio subisce gravi danni e viene chiuso al culto. A seguito dei danni provocati dalla guerra l'edificio viene restaurato. Il campanile originario a vela viene sostituito da una torre campanaria. L'evento sismico del 1972 fa crollare completamente l'ala sinistra della chiesa recentemente recuperata.</p>	<p>Edificio ad aula unica di forma rettangolare terminante con un'abside semicircolare inserita nella muratura portante. Il soffitto della navata è a volta a botte lunettata in corrispondenza delle nicchie laterali; il soffitto dell'abside è a volta a catino; la struttura portante del tetto è composta da capriate lignee; il campanile risulta essere un volume esterno all'edificio religioso.</p>
		PIANTA	PROSPETTO
			
		<i>Pianta chiesa di S. Giovanni Battista a Capodimonte</i>	<i>Prospetto chiesa di S. Giovanni Battista a Capodimonte</i>
		CINEMATISMI ATTRIBUIBILI	QUADRO FESSURATIVO
		13 17 24	1930 - terremoto 1972 - terremoto
			sezione

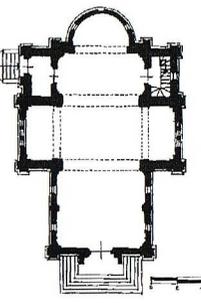
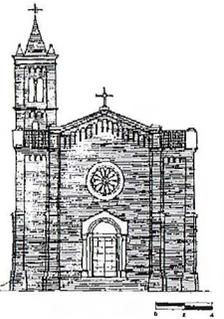
N. 10	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DEL GESU - ANCONA	<b>NOTE STORICHE E ARTISTICHE</b>	<b>DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI</b>
		<p>La prima testimonianza di questa chiesa risale al 1539 ma i numerosi restauri subiti dall'edificio hanno lasciato ben poco del suo aspetto originario. Uno di questi interventi viene datato nel 1770: le pareti e le volte furono rialzate e all'interno furono inseriti stucchi e statue propri del periodo barocco. Il campanile ha subito lesioni basamentali a causa del terremoto del 1972. Nel 1930 il terremoto provocò il distacco della guglia.</p>	<p>La pianta della chiesa è a croce latina terminante con un'abside rettangolare e con una cupola impostata su di un tamburo a base ottagonale; il soffitto è a volta a botte lunettata in corrispondenza delle nicchie; è presente un campanile tra il braccio destro del transetto e la zona presbiteriale. Struttura in muratura portante. Struttura del tetto lignea.</p>
		PIANTA	PROSPETTO
			
		<i>Pianta chiesa di S. Marco nel SS. Sacramento</i>	<i>Prospetto chiesa di S. Marco nel SS. Sacramento</i>
		CINEMATISMI ATTRIBUIBILI	QUADRO FESSURATIVO
		13 17 24	1930 - terremoto 1972 - terremoto

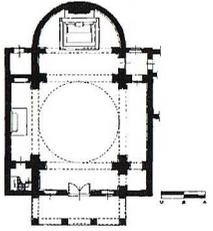
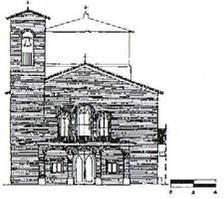
N. 11	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI S. MARIA DELLA MISERICORDIA - ANCONA	<b>NOTE STORICHE E ARTISTICHE</b>	<b>DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI</b>
		<p>Costruita originariamente nella seconda metà del 1300, dell'edificio religioso rimane solo il portale in pietra. La chiesa fu ricostruita intorno alla metà del 1700 ma i bombardamenti del 1944 la distrussero completamente. L'attuale chiesa è stata completamente ricostruita tra il 1956 ed il 1958.</p>	<p>Edificio a pianta rettangolare a tre navate. Ricostruita in c.a. con muratura e pietrame di tamponamento ricollocando il portale di pietra della antica chiesa.</p>
		PIANTA	PROSPETTO
			
		<i>Pianta chiesa di S. Maria della Misericordia</i>	<i>Prospetto chiesa di S. Maria della Misericordia</i>
		CINEMATISMI ATTRIBUIBILI	QUADRO FESSURATIVO
		13 17 24	1944 - evento bellico

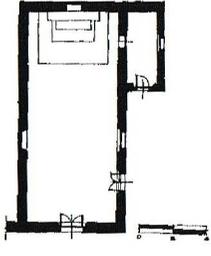
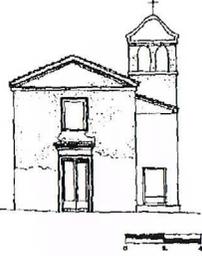
N. 12	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI S. MARIA DELLA PIAZZA - ANCONA	<b>NOTE STORICHE E ARTISTICHE</b>	<b>DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI</b>
		<p>Le memorie della prima ricostruzione risalgono al periodo paleocristiano, ma nel corso del tempo l'edificio è stato sottoposto a numerosi restauri e rifacimenti. La chiesa superiore venne costruita tra il XI ed il XII sec., la decorazione della facciata risale al 1210. A causa del terremoto del 1690 l'edificio è sottoposto ad un lungo periodo di lavori che si protrasse per oltre 50 anni. In seguito ai bombardamenti della prima guerra, nel 1929 l'edificio subisce un nuovo intervento di restauro. Il terremoto del 1972 causa gravi danni e dissesti. Gli ultimi lavori di restauro hanno permesso il recupero degli originari caratteri architettonici.</p>	<p>Edificio a pianta pressoché rettangolare a quattro campate di cui solo tre appartenenti propriamente alla chiesa. All'interno del volume della chiesa si inserisce il campanile. Struttura muraria portante in mattoni di tutto il perimetro e pilastri.</p>
		PIANTA	PROSPETTO
			
		<i>Pianta chiesa di S. Maria della Piazza</i>	<i>Prospetto chiesa di S. Maria della Piazza</i>
		CINEMATISMI ATTRIBUIBILI	QUADRO FESSURATIVO
		13 17 24	1690 - terremoto 1915-1918 evento bellico 1939-1945 evento bellico 1972 - terremoto

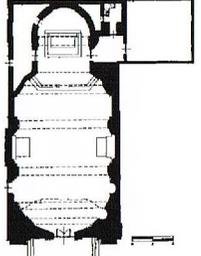
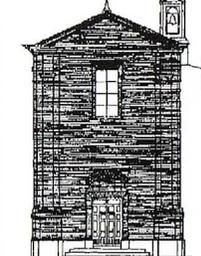
N. 13	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI SAN PIETRO IN VARANO - ANCONA	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	CINEMATISMI/ATTRIBUIBILI	QUADRO FESSURATIVO
		L'edificio viene datato tra la fine del 1400 e l'inizio del 1500 originariamente nato come cappella votiva dedicata alla vergine.	Edificio ad aula unica di forma rettangolare terminata con un'abside semicircolare. Il campanile, posto sul retro, non fa parte del volume della chiesa. Il soffitto è a volta a botte ribassata, l'abside semicircolare risulta coperto da una volta a catino. Struttura in muratura portante. Struttura del tetto lignea.		Non rilevato
		PIANTA	PROSPETTO	SEZIONE	
					
		<i>Pianta chiesa di S. Pietro in Varano</i>	<i>Facciata chiesa di S. Pietro in Varano</i>		

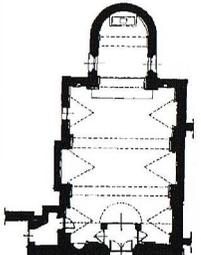
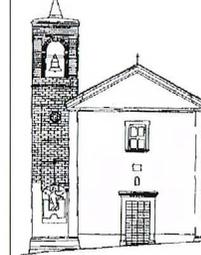
N. 15	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DELLA SACRA FAMIGLIA - ANCONA	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI		
		La posa della prima pietra risale al 1899.	Edificio di ampie dimensioni (lungo circa 45 m. e largo 20 m., alto 18m.) La pianta è a forma rettangolare a tre navate divise in 10 arcate che poggiano su 8 colonne di granito. In facciata è presente un ampio rosone centrale vetrato. Struttura in muratura portante. Struttura del tetto lignea.		
		PIANTA	PROSPETTO	CINEMATISMI/ATTRIBUIBILI	QUADRO FESSURATIVO
		Non rilevato			
		<i>Pianta chiesa della Sacra Famiglia</i>	<i>Facciata chiesa della Sacra Famiglia</i>	13 17 24	

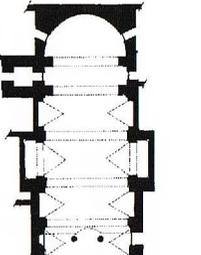
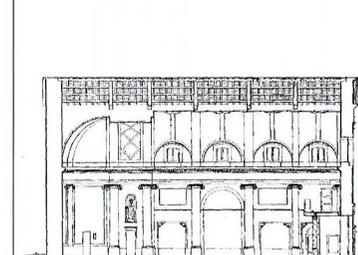
N. 14	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI S. RAIMONDO - ANCONA	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	CINEMATISMI/ATTRIBUIBILI	QUADRO FESSURATIVO
		L'edificio viene costruito nel 1899 come cappella privata di famiglia. A causa del terremoto del 1972 viene chiuso per lavori fino al 1976. La frana del 1982 lo danneggia di nuovo ed ora giace in stato di abbandono.	Si tratta di un edificio quasi a croce latina dove il volume di ingresso risulta più ampio della parte finale che termina con un semicerchio. Ai lati del transetto insistono due volumi, su uno dei quali si imposta la torre campanaria.		1972 - terremoto 1982 - frana crepe sulle pareti, distacchi nei muri perimetrali e nel pavimento danni alle decorazioni pittoriche liberty atti vandalici e furti
		PIANTA	PROSPETTO	13 17 24	
					
		<i>Pianta chiesa di S. Raimondo</i>	<i>Facciata chiesa di S. Raimondo</i>		

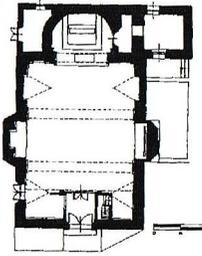
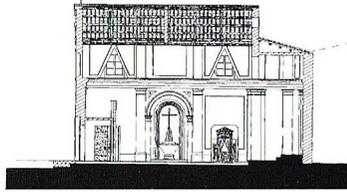
N. 16	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DELLA B. V. DEL ROSARIO DI CASINE DI PATERNO - ANCONA	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI		
		La chiesa viene costruita nel 1936.	L'edificio è a pianta quadrata conclusa da un'abside semicircolare. Presenta un piccolo portico a tre campate sul fronte. La cupola centrale è sorretta da 4 pilastri cruciformi. Il campanile si inserisce all'interno del volume dell'edificio.		
		PIANTA	PROSPETTO	CINEMATISMI/ATTRIBUIBILI	QUADRO FESSURATIVO
		Non rilevato			
		<i>Pianta chiesa della Beata Vergine del Rosario (Casine di Paterno)</i>	<i>Facciata chiesa della Beata Vergine del Rosario (Casine di Paterno)</i>	13 17 24	

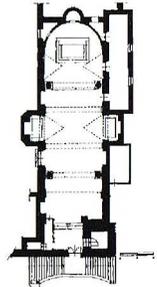
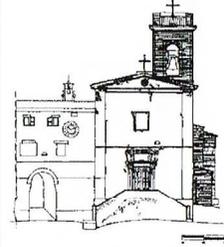
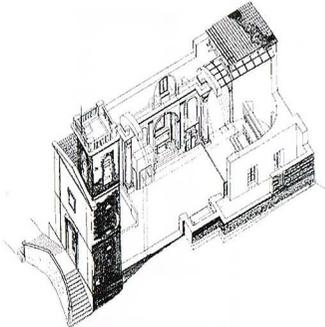
N. 17	LUOGO e DENOMINAZIONE  CHIESA DI S. MARIA DELLE GRAZIE IN LOC. MADONNINA DI GALLIGNANO	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	
		<p>Si tratta di una piccola chiesa del 1600 ora dismessa. Originariamente era annessa ad un convento di monaci.</p>	<p>Edificio ad aula unica di forma rettangolare. Sul lato destro si sviluppa la torre campanaria. La struttura muraria è di tipo tradizionale in mattoni. Il manto di copertura è in coppi su listelli in legno e pannelle in laterizio. La struttura del tetto è in legno.</p>	
		PIANTA	PROSPETTO	QUADRO FESSURATIVO
		 <p><i>Pianta chiesa di S. Maria delle Grazie (Madonnina di Gallignano)</i></p>	 <p><i>Facciata chiesa di S. Maria delle Grazie (Madonnina di Gallignano)</i></p>	<p>Non rilevato</p>
		CINEMATISMI ATTRIBUIBILI		13 17 24

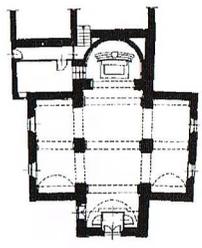
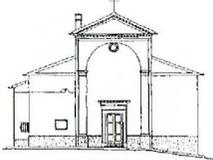
N. 19	LUOGO e DENOMINAZIONE  CHIESA DI S. NICOLA DI BARI IN GALLIGNANO - ANCONA	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	
		<p>L'attuale edificio è realizzato su progetto di Francesco Maria Ciaraffoni, artista che si rifà chiaramente al Vanvitelli. I lavori di costruzione sono stati eseguiti tra il 1795 ed 1800. A causa dei danni provocati dai bombardamenti viene ricostruito quasi per intero.</p>	<p>A pianta rettangolare esternamente al suo interno ha una forma ellittica conclusa in un'abside semicircolare. La facciata in cotto risulta deteriorata nella parte superiore sopra il portale. La struttura muraria è di tipo tradizionale in mattoni. La struttura portante del tetto è in legno.</p>	
		PIANTA	PROSPETTO	QUADRO FESSURATIVO
		 <p><i>Pianta chiesa di S. Nicola di Bari (Gallignano)</i></p>	 <p><i>Facciata chiesa di S. Nicola di Bari (Gallignano)</i></p>	<p>1939-1940 - evento bellico</p>
		CINEMATISMI ATTRIBUIBILI		13 17 24

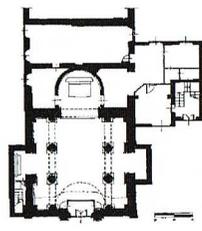
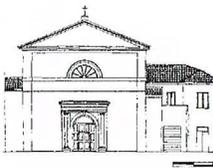
N. 18	LUOGO e DENOMINAZIONE  CHIESA DI S. MARGHERITA A MASSIGNANO - ANCONA	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	
		<p>L'edificio attuale è stato costruito nel 1700. Gravemente danneggiato nel 1972 dal terremoto è stato recentemente restaurato.</p>	<p>Edificio si presenta ad aula unica terminante con una piccola abside allungata e semicircolare; il soffitto è composto da una volta a botte lunettata; la struttura muraria è di tipo tradizionale in mattoni. La struttura portante del tetto è in legno.</p>	
		PIANTA	PROSPETTO	QUADRO FESSURATIVO
		 <p><i>Pianta chiesa di S. Margherita (Massignano)</i></p>	 <p><i>Facciata chiesa di S. Margherita (Massignano)</i></p>	<p>1972 - terremoto</p>
		CINEMATISMI ATTRIBUIBILI		13 17 24

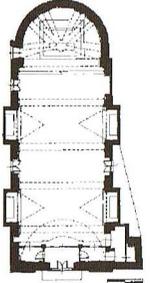
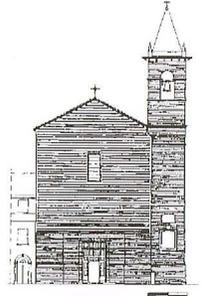
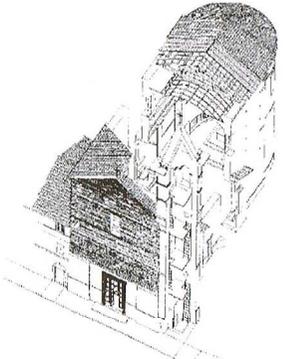
N. 20	LUOGO e DENOMINAZIONE  CHIESA DI S. GIUSEPPE DI CANDIA - ANCONA	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	CINEMATISMI ATTRIBUIBILI	QUADRO FESSURATIVO
		<p>Costruita nell'attuale posizione nel 1662, nel 1828 venne alzata ed ampliata; nel 1874 e dopo il terremoto del 1930 venne restaurata. Abbandonata nel corso del tempo, solo di recente è oggetto di lavori di recupero.</p>	<p>A pianta rettangolare, a navata unica. Gli elementi decorativi sono in stile barocco e probabilmente successivi alla sua costruzione. La facciata è in mattoni faccia a vista. I solai e le coperture sono in legno, la struttura muraria in mattoni.</p>		<p>1874 - terremoto</p>
		PIANTA	PROSPETTO		SEZIONE
		 <p><i>Pianta chiesa di S. Giuseppe (Candia)</i></p>	 <p><i>Facciata chiesa di S. Giuseppe (Candia)</i></p>		

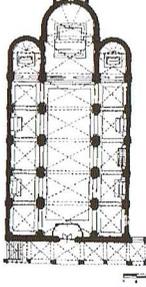
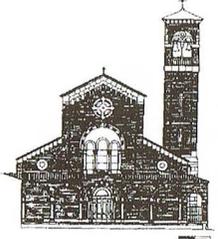
N. 21	LUOGO e DENOMINAZIONE  CHIESA DEI S.S. FILIPPO E GIACOMO DI MONTEACUTO - ANCONA	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	CINEMATISMI ATTRIBUBILI	QUADRO FESSURATIVO	
		La chiesa è stata costruita tra il 1793 ed il 1805 in stile romanico. Nel 1922 è stato eseguito un intervento di restauro; nel 1928 il consolidamento del campanile.	Edificio ad aula unica di forma rettangolare concluso con un'abside semicircolare iscritta all'interno del volume dell'edificio. Struttura del tetto in legno. Struttura muraria in mattoni.		Non rilevato	
		PIANTA	PROSPETTO	SEZIONE		
						
		<i>Pianta chiesa di Ss. Filippo e Giacomo (Montecauto)</i>	<i>Facciata chiesa di Ss. Filippo e Giacomo (Montecauto)</i>			

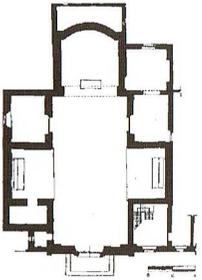
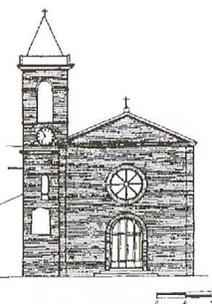
N. 22	LUOGO e DENOMINAZIONE  CHIESA DI SANTA MARIA ASSUNTA DI PATERNO - ANCONA	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	CINEMATISMI ATTRIBUBILI	QUADRO FESSURATIVO	
		Non sono state reperite notizie certe; si presuppone che la costruzione risalga al periodo medioevale. Danneggiata gravemente dai terremoti del 1930 e del 1972 sono stati avviati i lavori di restauro ma mai completati. Giace in stato di abbandono.	Si tratta di un edificio ad aula unica molto allungata. Il soffitto si presenta con una volta a botte lunettata in corrispondenza del piccolo transetto e dell'abside.		1930 - terremoto 1972 - terremoto	
		PIANTA	PROSPETTO	ASSONOMETRIA		
						
		<i>Pianta chiesa di S. Maria Assunta (Paterno)</i>	<i>Facciata chiesa di S. Maria Assunta (Paterno)</i>			

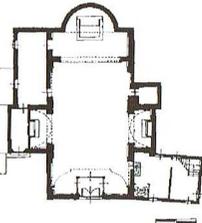
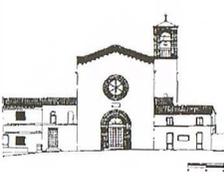
N. 23	LUOGO e DENOMINAZIONE  CHIESA DI S. BIAGIO (POGGIO) - ANCONA	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI		
		La costruzione attuale risale al 1700 anche se le sue origini sono riconducibile alla prima metà del 400.	Edificio a tre navate di cui quella centrale risulta più allungata attraverso la presenza di un ingresso e la conclusione dell'abside semicircolare.		
		PIANTA	PROSPETTO	CINEMATISMI ATTRIBUBILI	QUADRO FESSURATIVO
		Non rilevato			
		<i>Pianta chiesa di S. Biagio (Poggio)</i>	<i>Facciata chiesa di S. Biagio (Poggio)</i>	13 17 24	

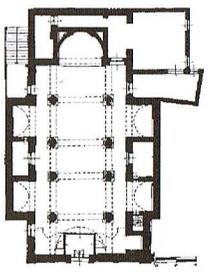
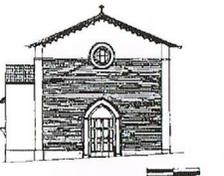
N. 24	LUOGO e DENOMINAZIONE  CHIESA DI S. LORENZO IN VILLANOVA - FALCONARA MARINA	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI		
		L'edificio trae le sue origini fin dal 1200, costruito in quegli anni dai monaci Cistercensi che nello stesso luogo possedevano il lazzaretto. Venne restaurato già nel 1546 e poi nel 1631, come risulta da una lapide posta all'interno della chiesa. Venne restaurata di recente nel 1970 e poi nel 1987.	Edificio a tre navate, impostato su una pianta quadrata dalla quale ai lati sporgono le nicchie degli altari minori. Le navate sono suddivise da due file di colonne e quella maggiore termina in un'abside semicircolare.		
		PIANTA	PROSPETTO	CINEMATISMI ATTRIBUBILI	QUADRO FESSURATIVO
		Non rilevato			
		<i>Pianta chiesa di S. Lorenzo (in Villanova) Falconara M. mar.</i>	<i>Facciata chiesa di S. Lorenzo (in Villanova) Falconara M. mar.</i>	13 17 24	

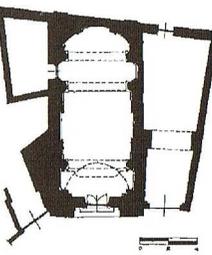
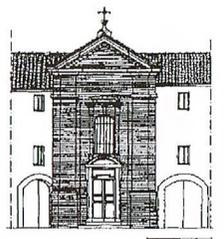
N. 25	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI S. ANDREA APOSTOLO (CASTELFERRETTI) FALCONARA M.M.A	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	CINEMATISMI ATTRIBUBILI	QUADRO FESSURATIVO
		L'edificio è stato costruito nel 1869 in stile neoclassico; subisce un intervento di restauro e di adeguamento degli impianti con la introduzione dell'impianto elettrico e del riscaldamento nel 1969.	Si presenta ad aula unica con volta a botte lunettata in corrispondenza delle nicchie e si conclude con un'abside semicircolare. Sul fronte si innesta il campanile. Struttura muraria in mattoni. Struttura dei solai e della copertura in legno.		
		PIANTA	PROSPETTO	ASSONOMETRIA	
					
		<i>Pianta chiesa di S. Andrea Apostolo (CastelFerretti) Falconara M.ma</i>	<i>Facciata chiesa di S. Andrea Apostolo (CastelFerretti) Falconara M.ma</i>		

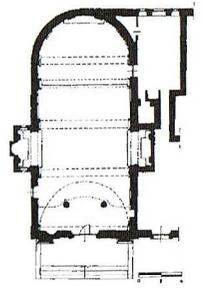
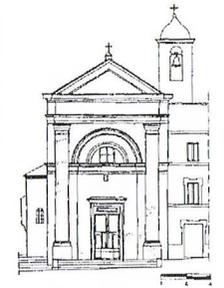
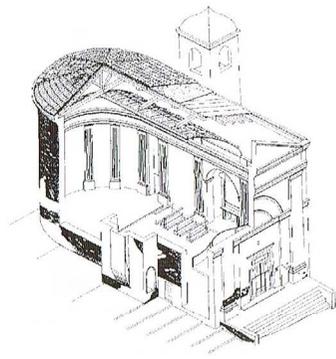
N. 26	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESADI S. ANTONIO DA PADOVA - FALCONARA M.M.A	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	CINEMATISMIATTRIBUBILI	QUADRO FESSURATIVO
		La chiesa è stata costruita tra il 1932 ed il 1934 in stile romanico.	La pianta è composta da tre navate con volte a crociera terminanti con absidi semicircolari. La facciata è caratterizzata da un portico su colonnine e da una ampia trifora vetrata. Accanto alla chiesa si eleva un campanile di 27 m. di altezza.		
		PIANTA	PROSPETTO	13 17 24	Non rilevato
					
		<i>Pianta chiesa di S. Antonio da Padova - Falconara M.ma</i>	<i>Facciata chiesa di S. Antonio da Padova - Falconara M.ma</i>		

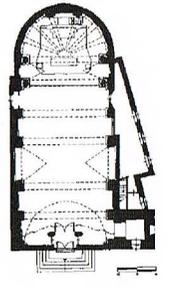
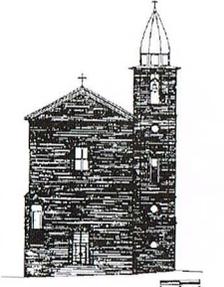
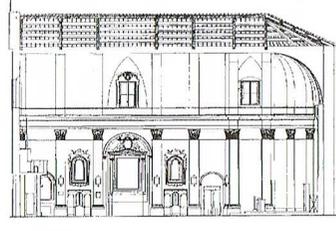
N. 27	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI GRANCETTA - CHIARAVALLE	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	CINEMATISMIATTRIBUBILI	QUADRO FESSURATIVO
		Ha origini antiche ed il suo nome deriva dai monaci Cistercensi che tra il XII ed il XII sec. in quella zona costruirono una "grancia" cioè una fattoria. Nel 1950 subisce un restauro, ma in seguito il suo interno venne devastato e distrutto da atti vandalici. Il rosone della facciata venne aggiunto solo successivamente. Dopo i danni subiti dal terremoto del 1972 viene eseguito un intervento di restauro e la facciata venne coperta da mattoni nuovi.	L'edificio si presenta a pianta pressoché quadrangolare ad aula unica con cappelle laterale e gli altari minori inserite nelle nicchie laterali. La pianta si conclude con un abside rettangolare sporgente rispetto alla linea della pianta. Il campanile è inserito all'interno del volume dell'edificio.		
		PIANTA	PROSPETTO	13 17 24	1972 - terremoto
					
		<i>Pianta chiesa di Grancetta - Chiaravalle</i>	<i>Facciata chiesa di Grancetta - Chiaravalle</i>		

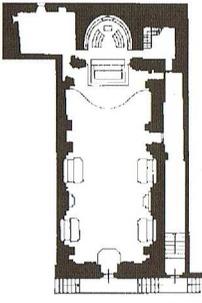
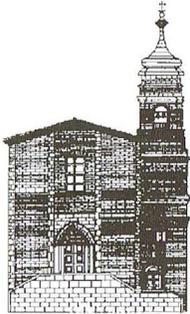
N. 28	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI S. ROCCO - CAMERATA PICENA	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	CINEMATISMIATTRIBUBILI	QUADRO FESSURATIVO
		Costruita all'interno di un castello medioevale tra il XIII e XIV sec. La chiesa fu distrutta dai bombardamenti del 1943 e la nuova chiesa più grande di quella precedente fu ricostruita nel 1949 e inaugurata nel 1950.	Edificio ad aula unica a pianta rettangolare terminante con l'abside semicircolare. Sono presenti due altari minori inseriti nelle nicchie laterali. È presente il campanile lungo il fianco destro della chiesa.		
		PIANTA	PROSPETTO	13 17 24	1943 - evento bellico
					
		<i>Pianta chiesa di S. Rocco (Cassero) - Camerata Picena</i>	<i>Facciata chiesa di S. Rocco (Cassero) - Camerata Picena</i>		

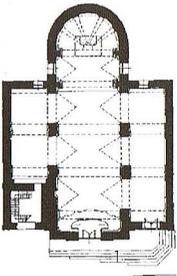
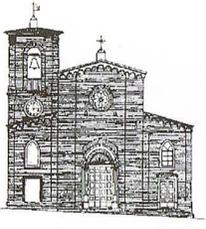
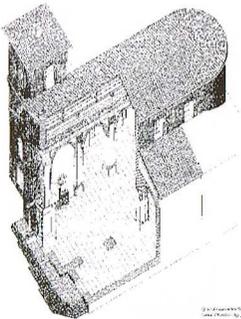
N. 29	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DELLA VISITAZIONE DELLA B.V. - FALCONARA M.M.A	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	
		<p>Non ci sono notizie precise sulla costruzione dell'edificio ma nell'inventario scritto nel 1770 viene descritta con precisione la foggia dell'arco a sesto acuto in pietra del portale di ingresso. Inoltre le iscrizioni sepolcrali presenti all'interno sono data 1589 e 1556.</p>	<p>Edificio a pianta rettangolare a tre navate delineate da due file di colonne. L'abside semicircolare è inserito ugualmente in un rettangolo. Sono presenti quattro cappelle laterali. I solai e le coperture sono in legno, la struttura muraria in mattoni.</p>	
		PIANTA	PROSPETTO	QUADRO FESSURATIVO
		 <p><i>Pianta chiesa della Visitazione della Beata Vergine Falconara M.ma</i></p>	 <p><i>Facciata chiesa della Visitazione della Beata Vergine Falconara M.ma</i></p>	<p>CINEMATISMI ATTRIBUBILI</p> <p>13 17 24</p> <p>Non rilevato</p>

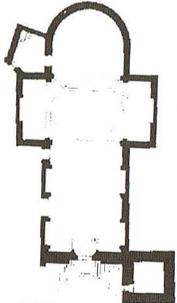
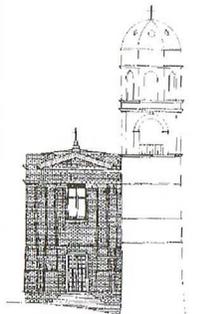
N. 30	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DELLA ROCCA PRIORA - FALCONARA M.M.A	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	
		<p>Opera attribuita quasi certamente all'architetto L.Vanvitelli che operò in Ancona tra il 1733 ed il 1746. Si trova all'interno del castello e come il castello ha subito la medesima trasformazione: da baluardo militare medioevale a rocca settecentesca.</p>	<p>Edificio ad aula unica. Il volume è inserito all'interno di un perimetro quadrangolare. La facciata si conclude con un ampio timpano. I solai e le coperture sono in legno, la struttura muraria in mattoni.</p>	
		PIANTA	PROSPETTO	QUADRO FESSURATIVO
		 <p><i>Pianta chiesa della Rocca Priora - Falconara M.ma</i></p>	 <p><i>Facciata chiesa della Rocca Priora - Falconara M.ma</i></p>	<p>CINEMATISMI ATTRIBUBILI</p> <p>13 17 24</p> <p>Non rilevato.</p>

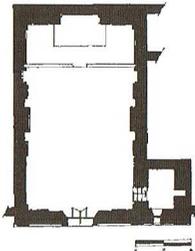
N. 31	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DELLA NATIVITA' DELLA B.V.M. - CAMERATA PICENA	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	CINEMATISMI ATTRIBUBILI	QUADRO FESSURATIVO
		<p>Le prime notizie della sua costruzione risalgono al 1029. L'attuale chiesa sorge all'interno di un castello ricostruito e ripopolato nel 1389 dai Conti Genga.</p>	<p>Edificio ad aula unica a forma rettangolare con soffitto a volta a botte terminate con un'abside semicircolare. I lati della navata risultano interrotti da due nicchie sporgenti il volume dell'edificio. È presente una torre campanaria a lato della costruzione. I solai e le coperture sono in legno, la struttura muraria in mattoni.</p>		
		PIANTA	PROSPETTO		ASSONOMETRIA
		 <p><i>Pianta chiesa della Natività della Beata Vergine Maria Camerata Picena</i></p>	 <p><i>Facciata chiesa della Natività della Beata Vergine Maria Camerata Picena</i></p>		

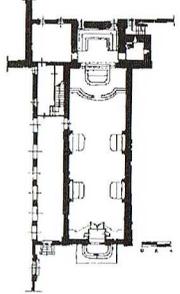
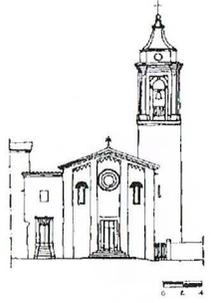
N. 32	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI SANTA MARIA DI NAZARET - AGUGLIANO	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	CINEMATISMI ATTRIBUBILI	QUADRO FESSURATIVO
		<p>È stata ricostruita nel 1304 sulle fondamenta di una chiesa preesistente. Una iscrizione data un intervento di ristrutturazione nel 1757. Nel 1926 l'originario campanile a vela viene sostituito con l'attuale torre campanaria.</p>	<p>Edificio ad aula unica a forma rettangolare terminante con un'abside semicircolare; presenta un soffitto con volta a botte lunettata in corrispondenza degli altari minori. I solai e le coperture sono in legno, la struttura muraria in mattoni.</p>		<p>L'edificio attualmente si presenta in discreto stato di conservazione.</p>
		PIANTA	PROSPETTO		SEZIONE
		 <p><i>Pianta chiesa di S. Maria di Nazaret - Agugliano</i></p>	 <p><i>Facciata chiesa di S. Maria di Nazaret - Agugliano</i></p>		

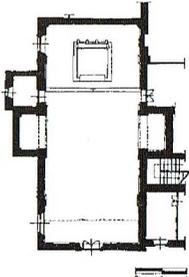
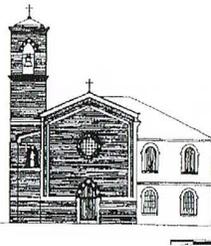
N. 33	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI S. FRANCESCO - CAMERANO	NOTE STORICHE E ARTISTICHE		DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	
		<p>La chiesa originaria di S. Francesco ed il suo convento risalgono ad un tempo antichissimo: la tradizione vuole che sia stata fondata proprio da S. Francesco intorno al 1215. Poi nel 1759 l'edificio viene completamente ristrutturato da opera dell'arch. Francesco Ciarruffoni e dell'antica chiesa rimase solo il portale in pietra dell'ingresso principale. Fu gravemente danneggiata durante la seconda guerra mondiale. Attualmente è di proprietà comunale.</p>		<p>Edificio ad aula unica a pianta rettangolare si conclude con un'abside internamente semicircolare. Lungo i lati vengono ricavate delle nicchie non molto profonde ove inserire quattro altari minori. Nel volume dell'edificio si erge il campanile. I solai e le coperture sono in legno, la struttura muraria in mattoni.</p>	
		PIANTA	PROSPETTO	CINEMATISMI ATTRIBUIBILI 13 17 24	QUADRO FESSURATIVO
					1944 - evento bellico
		<i>Pianta della chiesa di S. Francesco - Camerano</i>	<i>Facciata chiesa di S. Francesco - Camerano</i>		

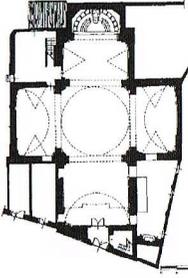
N. 34	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI S.M. DELLE GRAZIE DI CASTEL D'EMILIO - AGUGLIANO	NOTE STORICHE E ARTISTICHE		DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI		CINEMATISMI ATTRIBUIBILI 13 17 24	QUADRO FESSURATIVO
		<p>Questa chiesa ha origini molto antiche; presenta in facciata un pregevole portale in terra cotta composto da vari elementi iconografici in marmo risalenti al XII-XIV sec. Nel 1600 il suo interno è stato restaurato.</p>		<p>L'edificio si presenta a tre navate; quella maggiore termina con un prolungamento ed è conclusa da un'abside semicircolare. Le tre navate escluse l'abside si possono inscrivere in un quadrato. La volta della navata centrale è a vela, le navate laterali presentano volte a botte; allineato con la facciata si innalza il campanile a torre. I solai e le coperture sono in legno, la struttura muraria in mattoni.</p>			ASSONOMETRIA
		PIANTA	PROSPETTO	CINEMATISMI ATTRIBUIBILI 13 17 24	ASSONOMETRIA		
							
		<i>Pianta chiesa di S. Maria delle Grazie - Castel d'Emilio - Agugliano</i>	<i>Facciata chiesa di S. Maria delle Grazie - Castel d'Emilio - Agugliano</i>		<i>Assonometria chiesa di S. Maria delle Grazie - Castel d'Emilio - Agugliano</i>		

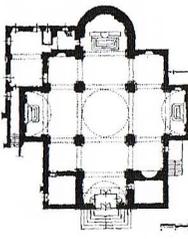
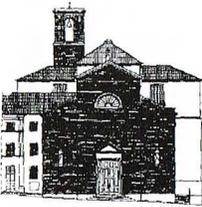
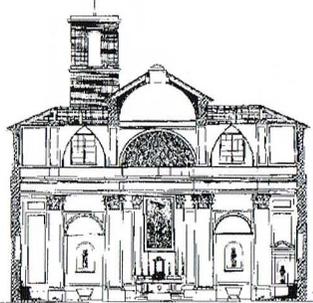
N. 35	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI S. NICOLA DI BARI - SIROLO	NOTE STORICHE E ARTISTICHE		DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	
		<p>Le prime notizie della sua costruzione risalgono al 1230. Nel 1765 la chiesa fu ricostruita all'interno delle mura del castello. Il terremoto del 1972 ha causato diversi danni a seguito del quale è stato eseguito un intervento di restauro e consolidamento delle murature e della cupola del campanile.</p>		<p>La costruzione è in stile neoclassico con pianta a croce latina; l'abside ed il transetti sono coperti da una volta a botte. La facciata principale è in muratura di mattoni faccia a vista con un cornicione e timpano in laterizio sagomati in aggetto. I solai e le coperture sono in legno, la struttura muraria in mattoni. Le pareti perimetrali sono in muratura di pietra a vista. Sul lato destro della facciata sorge il campanile.</p>	
		PIANTA	PROSPETTO	CINEMATISMI ATTRIBUIBILI 13 17 24	QUADRO FESSURATIVO
					1972 - terremoto.
		<i>Pianta chiesa di S. Nicola di Bari - Sirolo</i>	<i>Facciata chiesa di S. Nicola di Bari - Sirolo</i>		

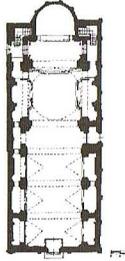
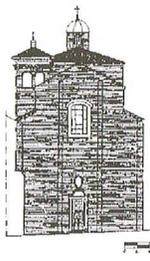
N. 36	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI S. GIOVANNI BATTISTA - NUMANA	NOTE STORICHE E ARTISTICHE		DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	
		<p>La chiesa venne edificata nel 1732; nel 1755 venne dotata del cappellone; nel 1758 viene aggiunto un quarto altare. Nel corso del tempo l'edificio subisce numerose modifiche come l'eliminazione del quarto altare, come l'eliminazione del cappellone attraverso la costruzione di un muro che ha chiuso l'abside e contratto l'edificio.</p>		<p>Edificio ad aula unica a pianta rettangolare. I solai e le coperture sono in legno, la struttura muraria in mattoni.</p>	
		PIANTA	PROSPETTO	CINEMATISMI ATTRIBUIBILI 13 17 24	QUADRO FESSURATIVO
					Non rilevato.
		<i>Pianta chiesa di S. Giovanni Battista - Numana</i>	<i>Facciata chiesa di S. Giovanni Battista - Numana</i>		

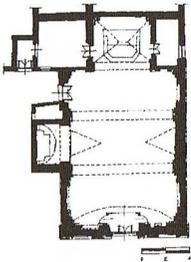
N. 37	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DEL SS. SACRAMENTO - POLVERIGI	NOTE STORICHE E ARTISTICHE		DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	
		L'edificio fu costruito intorno alla seconda metà del '400, tuttavia presenta linee romaniche, il tetto a capriata ed una unica navata. Il portale della facciata risale invece la XVI secolo. Nel '600 l'edificio subisce un primo intervento di restauro rifacendo il pavimento in cotto e pietra. È stato di nuovo restaurato di recente.		Edificio ad aula unica di forma rettangolare. Le coperture sono in legno, la struttura muraria in mattoni. È presente il campanile in fondo al lato destro dell'edificio.	
		PIANTA	PROSPETTO	CINEMATISMI ATTRIBIBILI 13 17 24	QUADRO FESSURATIVO
					Non rilevato.
		<i>Pianta chiesa del SS. Sacramento - Polverigi</i>	<i>Facciata chiesa del SS. Sacramento - Polverigi</i>		

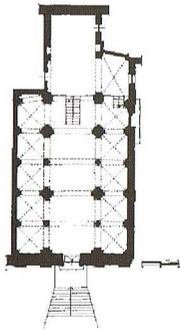
N. 38	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI S. GIUSEPPE DI RUSTICO - POLVERIGI	NOTE STORICHE E ARTISTICHE		DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	
		La chiesa fa parte di un complesso parrocchiale. L'intero complesso realizzato a più riprese risale ai primi del '900. La chiesa è stata costruita in stile liberty.		La pianta si presenta ad aula unica a forma rettangolare con due nicchie laterali. Il campanile si innalza nell'angolo tra la nicchia prospiciente e l'abside rettangolare. I solai sono in latero-cemento; le fondamenta in c.a. e le pareti in mattoni.	
		PIANTA	PROSPETTO	CINEMATISMI ATTRIBIBILI 13 17 24	QUADRO FESSURATIVO
					Non rilevato.
		<i>Pianta chiesa di S. Giuseppe (Rustico) - Polverigi</i>	<i>Facciata chiesa di S. Giuseppe (Rustico) - Polverigi</i>		

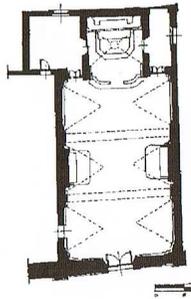
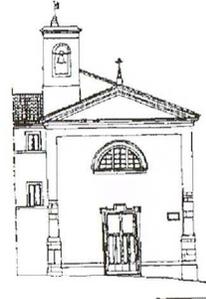
N. 39	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DELLA IMMACOLATA CONCEZIONE - CAMERANO	NOTE STORICHE E ARTISTICHE		DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	
		Nonostante si un edificio di antichissime origini, l'attuale chiesa è risultato di numerosi interventi sovrapposti subiti nel corso del tempo. La forma a croce latine è determinata dall'allungamento della navata maggiore avvenuto nel 1676. Nel 1842 viene restaurato il soffitto e l'altare maggiore. Altri lavori sono eseguiti nel 1971 tra i quali la complessa struttura archivoltata della copertura, decorata con affreschi. Tali lavori cancellano all'interno l'aspetto originario dell'antica pieve.		Pianta a croce latina, terminante con un'abside semicircolare, sormontata da una cupola poggiante su 4 pilastri cruciformi. Le coperture sono in legno, la struttura muraria in mattoni.	
		PIANTA	PROSPETTO	CINEMATISMI ATTRIBIBILI 13 17 24	QUADRO FESSURATIVO
					Non rilevato.
		<i>Pianta chiesa della Immacolata Concezione - Camerano</i>	<i>Facciata chiesa della Immacolata Concezione - Camerano</i>		

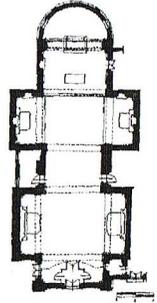
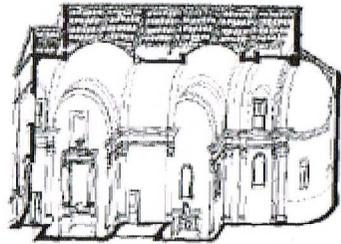
N. 40	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI S. ANTONINO MARTIRE - POLVERIGI	NOTE STORICHE E ARTISTICHE		DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	
		La chiesa di origini antiche fu ricostruita in stile greco-romano una prima volta nel 1769 ed una seconda volta tra il 1850 ed 1857. Durante questi ultimi lavori è stata allungata di 3 mt.		L'edificio si presenta a pianta centrale a tre navate; la navata maggiore termina in un'abside semicircolare. Il soffitto della navata centrale è a volta a botte lunettata, anche il transetto è coperto da una volta a botte. Dai 4 pilastri centrali si imposta la cupola priva di tamburo. Le coperture sono in legno, la struttura muraria in mattoni.	
		PIANTA	PROSPETTO	CINEMATISMI ATTRIBIBILI	QUADRO FESSURATIVO
					Non rilevato.
		<i>Pianta chiesa di S. Antonino Martire - Polverigi</i>	<i>Facciata chiesa di S. Antonino Martire - Polverigi</i>		SEZIONE 

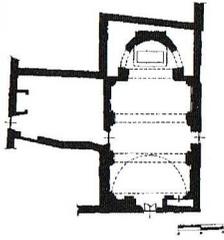
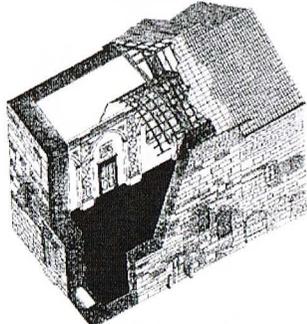
N. 41	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI S. GIUSEPPE DA COPERTINO - OSIMO	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	
		<p>Le prime notizie della sua costruzione risalgono attorno al 1247 e nel 1257 la chiesa doveva essere già terminata. La chiesa, appartenente al periodo romanico-gotico, è stata costruita secondo lo stile francescano caratteristico in Italia nel XII sec. La planimetria è rimasta pressoché invariata invece la facciata doveva essere ornata da un ampio rosone e le pareti laterali dovevano essere provviste di quattro finestre monofore ad archetti trilobate simili a quelle del campanile. Tra il XVI e il XVII sec. La chiesa subì numerosi interventi di trasformazione: gli affreschi sono stati coperti da altari con colonne, stucchi e quadri; i soffitti furono voltati; fu inserita una cupola tra le falde del tetto, chiuse le finestre laterali ed il rosone della facciata. Nel 1722 fu rifatto e sollevato il pavimento e la chiesa fu di nuovo trasformata lasciando del suo aspetto originario poche tracce.</p>	<p>Edificio a pianta pressoché rettangolare a navata unica con cappelle laterali. La navata si conclude con un'abside semicircolare. È inserito all'interno del volume dell'edificio il campanile che si eleva ad di sopra della copertura delle navate. Le coperture sono in legno, la struttura muraria in mattoni.</p>	
		PIANTA	PROSPETTO	QUADRO FESSURATIVO
				Non rilevato.
		<i>Pianta chiesa di S. Giuseppe da Copertino.</i>	<i>Facciata chiesa di S. Giuseppe da Copertino.</i>	CINEMATISMI ATTRIBUIBILI 13 17 24

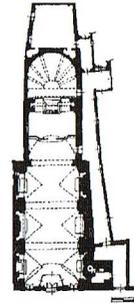
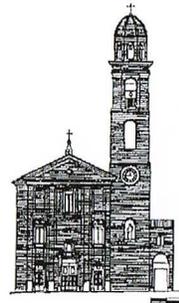
N. 43	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI S. GIOVANNI BATTISTA (PASSATEMPO) - OSIMO	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	
		<p>Le prime notizie risalgono al 1575 ma la chiesa fu completamente rifatta alla metà del XIX sec.</p>	<p>La chiesa è a navata unica terminante con un'abside rettangolare coperto da una volta a padiglione ribassata. La navata era provvista di due altari laterali inseriti in delle sporgenze, una delle quali è stata eliminata insieme all'altare. Il soffitto è a volte a botte ribassata e lunettata in corrispondenza delle nicchie, una delle quali non più presente. A destra dell'abside si apre una piccola cappella coperta da una volta a botte ribassata e sul lato sinistro una piccola cantoria. Le coperture sono in legno, la struttura muraria in mattoni.</p>	
		PIANTA	PROSPETTO	QUADRO FESSURATIVO
				Non rilevato.
		<i>Pianta chiesa di S. Giovanni Battista (Passatempo).</i>	<i>Facciata chiesa di S. Giovanni Battista (Passatempo).</i>	CINEMATISMI ATTRIBUIBILI 13 17 24

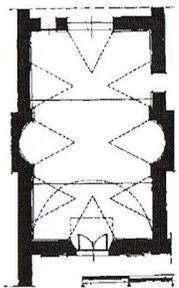
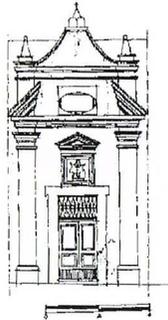
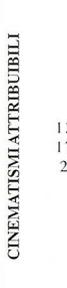
N. 42	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI S. PIETRO (MONTECONERO) - SIROLO	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	
		<p>La chiesa, facente parte di un complesso monastico benedettino, conserva il suo aspetto originario mentre il monastero è stato completamente ricostruito. Nel 1558 fu danneggiata da un incendio a seguito del quale fu rifatto il tetto ed un nuovo volume destinato ad accogliere il coro. Il coro è posto ad un livello superiore rispetto al piano delle navate permettendo di inserire al piano sottostante una cripta.</p>	<p>Si tratta di un edificio a pianta basilicale a tre navate costruito interamente in pietra del Conero. La navata centrale termina in un'abside rettangolare. La struttura principale del tetto è a composta da capriate lignee che coprono la luce delle tre navate. La struttura muraria è in pietre e mattoni.</p>	
		PIANTA	PROSPETTO	QUADRO FESSURATIVO
				1558 - incendio
		<i>Pianta chiesa di S. Pietro (Monteconero) - Sirolo.</i>	<i>Facciata chiesa di S. Pietro (Monteconero) - Sirolo.</i>	CINEMATISMI ATTRIBUIBILI 13 17 24

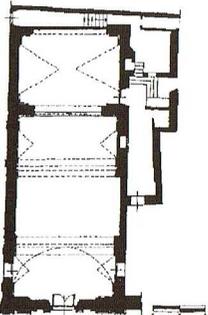
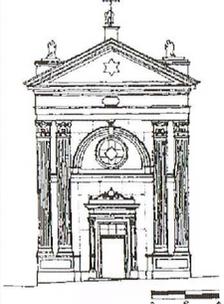
N. 44	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI S. GREGORIO - OSIMO	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	
		<p>L'attuale edificio è stato ricostruito da nuovo nella prima metà del 1600. Nel periodo napoleonico sono stati eseguiti interventi sulla soffittatura.</p>	<p>Edificio ad aula unica di forma rettangolare. Il soffitto è composto da una volta a botte lunettata in corrispondenza degli altari minori e delle aperture laterali. A lato dell'abside, a sinistra, si inserisce il campanile a vela prolungando la struttura portante dell'edificio. Le coperture sono in legno, la struttura muraria in mattoni.</p>	
		PIANTA	PROSPETTO	QUADRO FESSURATIVO
				Non rilevato.
		<i>Pianta chiesa di S. Gregorio.</i>	<i>Facciata chiesa di S. Gregorio.</i>	CINEMATISMI ATTRIBUIBILI 13 17 24

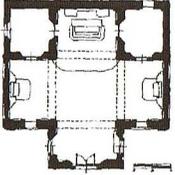
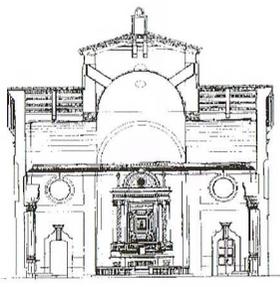
N. 45	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI S. GIOVANNI BATTISTA (CASENUOVE) - OSIMO	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	CINEMATISMI ATTRIBUIBILI	QUADRO FESSURATIVO	
		<p>Costruita intorno alla seconda metà del 1700. Già nel 1767 fu eseguito un primo intervento di restauro. Tra il 1932 ed 1936 la chiesa a pianta a croce greca venne allungata. A causa dei bombardamenti subiti fu di nuovo consolidata e venne aggiunto il campanile. Un totale intervento di restauro fu eseguito negli anni 50.</p>			<p>Edificio a navata unica conclusa con un'abside semicircolare ed ampie cappelle laterali ai lati. La navata è coperta da una volta a botte. Le coperture sono in legno, la struttura muraria in mattoni.</p>	1944 - evento bellico
		PIANTA	PROSPETTO		SEZIONE	
						
		<i>Pianta chiesa di S. Giovanni Battista a Casenuove</i>	<i>Facciata chiesa di S. Giovanni Battista a Casenuove</i>			

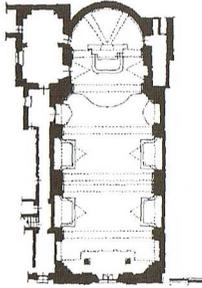
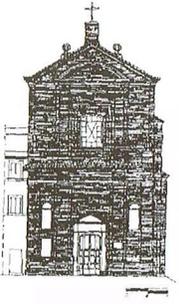
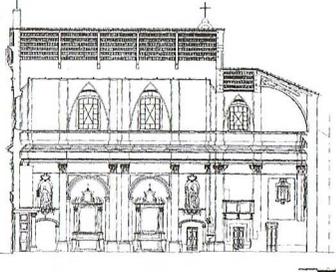
N. 46	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DEL SANTO ROSARIO - SIROLO	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	CINEMATISMI ATTRIBUIBILI	QUADRO FESSURATIVO	
		<p>La chiesa fu costruita nel 1626 per volere di alcune nobili famiglie locali e ristrutturata nel XIX secolo. La cella e la torre campanaria sono andate distrutte.</p>			<p>Edificio ad aula unica a pianta quadrangolare, termina con un'abside semicircolare all'interno del quadrilatero. La struttura portante del tetto è costituita da capriate in legno. La struttura muraria è in mattoni e pietra a conci sbazzati.</p>	Non rilevato.
		PIANTA	PROSPETTO		ASSONOMETRIA	
						
		<i>Pianta chiesa del Santo Rosario - Sirolo</i>	<i>Facciata chiesa del Santo Rosario - Sirolo</i>			

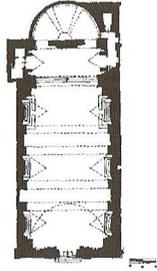
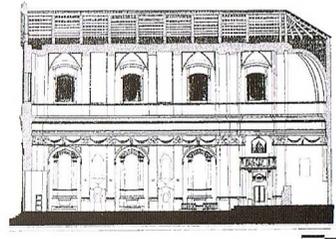
N. 47	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI S. MARCO EVANGELISTA - OSIMO	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	CINEMATISMI ATTRIBUIBILI	QUADRO FESSURATIVO	
		<p>La chiesa ed il monastero di cui fa parte fu edificato nel 1311; nel 1312 fu trasformato in ospedale. Nel 1440 la chiesa fu restaurata; nel 1617 la chiesa fu allungata e venne aggiunto l'abside semicircolare. Nel 1794 venne ricostruita la facciata.</p>			<p>Edificio ad aula unica, nella parte più antica sono presenti tre altari per lato; il volume dell'aula è coperto da una volta a botte lunettata in corrispondenza degli altari. La facciata in laterizio, si conclude con un timpano. Sul lato destro del fronte è posto il campanile. La struttura portante del tetto è costituita da capriate in legno. La struttura muraria in mattoni e laterizi.</p>	
		PIANTA	PROSPETTO		SEZIONE	
						
		<i>Pianta chiesa di S. Marco Evangelista</i>	<i>Facciata chiesa di S. Marco Evangelista</i>	Non rilevato.		
				13 17 24		

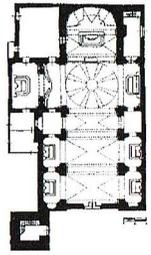
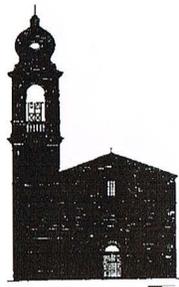
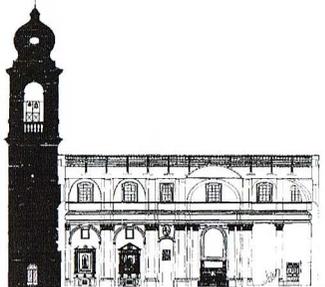
N. 48	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI S.M. ADDOLORATA - OSIMO	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	CINEMATISMI ATTRIBUIBILI	QUADRO FESSURATIVO	
		<p>La chiesa fa parte di un complesso monastico fondato nel 1708. La chiesa venne benedetta e aperta al pubblico solo nel 1712.</p>			<p>Edificio ad aula unica a pianta rettangolare. Il soffitto è a volta a botte a tutto sesto lunettata. La struttura portante del tetto è costituita da capriate in legno. La struttura muraria in mattoni e laterizi.</p>	
		PIANTA	PROSPETTO		SEZIONE	
						
		<i>Pianta chiesa di S. Maria Addolorata</i>	<i>Facciata chiesa di S. Maria Addolorata</i>	Non rilevato.		
				13 17 24		

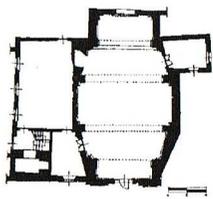
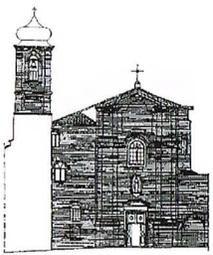
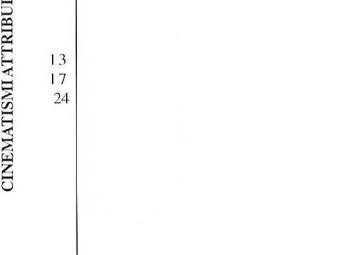
N. 49	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DELLA SS. TRINITA' - OSIMO	<b>NOTE STORICHE E ARTISTICHE</b>		<b>DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI</b>	
		Le prime memorie della sua costruzione risalgono al 1272. Nel 1878 si ha notizia dei lavori sistemazione dell'interno e del rifacimento della facciata.		Edificio ad aula unica a pianta rettangolare coperta da una volta a botte lunettata; il presbiterio è separato dalla navata da un ampio arco trionfale. La decorazione interna è molto ricca, i soffitti dipinti, le pareti trattate a finto marmo. La struttura portante del tetto è costituita da capriate in legno. La struttura muraria in mattoni e laterizi.	
		<b>PIANTA</b>	<b>PROSPETTO</b>	CINEMATISMI ATTRIBIBILI 13 17 24	<b>QUADRO FESSURATIVO</b>
		Non rilevato.			
		<i>Pianta chiesa della SS. Trinità</i>		<i>Facciata chiesa della SS. Trinità</i>	

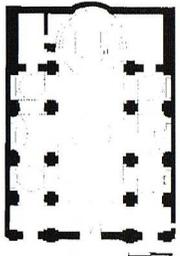
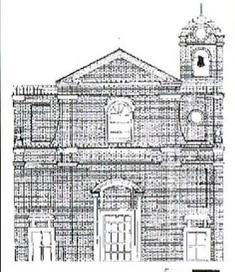
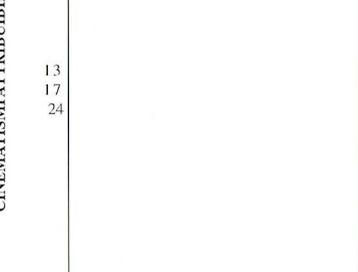
N. 50	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DELLA MISERICORDIA ANTICA - OSIMO	<b>NOTE STORICHE E ARTISTICHE</b>		<b>DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI</b>		CINEMATISMI ATTRIBIBILI	<b>QUADRO FESSURATIVO</b>	
		L'attuale chiesa fu costruita a partire dal 1662. Nel 1950 viene datato un intervento di restauro.		La pianta dell'edificio è a croce greca con due cappelle ai lati dell'abside. La copertura è a capanna in corrispondenza delle braccia, la parte centrale è sormontata da una cupola e da una copertura a padiglione. Sul fronte sono presenti ampie aperture ellittiche. La struttura portante del tetto è costituita da capriate in legno. La struttura muraria in mattoni e laterizi.			Non rilevato.	
		<b>PIANTA</b>	<b>PROSPETTO</b>	<b>SEZIONE</b>				
								
		<i>Pianta chiesa della Misericordia Antica</i>		<i>Facciata chiesa della Misericordia Antica</i>				

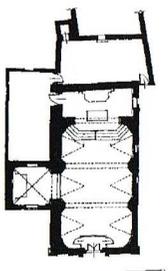
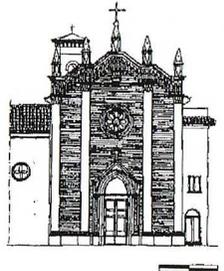
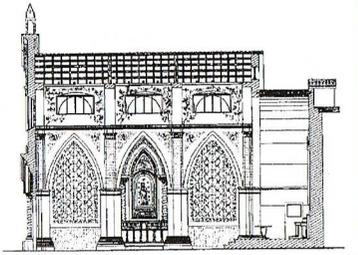
N. 51	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI S. AGOSTINO - CASTELFIDARDO	<b>NOTE STORICHE E ARTISTICHE</b>		<b>DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI</b>		CINEMATISMI ATTRIBIBILI	<b>QUADRO FESSURATIVO</b>	
		La chiesa ed il complesso monastico di cui fa parte sono stati probabilmente costruiti alla fine del '700.		Edificio ad aula unica, si conclude con l'abside semicircolare; il soffitto è composto da una volta a botte lunettata in corrispondenza degli altari minori. La struttura portante del tetto è in capriate lignee.			Non rilevato.	
		<b>PIANTA</b>	<b>PROSPETTO</b>	<b>SEZIONE</b>				
								
		<i>Pianta chiesa di S. Agostino</i>		<i>Facciata chiesa di S. Agostino</i>				

N. 52	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI S. FRANCESCO - CASTELFIDARDO	<b>NOTE STORICHE E ARTISTICHE</b>		<b>DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI</b>		CINEMATISMI ATTRIBIBILI	<b>QUADRO FESSURATIVO</b>	
		L'originaria chiesa francescana del 1292 fu demolita per lasciare posto ad una edificazione eseguita tra il 1745 ed il 1761. Il progetto della nuova chiesa settecentesca è attribuito all'architetto Francesco Maria Ciaraffoni, all'epoca largamente operante nel territorio marchigiano. Intorno al 1776 la chiesa venne ultimata.		Edificio a navata unica terminante con un'abside semicircolare. Il soffitto è coperto da una volta a botte lunettata in corrispondenza degli altari minori. Nel volume della chiesa si inserisce la torre campanaria. La struttura portante del tetto è in capriate lignee. La struttura muraria in mattoni.			Non rilevato.	
		<b>PIANTA</b>	<b>PROSPETTO</b>	<b>SEZIONE</b>				
								
		<i>Pianta chiesa di S. Francesco</i>		<i>Facciata chiesa di S. Francesco</i>				

N. 53	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI S. STEFANO - CASTELFIDARDO	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	CINEMATISMI ATTRIBIBILI	QUADRO FESSURATIVO	
		<p>Nel 1571, sulle fondamenta della originaria chiesa del 1491 che rappresentano l'attuale cripta, fu costruita una nuova chiesa. Nel 1639 anche questa venne demolita e sulle sue fondamenta venne costruita una chiesa più grande. Tra il 1743 ed il 1770 venne ristrutturata seguendo linee architettoniche vanvitelliane. Dall'unione dell'oratorio nasce la pianta a croce latina. Subisce un intervento di restauro nel 1962, poiché danneggiata dalla guerra. Recentemente è stato effettuato un intervento di consolidamento della torre campanaria e della struttura del tetto.</p>				<p>Edificio a pianta pressoché rettangolare a navata unica con cappelle laterali. La navata si conclude con un'abside semicircolare. È inserito all'interno del volume dell'edificio il campanile che si eleva ad di sopra della copertura delle navate. Le coperture sono in legno, la struttura muraria in mattoni.</p>
		PIANTA	PROSPETTO			SEZIONE
						
		<i>Pianta chiesa di S. Stefano</i>	<i>Prospetto chiesa di S. Stefano</i>			

N. 54	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI S. CHIRA - FILOTTRANO	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	CINEMATISMI ATTRIBIBILI	QUADRO FESSURATIVO	
		<p>La chiesa facente parte integrante dell'adiacente monastero delle Clarisse fu edificata nei primi anni del 600. Alla fine del 700 sia la chiesa che il monastero furono ristrutturati per la necessità di nuovi spazi. È stata restaurata di recente sia nelle strutture che nelle ricche finiture interne.</p>				<p>Edificio ad aula unica di forma ottagonale irregolare. Il soffitto è coperto da volte a botte alternate da archi a tutto sesto. Facciata in laterizio a vista. È presente la torre campanaria adiacente alla facciata sul lato sinistro.</p>
		PIANTA	PROSPETTO			SEZIONE
						
		<i>Pianta chiesa di S. Chira</i>	<i>Prospetto chiesa di S. Chira</i>			
				13 17 24	Non rilevato.	

N. 55	LUOGO e DENOMINAZIONE CHIESA DI S. MARIA DEGLI ANGELI - FILOTTRANO	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	CINEMATISMI ATTRIBIBILI	QUADRO FESSURATIVO	
		<p>Venne edificata sulla cinta muraria del paese nella prima metà del XVIII secolo. Si distingue per la particolarità del suo campanile. Dagli anni 60 in poi la chiesa è stata abbandonata e tuttora versa in gravi condizioni di degrado.</p>				<p>Edificio a pianta rettangolare a tre navate distinte da due file di pilastri cruciformi. La facciata presenta un paramento di mattoni faccia a vista. La struttura muraria è in mattoni. I solai e le coperture sono in legno.</p>
		PIANTA	PROSPETTO			SEZIONE
						
		<i>Pianta chiesa di S. Maria degli Angeli - Filottrano</i>	<i>Prospetto chiesa di S. Maria degli Angeli - Filottrano</i>			
				13 17 24	Non rilevato.	

N. 56	LUOGO e DENOMINAZIONE SANTUARIO DELLA B.V. DI TORNAZZANO - FILOTTRANO	NOTE STORICHE E ARTISTICHE	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI COMPOSITIVI	CINEMATISMI ATTRIBIBILI	QUADRO FESSURATIVO	
		<p>La chiesa, molto piccola inizialmente, fu ricostruita attorno al 1350. Nel 700 fu restaurata ed in quell'occasione accorciata di 4 metri. Un altro intervento di restauro avvenuto nel 1840 ed uno ancora più successivo del 1910 conservarono la chiesa come la troviamo ora.</p>				<p>La chiesa è a navata unica a forma rettangolare. Sul lato sinistro si trova una cappella coperta da una volta a padiglione. Il soffitto è coperto da una volta a botte ribassata lunettata interrotta dai primi due archi a tutto sesto mentre l'arco trionfale è a sesto acuto. La struttura muraria è in mattoni. I solai e le coperture sono in legno.</p>
		PIANTA	PROSPETTO			SEZIONE
						
		<i>Pianta santuario D. Vergine di Tornazzano</i>	<i>Facciata santuario D. Vergine di Tornazzano</i>			
					Non rilevato.	

## Cap. 4

### SUL COMPORTAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI AD AULA

La recente letteratura ha confermato che la risposta di un fabbricato ad un evento sismico tende a riprodursi, anche a grande distanza di tempo, recidivando danni anche antichi e evolvendo i meccanismi che li inducono.

Ne deriva l'importanza fondamentale di interpretare e monitorare i danni sugli edifici.

La ricerca, come visto, ha catalogato numerose chiese delle Marche, con il fine di individuare gli elementi architettonici più ricorrenti e studiarne il comportamento sismico, alla luce dell'ampia documentazione raccolta con le crisi sismiche degli ultimi 30 anni.

Nel presente capitolo si illustrano le catalogazioni effettuate nello studio di edifici di culto dimessi, al fine di individuare le tipologie ricorrenti di danno e l'individuazione dei punti critici del manufatto per prevenire il ripetersi o l'aggravarsi degli stessi.

### I RISULTATI DEGLI STUDI SISMICI

La ricerca scientifica, condotta in questi anni sui fabbricati lesionati da fenomeni sismici, ha portato nell'arco di 30 anni ad avere molte informazioni e rilievi fotografici di edifici monumentali.

Questo grande archivio di informazioni è nato con il terremoto del Friuli del 1976 per opera del GNDT ed è stato successivamente implementato con i dati del terremoto dell'Irpinia degli anni '80 e di tutte le altre crisi sismiche tra cui quella del 1997 che ha colpito l'Umbria e le Marche (Il GNDT, Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, è un organo di ricerca del CNR costituito in accordo con il Dipartimento della Protezione Civile).

Sulla scorta di questo materiale la Regione Marche ha elaborato delle linee guida per il miglioramento sismico di beni architettonici danneggiati dal sisma ed ha pubblicato questi risultati sul B.U.R. n.15 della stessa regione il 29 settembre del 2000.

La ricerca ha evidenziato in via generale che, «se l'edificio non muta radicalmente assetto, il suo comportamento tende a riprodursi anche a grande distanza di tempo, recidivando danni anche antichi e evolvendo i meccanismi che li inducono.»

Ne deriva l'importanza fondamentale di interpretare e monitorare i danni sugli edifici. Una analisi accurata porterà infatti a prevenire l'evoluzione del danno ed all'individuazione dei punti critici del manufatto edilizio.

Questa lettura del futuro di un fabbricato, avendo per noto il suo passato, è possibile solo se non si inseriscono, nell'azione di consolidamento statico, dei presidi che mutino o stravolgano il comportamento dell'immobile nei confronti di analoghe sollecitazioni.

Ogni edificio ha quindi un suo modo caratteristico di rispondere alla sollecitazione sismica, di resistere, deformarsi ed eventualmente dissestarsi fino al crollo.

«Si tratta quindi di "invischiare" gli spostamenti connessi al comportamento proprio di un edificio, rendendo le strutture più duttili, meno fragili, ed impedendo che la somma degli spostamenti, dovuta all'azione sismica porti la struttura al collasso.»

La somma degli spostamenti può avvenire sotto l'azione di un solo sisma, ma può essere anche distribuita nel tempo, qualora non si sia provveduto ad annullare i danneggiamenti precedenti con una azione di consolidamento.

L'assenza di interventi tempestivi corrisponde all'abbandono del bene, frequentemente infatti il collasso non giunge repentino ma per azioni successive di indebolimento che, sommate, porteranno poi ad un'ultima sollecitazione critica e fatale.

Con questi interventi di miglioramento volti a ripristinare le risorse statiche dell'edificio non si cerca l'invulnerabilità, ma un sistema di difesa che permetta al fabbricato di avere sempre la stessa scorta di risorse da spendere. Si parte infatti dal presupposto che esso, solo per il fatto di essere giunto fino a noi, ha intrinseche le capacità di resistere a terremoti analoghi a quelli superati in questi ultimi 400 – 500 anni e più.

Ogni edificio è la somma di elementi architettonici e strutturali ricorrenti, questi sono convenzionalmente chiamati macroelementi, il loro comportamento può essere studiato anche in maniera "adiabatica". La stabilità di un manufatto dipende però sia dalla conoscenza dei macroelementi, che dal contesto nel quale essi si vanno ad inserire, cioè dalla conoscenza del contorno, che possiamo denominare "vulnerabilità specifica" e che è tipica di ogni manufatto e riassumibile in una scheda del fabbricato.

Spetterà quindi al progettista integrare, anche con analisi critica, valutando la relativa incidenza, le due fonti di informazione.

Sono da ritenere vulnerabilità specifiche le modalità di costruzione iniziali, i processi di trasformazione edilizia, le carenze di connessioni strutturali, il ruolo degli elementi di presidio esistenti, il degrado strutturale, il debito manutentivo, i dissesti pregressi non efficacemente riparati e gli interventi strutturali recenti.

Riassumiamo in una tabella i 27 macroelementi più ricorrenti nelle chiese e gli interventi più idonei al loro consolidamento.

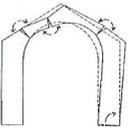
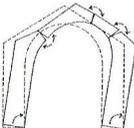
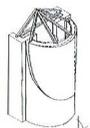
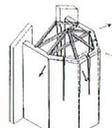
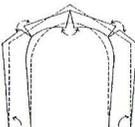
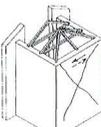
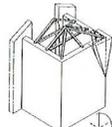
ROTAZIONI		MECCANISMI DELL'ABSIDE	
21	23	24	25
			
22		26	27
			

Fig.4 - Cinematismi più ricorrenti sui macroelementi: arco ed abside

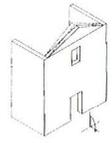
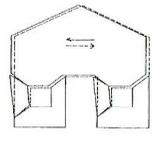
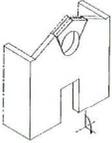
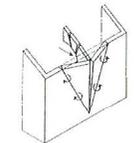
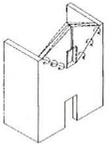
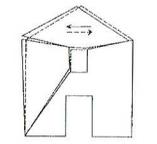
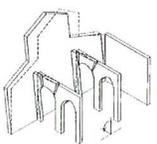
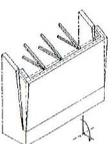
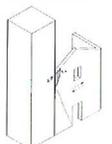
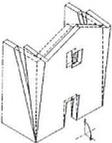
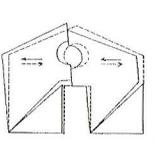
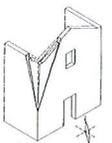
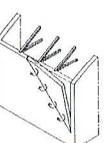
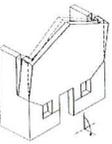
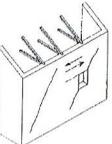
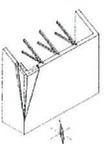
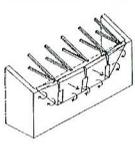
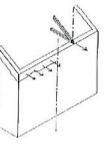
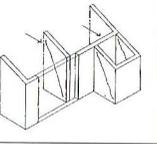
ROTAZIONI	TAGLIO	ESPULSIONI	TRASLAZIONI	SPOSTAMENTI LOCALIZZATI
1	5	8	12	19
				
2	6	9	13	11
				
3	7	10	14	
				
4	16	20	15	
				
	17			
				
	18			
				

Fig.5 - Cinematismi più ricorrenti sulle pareti dell'aula.

Questo comportamento si può spiegare osservando come i maschi murari partecipano alle sollecitazioni laterali della facciata; quando il rapporto altezza/base è vicino all'unità la struttura muraria sembra comportarsi come un telaio nella configurazione a portale dove: i muri laterali alla porta d'ingresso tendono ad assumere il comportamento di "pilastri" e la muratura soprastante l'architrave la funzione di "trave", la struttura è però molto più rigida di un telaio e non deformandosi si rompe a taglio. Quando si ha il prevalere dell'altezza sulla base il fenomeno sopra descritto si rende sempre meno leggibile, scompare la scomposizione della struttura muraria e prevale l'unitarietà della facciata rispetto ad una sollecitazione sismica.

Ad una analisi ancora più attenta si nota che un ruolo determinante in questo meccanismo lo hanno le bucatore, sono esse che innescano il cinematismo indebolendo la parete muraria, in particolare il rapporto della luce della porta principale con la base della facciata. Si è notato infatti che una facciata molto ampia, come una altezza molto elevata, tenda a trasformare i maschi murari in un'unica struttura caratterizzata da dei punti deboli identificabili nelle bucatore, porte e finestre.

Per cui oltre al rapporto altezza/base va tenuto in conto anche quante volte la porta principale è contenuta nella base, nei casi analizzati il rapporto è di 3, 4 volte.

Si è così giunti alla seguente rappresentazione grafica, dove in funzione dei rapporti tra alcuni parametri, l'ampiezza della porta (b), la larghezza della facciata principale (B) e l'altezza dei muri laterali della chiesa (H), è stato possibile individuare un'area dove il rischio di rottura a taglio è più elevato (area 1).

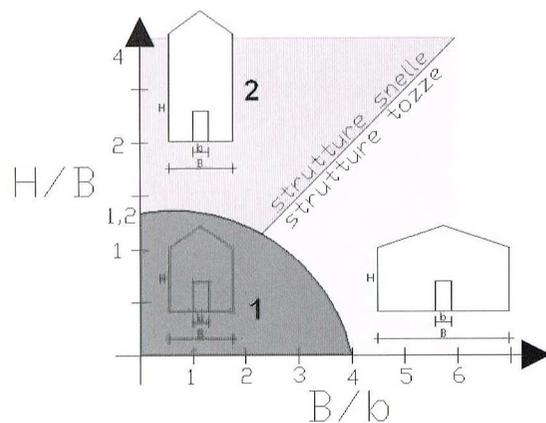


Fig. 9 - Rappresentazione grafica del rapporto base/altezza

Un cinematismo molto ricorrente consiste nella fessurazione lungo l'asse di simmetria della facciata, descritto come n.12; perché esso si attivi sono necessarie due condizioni, che l'altezza della chiesa sia considerevole rispetto alla base e che vi siano sulla facciata delle aperture allineate sulla simmetria (area 2 o strutture snelle).

Nelle chiese analizzate il fenomeno si è manifestato ogni volta che la chiesa aveva una delle due pareti della navata libera e l'altra addossata ad altri edifici o giaceva su un terreno in lieve declivio.

Il cinematismo n.12 si differenzia dai n.5, 6 e 7 in quanto non è accompagnato da fessurazioni inclinate sui maschi murari e quindi ci permette di asserire, alla luce del nostro campione, che non avviene su chiese con  $H/B < 1,2$ , sono interessanti esempi di questo cinematismo le chiese di Sant'Arcangelo in comune di Fano, di San Silvestro in comune di Orciano o di San Ansovino in comune di Apecchio.

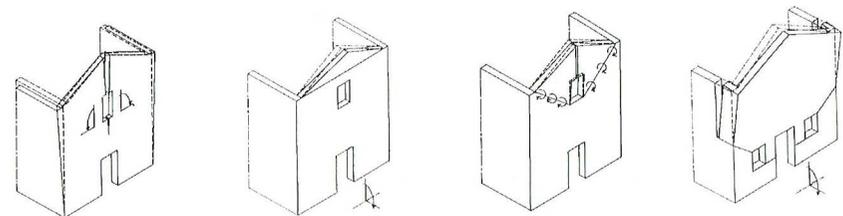
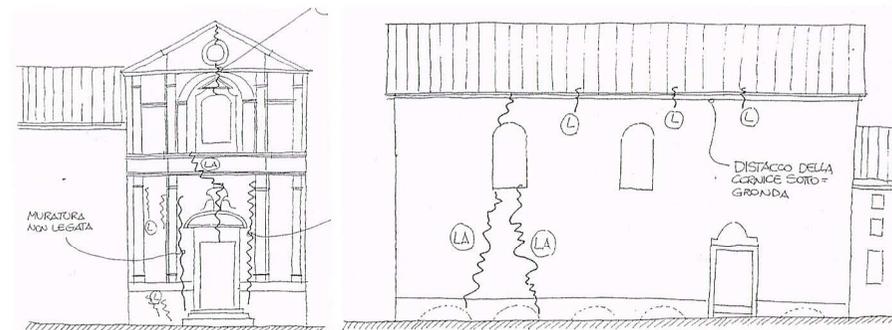


Fig. 10 - In ordine da sx: cinematismo n.12; cinematismo n.1; cinematismo n.2; cinematismo n.3



Rilevamento a cura dell'architetto Atos Bracci

Fig. 11 - Chiesa di Sant'Arcangelo in Comune di Fano. Sono evidenti le fessurazioni nella facciata concentrate sull'asse di simmetria e anche delle bucatore, sul fianco risulta facilmente leggibile anche l'azione spingente dei travi di copertura sulla parete laterale dell'aula.

Nelle chiese con l'altezza prevalente sulla larghezza della navata si ha ricorrente anche il fenomeno della rotazione all'esterno della facciata, cinematismo n.1, 2 o 3 dove al crescere della numerazione corrisponde il livello di coinvolgimento della facciata.

Tra le chiese rilevate manifestano questo fenomeno le chiese di Sant'Arcangelo in comune di Fano e del SS. Sacramento di Piagge, in entrambe la facciata trascina una porzione consistente della muratura laterale. Nella chiesa di Piagge si nota come la presenza di catene, trasversali all'aula, dovute ad un precedente intervento di consolidamento, nulla possono ovviamente contro questo cinematismo che si sviluppa in posizione ortogonale ad esse.

L'azione spingente di archi e capriate è presente solo in quelle chiese dove contemporaneamente il rapporto  $L2/L1$  si avvicina a 2 e  $H/B$  supera il valore 1,2, come nelle chiese del Gonfalone in Comune di Saltara o Sant'Arcangelo a Fano, il cinematismo n.15 si segnala con delle fessurazioni ritmate in prossimità del cornicione. Quando queste sono in presenza di bucatore, quali finestre, la lesione si accentua fino alla finestra. Nelle chiese esaminate non si sono rilevati meccanismi più avanzati di instabilità in quanto il progredire di questo cinematismo porta al rapido collasso della struttura per il conseguente fuori piombo della muratura. Il fenomeno inoltre è così noto che quasi tutte le chiese sono state dotate di catene lungo le pareti dell'aula, solo chiese dismesse al culto da molto tempo e che quindi non sono state oggetto di interventi di consolidamento nel 1900 possono presentare questi cinematismi catalogati come n.13, 14 e 15.

Possiamo sintetizzare in un grafico quanto esposto, planimetricamente possiamo catalogare le chiese con il rapporto  $H/B > 1,2$  in due categorie.

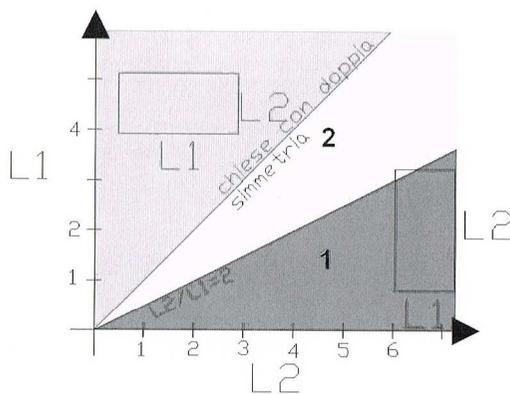


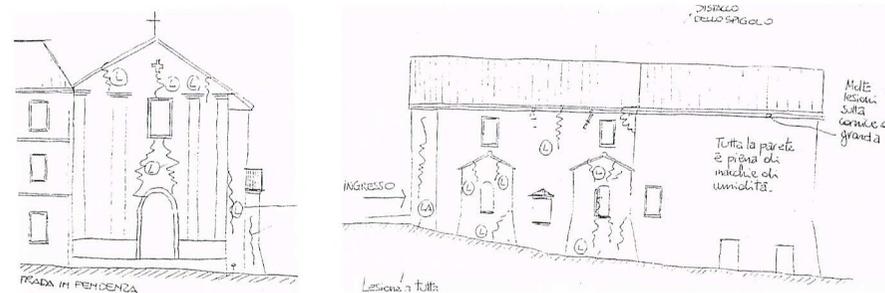
Fig. 12 - Rappresentazione grafica del rapporto lunghezza/larghezza dell'aula. Nel campione non sono presenti chiese in cui la facciata sia più ampia della lunghezza della navata.

Posti i parametri geometrici  $L2$  e  $L1$  rispettivamente pari alla lunghezza dell'aula e alla larghezza della facciata si ha che le chiese quadrate (con doppia simmetria) si dispongono su una retta a  $45^\circ$ , le chiese che hanno una prevalenza della lunghezza rispetto alla facciata si posizionano nell'area 2, se tale rapporto è superiore a 2 cioè la lunghezza è almeno pari al doppio della facciata si trovano all'interno dell'area 1 e soggette ai cinematismi 13, 14 e 15.

L'abside esterno all'aula è presente nel 35% delle chiese del nostro campione, 1/3 delle chiese termina con un corpo in muratura di forma circolare, ottagonale o quadrata di dimensioni più piccole dell'aula per larghezza e altezza. I cinematismi di questi corpi sono descritti al n.24, 25, 26 e 27. Il comportamento di questi corpi non influenza direttamente la stabilità dell'edificio ad aula, essi funzionano come indipendenti, possono però peggiorare la stabilità dell'edificio principale nel momento del crollo se rovinano sopra degli elementi strutturali dell'edificio ad aula.

La presenza di cappelle laterali alle navate porta ad una maggiore rigidità al sisma nella direzione ortogonale alla muratura delle navate, questi muri fuori del piano, interni o esterni che siano si fessurano inevitabilmente secondo il cinematismo n.18, ne offre un esempio la chiesa di Orciano di Pesaro.

La presenza di volumi irregolari lungo le navate della chiesa è quindi un elemento destabilizzante e nocivo alla stabilità del manufatto.



Rilevamento a cura dell'architetto Atos Bracci

Fig. 13 - Chiesa di San Silvestro in Comune di Orciano di Pesaro. Sono evidenti le fessurazioni nella facciata e nel fianco, segnale di una rotazione di questa in avanti. Nelle cappelle laterali si notano evidenti fessurazioni su entrambi i prospetti.

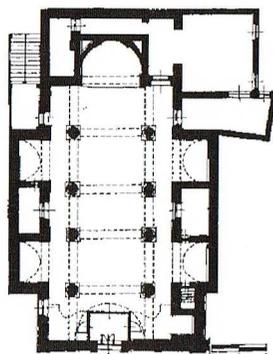
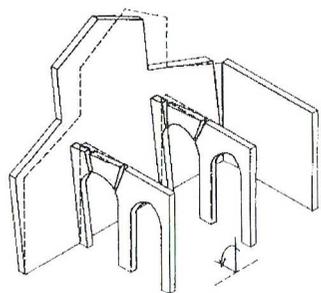


Fig. 14 - In ordine da sx: cinematismo n.9; Chiesa della Visitazione della B.V., Falconara Marittima.

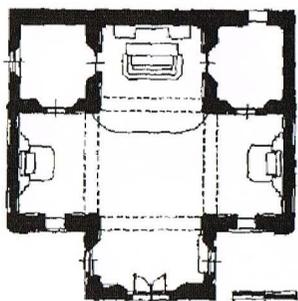
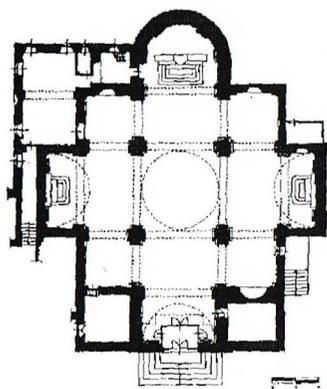


Fig. 15 - in ordine da sx: Chiesa di S. Antonino Martire, Polverigi; chiesa della Misericordia A., Osimo.

L'abside, le cappelle, il campanile ed il cambio di materiale nelle murature costituiscono degli elementi di svalutazione del punteggio ottenuto nella matrice di valutazione iniziale.

Le chiese con più navate costituiscono una categoria particolare, nel nostro campione non ci sono chiese dismesse al culto con questo profilo geometrico, probabilmente per due ragioni tra loro connesse: sono poche (circa 1/6 del campione) e nessuna abbandonata. A tal proposito va considerato che nella realtà marchigiana, caratterizzata da molti agglomerati urbani di modeste dimensioni, con solo due centri urbani che raggiungono i 100.000 abitanti, la presenza di navate in una chiesa è il segnale che ci si trova nella cattedrale di una diocesi, o comunque in una chiesa importante di un centro storico, ragione per cui essa è oggetto di molte attenzioni e ovviamente non è dismessa al culto.

Il comportamento sismico di queste chiese è inquadabile tra le aule con notevole altezza e considerevole lunghezza, quindi molto lontane dal modello compatto e con doppia simmetria.

A peggiorare la loro stabilità si aggiunge la massa muraria sita sopra i pilastri delle navate, che se messa in movimento dal sisma, inevitabilmente produce una spinta sulla facciata molto esile e disposta nella direzione di minor resistenza alla spinta, cinematismo n.9.

Per contrastare questa spinta una soluzione concreta la propone la chiesa di S. Antonino martire in Comune di Polverigi. L'introduzione di setti murari sull'ultimo ordine di pilastri offre indubbiamente un notevole irrigidimento alla facciata che così ha ben quattro ancoraggi facendo però percettivamente degenerare la chiesa dalla categoria "con navate" a quella di "croce o con doppia simmetria"

#### REDAZIONE DI UN CODICE DI PRATICA

L'analisi combinata cinematismi/geometria ci permette di redigere una tabella riassuntiva.

Emerge così che alcune geometrie di chiese propendono potenzialmente a manifestare più cinematismi di altre; questo non implica automaticamente un maggior livello di pericolosità ma certo una potenzialità o predisposizione ad alcuni danni ricorrenti oramai noti e ben disciplinati anche nell'azione di recupero.

A questa classificazione si possono aggiungere ulteriori

cinematismi legati alla presenza di un campanile, di un'abside o di un cambio di materiali sulla facciata.

Quindi potenzialmente il numero di cinematismi imputabile in via presuntiva può arrivare fino a 11 nel qual caso avessimo una chiesa a croce latina, con navate, campanile e cambio di materiale sulla facciata. Non si arriva a totalizzare il punteggio di 12 perché le cappelle laterali che innescano il cinematismo 18 sono già computate per il transetto.

Quindi l'intervallo di punteggio possibile con questa analisi va da un minimo di 3 ad un massimo di 11, con la possibilità di assegnare anche il valore 1 e 2 nel caso sia presente un campanile o una facciata con cambio di materiale in una chiesa oramai ridotta a rudere e che quindi non prende alcun punteggio nella tabella generale riportata sopra.

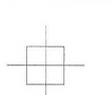
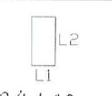
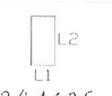
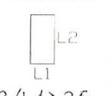
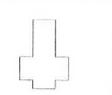
	 B/H < 1,2	 1,2 < B/H < 1,5	 B/H > 1,5	
	5/6/7 <b>3</b>	12/5/6/7 <b>4</b>	12/5/6/7 <b>4</b>	12/5/6/7/9 <b>5</b>
 L2/L1 < 2	5/6/7 <b>3</b>	12/5/6/7 <b>4</b>	12/5/6/7 <b>4</b>	12/5/6/7/9 <b>5</b>
 L2/L1 < 2,5	5/6/7 <b>3</b>	12/5/6/7 <b>7</b>	12/5/6/7 <b>7</b>	12/5/6/7/9 <b>8</b>
 L2/L1 > 2,5	5/6/7 <b>3</b>	13/14/15 <b>7</b>	13/14/15 <b>7</b>	12/5/6/7/9 <b>8</b>
	5/6/7 <b>4</b>	12/5/6/7 <b>8</b>	12/5/6/7 <b>8</b>	12/5/6/7/9 <b>9</b>
	18	13/14/15/18	13/14/15/18	13/14/15/18

Fig. 16 - Tabella di confronto tra geometria e cinematismi.

La propensione al danneggiamento non coincide però con l'effettivo stato di conservazione delle chiese anzi, sono soprattutto le chiese con basso numero di cinematismi potenziali (3 o 4) ad essere in rovina.

Per comprendere il fenomeno è sufficiente analizzare i dati delle diocesi di Fano – Fossombrone – Cagli – Pergola, che presenta una catalogazione molto curata; dalla schedatura emerge che sul territorio sono presenti ben 230 chiese censite per un totale di 75 parrocchie, quindi una media di 3 chiese a parrocchia. Le chiese catalogate come abbandonate sono solo 15, il 6,5% del totale e si trovano prevalentemente nelle parrocchie poco popolate dell'entroterra appenninico.

La loro tipologia è la "chiesetta di campagna" che per il fenomeno dell'urbanesimo è stata chiusa e abbandonata all'azione aggressiva dell'ambiente e degli eventi sismici.

Le chiese con maggiori numero di cinematismi potenziali invece si trovano nelle comunità religiose più fiorenti, prevalentemente sulla costa, sono aperte al pubblico e frequentate, quindi godono di particolari attenzioni, sono costantemente curate e oggetto di continui interventi finalizzati anche a valorizzarle turisticamente.

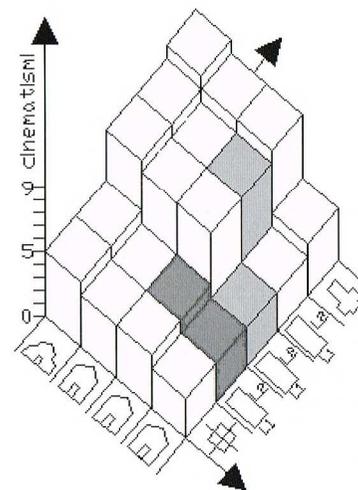


Fig. 17 - Tabella di confronto tra geometria, cinematismi e dissesti verificati nelle chiese campionesi.

Alla luce delle considerazioni precedenti la distribuzione delle chiese con lesioni evidenti può essere sinteticamente esposta nel grafico tridimensionale di figura a fianco

Sugli assi x e y vengono riportate le configurazioni geometriche tipiche di piante e prospetti mentre sull'asse z viene riportato il numero dei cinematismi possibili.

Le colorazioni più intense indicano le combinazioni geometriche dove si concentrano le chiese effettivamente maggiormente lesionate. Risulta evidente come esse si concentrino su valori bassi della scala dei cinematismi (z).

Il confronto tra i cinematismi potenziali e danni realmente presenti ci porta a riflettere sulle premesse della presente ricerca: la stabilità di un manufatto è legata infatti alla conoscenza dei macroelementi ma anche alla vulnerabilità specifica.

L'analisi per macroelementi può essere un ausilio per la prevenzione e manutenzione ma una diagnosi del fabbricato non può prescindere da una indagine diretta e dallo studio della vulnerabilità specifica dello stabile

Ci sembra utile qui di seguito riportare una parte significativa della relazione di S. Podestà<sup>11</sup> relativa al calcolo degli indici e analisi della vulnerabilità, perché gli autori, indipendentemente dal presente studio e per altra strada, giungono ad esporre concetti confrontabili con quelli sopradetti:

«L'elaborazione dei dati rilevati consente di ricavare due distinti indici, attraverso una semplice media normalizzata dei punteggi relativi ai livelli di danno e agli indicatori di vulnerabilità per ciascun meccanismo di collasso:

- *Indice di danno*: è un numero compreso tra 0 e 1 che quantifica il livello medio di danno subito dalla chiesa:

$$i_d = \frac{1}{3N} \sum_{k=1}^n d_k$$

dove:  $d_k$  è il livello di danno subito nei riguardi del  $k$ -esimo meccanismo (da 0 a 3);  $N$  è il numero di meccanismi che si sarebbero potuti attivare nella chiesa, secondo quanto indicato nel paragrafo precedente ( $N \leq 18$ ). In questo modo l'indice di danno vale 1 se il livello di danno è risultato grave in tutti i meccanismi possibili. La mancanza di una sempre evidente natura sismica di alcuni stati fessurativi legati all'interazione suolo-struttura ha portato a non considerare nell'indice di danno i due nuovi meccani-

smi (19 e 20), che forniscono tuttavia un'indicazione utile nella determinazione della vulnerabilità della chiesa.

- *Indice di vulnerabilità*: è un numero compreso tra 0 e 1, rappresentativo della propensione della chiesa ad essere danneggiata dal terremoto, così definito:

$$i_v = \frac{1}{2N - m} \sum_{k=1}^n v_k$$

dove:  $v_k$  sono il numero di indicatori di vulnerabilità riscontrati nel  $k$ -esimo meccanismo (da 0 a 2);  $N$  è il numero di meccanismi che potenzialmente potrebbero essere attivati nella chiesa;  $m$  è il numero di indicatori di vulnerabilità per i quali non è stato possibile rilevare l'informazione o formulare un giudizio (per esempio certe zone della fabbrica, come il sottotetto, possono non essere ispezionabili, specie in emergenza). Anche in questo l'indice vale 1 nella situazione peggiore, ovvero quando per tutti gli indicatori a cui si è potuto dare risposta si è riscontrata una vulnerabilità.

Questi indici vengono utilizzati in maniera differente a seconda che si voglia effettuare un'analisi di vulnerabilità sulle chiese di un territorio a fini preventivi o si rilevino i dati a seguito di un terremoto per la gestione dell'emergenza. Ovviamente essi non godono di alcun rigore scientifico o significato meccanico, ma la loro utilità consiste nell'essere parametri sintetici tramite i quali confrontare situazioni differenti, al fine di mettere insieme gruppi di manufatti di caratteristiche analoghe o stabilire gerarchie in funzione dei danni subiti o della vulnerabilità presunta nei riguardi dell'azione sismica».

Il caso di studio illustrato nel prossimo capitolo si offre come linea guida di applicazione della metodica ad un caso concreto, un edificio ottocentesco varie volte danneggiato dai sismi succedutisi nella Regione Marche, con il rilievo dei danneggiamenti subiti nella crisi sismica dell'Umbria e Marche nel '97 e con la proposta di un possibile intervento progettuale che restituisca al manufatto l'originario grado di resistenza al sisma.

Con un'immagine impropria, ma di immediata comprensibilità, si tratta di 'riportare indietro' le lancette che segnano il consumo di risorse di resistenza del manufatto; di riportare l'orologio della resistenza alla data della primitiva costruzione.

<sup>11</sup> S. Podestà, *Il rilievo della vulnerabilità e del danno sismico alle chiese*, pag 128, in, *Mitigazione del rischio sismico dei centri storici e degli edifici di culto nell'area del Matese e della Regione Molise*, 2001.

## Cap. 5

### IL CASO DI STUDIO:

#### LA CHIESA DI S. GIOVANNI BATTISTA A RONCITELLI DI SENIGALLIA

##### *Descrizione dei caratteri storici della fabbrica.*

L'edificio è ubicato all'interno dell'abitato di Roncitelli nei pressi dell'antica cinta muraria.

La Chiesa di S. Giovanni Battista, nella sua forma attuale, fu eretta nel 1871 secondo il progetto dell'Ingegnere Augusto Innocenti di Roma sul sito di una preesistente chiesa pericolante, per volere del papa Pio IX (della famiglia Mastai conti di Senigallia).

La precedente chiesa parrocchiale, che gli atti relativi alla nuova costruzione definiscono pericolante già negli anni 1868-1871, risaliva ad epoca non certa ma presumibilmente rinascimentale.

Risulta infatti da documenti parrocchiali che durante i lavori di demolizione si cercò di salvare un tratto murario decorato con affreschi datati 1490, che lo stesso papa Pio IX aveva mandato ad ispezionare da parte di Monsignor Filippini assieme al conte Luigi Mastai in data 2 novembre 1871.

In successivo sopralluogo, però, tal professor Santini di Senigallia, incaricato dal conte Luigi Mastai; "dopo averle osservate minutamente opinò che quelle figure per la loro antichità avevano un qualche pregio, ma non conoscendosi l'autore, non eravi compenso fare una spesa per separarle dal muro e quindi conservarle". All'atto della demolizione della vecchia chiesa pertanto, dopo aver tentato di salvare l'intera specchiatura muraria su cui erano gli affreschi, l'Ing. Innocenti diede ordine della completa demolizione.

Per la ricostruzione della chiesa parrocchiale dopo avere esaminato varie alternative, all'interno del castello e nelle sue vicinanze, fu scelto lo stesso sito in cui era la precedente costruendovi una chiesa a soli tre altari in luogo dei precedenti cinque per lasciare posto alla costruzione della attigua casa parrocchiale.

La posa della prima pietra avvenne il 21 dicembre 1871 e la costruzione procedette alacramente così che la nuova chiesa fu consacrata nel 1873.

##### *Descrizione dell'edificio nelle sue caratteristiche geometriche, dimensionali, tipologiche e dei materiali*

La tipologia strutturale dell'edificio è a muratura portante di mattoni pieni di buona fattura legati con malta di calce e sabbia.

L'impianto murario dell'edificio si sviluppa attorno all'aula centrale di dimensioni in pianta di 10.8 m per 20.3 m. Su ciascun lato di lunghezza maggiore dell'aula si aprono degli ambienti rettangolari. Essi hanno dimensioni esterne in pianta di 12.8 m per 4.5 m e sono disposti simmetricamente rispetto al blocco centrale ed arretrati, rispetto alla facciata, di 7 m.

Nella parete di fondo dell'aula è realizzata un'ampia apertura delimitata dall'arco trionfale che immette nell'abside semicircolare. L'estradosso dell'arco trionfale è orizzontale e raggiunge l'altezza della linea di gronda dell'aula senza interferire con le strutture di copertura.

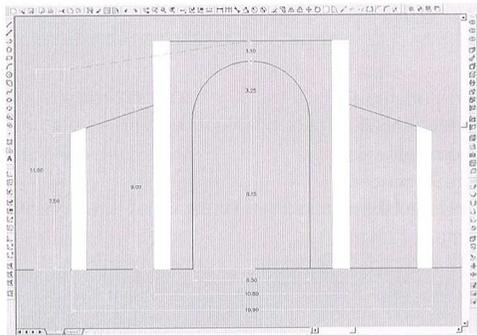
Esternamente sul lato sinistro rispetto all'ingresso, nell'angolo individuato dalla parete ortogonale esterna delimitante l'ambiente sinistro adiacente l'aula e dall'abside, è collocato il campanile che attualmente raggiunge un'altezza di circa 20 m. La sua struttura risulta connessa fino alla linea di gronda della chiesa con quella delle pareti delimitanti gli ambienti adiacenti.

Posteriormente all'abside in adiacenza si trova la casa parrocchiale che si sviluppa su due piani.

La copertura della chiesa è lignea sia per l'aula che per le cappelle laterali; nei diversi locali essa si differenzia sostanzialmente per la tipologia dell'orditura principale. Quella dell'aula è costituita da 5 capriate di tipo "Palladio", mentre quella degli



Fig. 18 - la chiesa di S. Giovanni Battista a Roncitelli di Senigallia, nel 2005



S. Giovanni Battista a Roncitelli

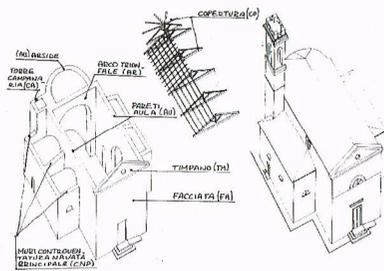


Fig. 19 - Schema metrico ed assonometrico della chiesa di S. Giovanni Battista a Roncitelli di Senigallia.

ambienti laterali da travi poggianti sui muri ortogonali. La struttura di copertura è completata dalla media e piccola orditura che sostiene un impalcato di piattelle sul quale sono collocati i coppi.

La copertura dell' 'abside differisce solo per la disposizione radiale delle travi principali di copertura poggianti da un lato sulla muratura e dall' altro sulla capriata di bordo.

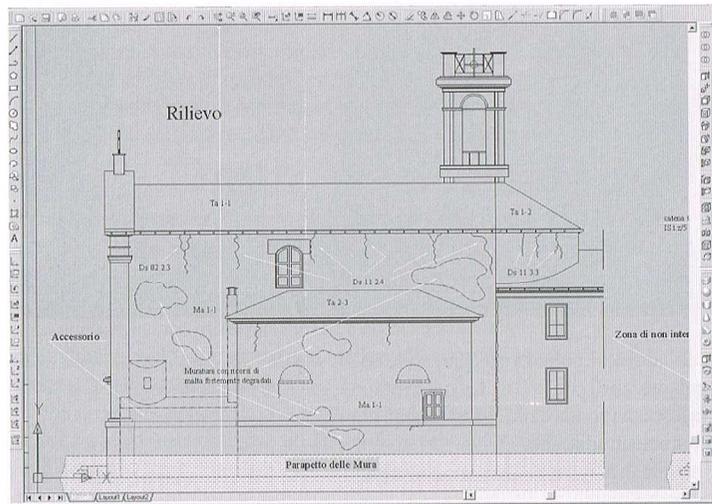


Fig 20 - fianco della chiesa di S. Giovanni Battista a Roncitelli di Senigallia, e rilievo delle lesioni conseguenti il sisma del '97.

Descrizione del comportamento d' insieme della struttura

La fabbrica sostanzialmente ha mantenuto nel tempo la configurazione originaria senza subire variazioni.

L'edificio è del tipo ad aula e si articola attorno all' unica navata con copertura a capriate lignee; in epoca successiva in adiacenza all' abside è stata eretta la casa parrocchiale. Sul lato sinistro, lungo la strada, si erge il campanile che nella parte bassa è inglobato nel corpo del fabbricato principale. Soltanto al di sopra della linea di gronda della chiesa esso è completamente autonomo.

Nella sua configurazione originale il campanile doveva raggiungere l'altezza di circa 25 metri con le celle campanarie comprese tra i 14.50 ed i 18.50 m. A seguito degli eventi sismici del 1930 l' altezza è stata ridotta agli attuali 20 m circa.

Tutta la torre è realizzata in muratura dello spessore di circa 70 cm; la muratura per tutto l' esterno ed in buona parte dell' interno è in laterizi a faccia vista; solo in alcune zone all' interno è presente, nella parte bassa, muratura di pietra arenaria notevolmente degradata.

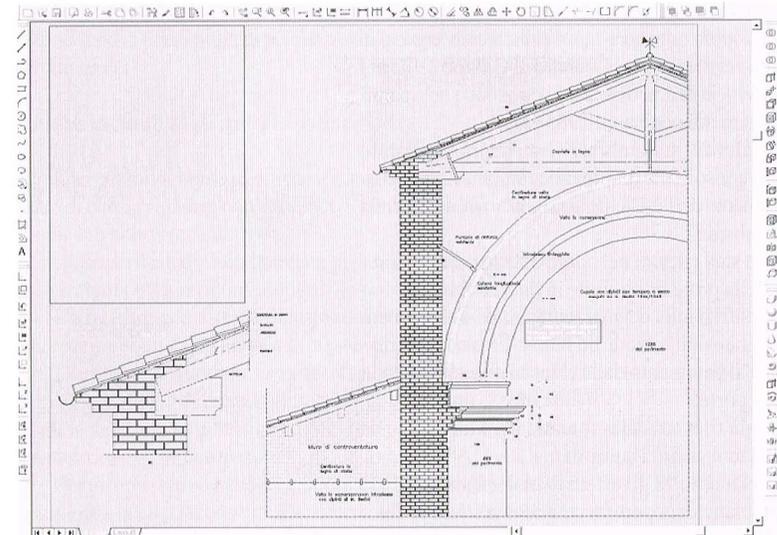


Fig. 21 - rilievo della tecnica costruttiva della chiesa di S. Giovanni Battista a Roncitelli di Senigallia.

Per l'accesso alla cella campanaria si sviluppa all'interno del campanile una scala che serve tre solai intermedi; detta scala fino al primo solaio è sorretta da voltine in murature mentre ai piani superiori è in legno e nella cella campanaria in ferro.

L'edificio nel corso della sua vita non ha subito variazioni di destinazione d'uso e dei carichi applicati. Nell'attuale configurazione il tetto ha sostenuto senza manifestare cedimenti o dissesti i carichi dovuti alle precipitazioni nevose registrate nel 1929 e, più recentemente, nel 1985 e nel 1992.

#### *Storia sismica del manufatto*

Gli eventi sismici rilevanti subiti dalla chiesa si sono verificati nel 1930, 1972 e 1997-1998.

Gli eventi sismici del 1930 danneggiarono il campanile e fu decisa la demolizione della parte sommitale della torre campanaria che oggi termina a quota 19.65 m. Per rinforzare la cella campanaria furono realizzati vistosi incatenamenti esterni con profilati in acciaio tutt'ora visibili.

Il campanile ha subito ulteriori danni e dissesti in seguito ai movimenti sismici verificatisi dal Gennaio al Giugno 1972 nel territorio della provincia di Ancona, danni che sono stati riparati in seguito a finanziamenti negli anni 1985-90.

Gli eventi sismici del settembre 97 non hanno procurato danni alle parti già consolidate (campanile etc.) ma hanno provocato un aggravamento dell'esistente lesione semiverticale sulla parte sud est dell'abside.

Tali danni sono stati rilevati nel corso del sopralluogo eseguito dai tecnici della protezione civile in data 26/11/97.

I successivi eventi sismici del marzo 98 hanno ulteriormente aggravato la lesione dell'abside ed hanno provocato il manifestarsi di lesioni al pavimento della chiesa lato sud est con la rottura di soglie di porte.

Inoltre, come già rilevato dalla squadra De Martinis nella scheda di rilievo danni sismici compilata il 26/11/97, sono risultati aggravati nel marzo 98 gli effetti di martellamento della facciata e degli elementi di copertura con evidenziazione di lesioni localizzate.

#### *Descrizione dei beni di carattere storico artistico fissi contenuti nell'edificio e individuazione dei danni subiti o potenziali*

La chiesa di San Giovanni Battista, inaugurata nel 1870, è ubicata nel centro di Roncitelli. All'interno è costituita da un'unica navata tinteggiata di recente; nell'abside ed all'interno di un piccolo altare laterale si trovano alcune rappresentazioni sacre realizzate con tempera a secco dal pittore Michelangelo Bedini nel 1946 e così distinte: nel cupolone con "Cristo Risorto", nelle pareti "l'Ultima cena" e "l'Eucarestia".

Lo spessore intero dell'arco di trionfo appare decorato con elementi ornati di tipo figurativo, floreale e sacri in stile novecento; sulla volta della cappellina laterale vi è raffigurata l'Incoronazione della Vergine" ed alle pareti "Lo Sposalizio di Maria" e "L'Annunciazione". Queste due ultime opere sono state eseguite dallo stesso autore e realizzate su tela applicata al muro. L'edificio è stato oggetto nel tempo, di alcuni interventi di manutenzione che hanno in parte modificato le finiture interne originarie ed attualmente, a causa dei danni provocati dall'evento sismico del '97, vi sono in corso progetti per il consolidamento e risanamento strutturale.

#### *Analisi dello stato di conservazione*

Complessivamente gli impianti decorativi sono in discreto stato di conservazione, considerando il fatto che la loro realizzazione è di epoca recente.

La superficie dipinta inerente all'abside appare perlopiù pulvurulenta e leggermente coperta da polvere e sporco.

Un numero consistente di lesioni di grave entità provocate dal recente sisma, solcano sia la cupola che le pareti.

L'intonaco costituente la parte inferiore dell'arco di trionfo, appare distaccato dalla muratura con rigonfiamenti dovuti alla presenza di forte umidità che ha per altro provocato sugli stessi una reazione di solfatazione.

Per ciò che attiene le decorazioni della cappellina laterale esaminata, quelle circoscritte alla volta ed alla parte inferiore delle pareti, sono alterate nelle cromie originali dal permanere di infiltrazioni d'acqua che hanno causato estese alonature ed ingiallimento dei colori. Sporco diffuso ed annerimento offuscano l'impianto pittorico, abrasione e polverizzazione localizzata

dei pigmenti impiegati non permettono la continuità di lettura delle decorazioni; l'intonaco è percorso da crepe con andamento vario e ramificato.

In questa cappellina e più precisamente nella parte centrale delle pareti, sono poste due tele dipinte a tempera.

Raffigurano "Lo sposalizio di Maria" e "L'Annunciazione" e sono state realizzate su più pezzi di tela cuciti fra loro e poi fissati al muro probabilmente mediante incollaggio. Anch'esse risentono del degrado provocato dalla penetrazione di acqua piovana; infatti la superficie dipinta è solcata da numerose colature che hanno alterato ed ossidato i colori originali. La perdita parziale del legante ha consentito una diffusa polverizzazione del colore che in alcuni casi è andato definitivamente perduto.

In questa sede non è stata prevista la rimozione delle tele in oggetto dalla loro attuale collocazione in quanto ritenuta inopportuna, in ogni caso la scelta definitiva sulle modalità d'intervento è di pertinenza della Direzione dei Lavori.

#### CONSIDERAZIONI SUL NESSO CONTENUTO CONTENITORE

Nel caso in esame della Chiesa di San Giovanni Battista il nesso contenuto contenitore non presenta prevalenza di valori a favore di nessuno dei due termini.

Contrariamente a quanto riscontrato in altri casi infatti il contenitore non protegge contenuti di eccezionale valore artistico, né è esso stesso di straordinario valore. Purtuttavia sia il contenitore che il contenuto rappresentano una documentazione storico-artistica da non trascurare in quanto esempi di una edificazione e di decorazioni pittoriche rappresentative del livello medio corrente della loro epoca. Non quindi capolavori d'arte, ma esempi più che dignitosi di un "modus operandi" significativo e caratteristico di un'epoca, di un buon intervento, che va quindi conservato nella sua interezza, rilevando anche che esso ha dimostrato di essere in grado di ben fronteggiare gli eventi eccezionali, quali i terremoti violenti e le precipitazioni nevose eccezionali, nonché l'invecchiamento dovuto agli agenti atmosferici.

#### LE SCELTE DI PROGETTO

L'intervento in progetto si può suddividere in tre parti principali: riparazione dei danni, miglioramento sismico e restauro. Questi tre aspetti sono descritti nel seguito.

Ripristino dell'integrità delle murature lesionate mediante interventi diffusi di scuci e cucii; riparazione delle sconnessure delle strutture di copertura provocate dagli scuotimenti sismici e degli elementi lignei degradati.

Miglioramento della risposta sismica dell'abside attraverso il contenimento della spinta radiale dei puntoni mediante la realizzazione di una cerchiatura metallica esterna a livello della linea di gronda. Collegamento dell'estremità dei puntoni alla muratura mediante collari metallici per impedire lo sfilamento degli stessi in caso di sisma. Irrigidimento della copertura dell'abside per azioni parallele al piano (funzionamento a lastra) mediante la sostituzione dello scempiato di pianelle con un doppio tavolato incrociato.

Miglioramento della risposta sismica del timpano mediante la posa in opera sulla copertura dell'aula, sopra l'impalcato di pianelle nella zona delimitata dal timpano e dalla seconda capriata, di un tavolato incrociato collegato al cordolo tirante perimetrale e al timpano.

Realizzazione di un cordolo tirante adesivo sulla sommità delle pareti delimitanti l'abside e l'aula collegato al tavolato incrociato, ove presente, e alla sottostante muratura mediante cuciture.

Realizzazione dietro la facciata principale di una catena trasversale, posizionata a livello della linea di gronda, collegata all'estremità dei cordoli tiranti collocati sulla sommità delle pareti delimitanti l'aula.

Restauro degli elementi decorativi e pittorici che sono stati danneggiati dall'apertura delle lesioni nelle murature.

#### ANALISI DELLA VULNERABILITÀ ATTUALE

##### *Diagnosi di vulnerabilità delle chiese*

Dalla più recente letteratura<sup>12</sup> il comportamento sismico può essere dedotto a partire da un'accurata osservazione dei danni causati da precedenti terremoti; tale rilievo sul campo ha una valenza meccanica in quanto, consente di individuare i mecca-

<sup>12</sup> cfr Giuffrè 1993, Lagomarsino 1997, Dogliani 2000.

nismi di collasso. La validità generale di tale approccio su una ben definita classe tipologica non può, quindi, prescindere dall'individuazione di comportamenti ricorrenti, se si vogliono sviluppare modelli di calcolo per la vulnerabilità ed il miglioramento sismico. Questi aspetti sono ben riconoscibili nelle chiese che, più di altre tipologie, mostrano l'assenza di un comportamento scatolare e il conseguente verificarsi di collassi parziali.

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, favorito proprio dalla tipologia di questi manufatti. Nelle chiese sono presenti pannelli murari di grande estensione, sia longitudinalmente che in altezza, la cui caratteristica è di essere scarsamente collegati: ad esempio per le pareti laterali le uniche connessioni trasversali sono rappresentate dalla facciata, dalla parete di fondo o dall'arco trionfale ed eventualmente da archi di irrigidimento intermedi, che individuano le campate. Oltre all'assenza di muri di spina interni, ad eccezione delle colonne e degli archi nelle chiese a più navate, mancano anche gli orizzontamenti intermedi, o al massimo è presente una volta.

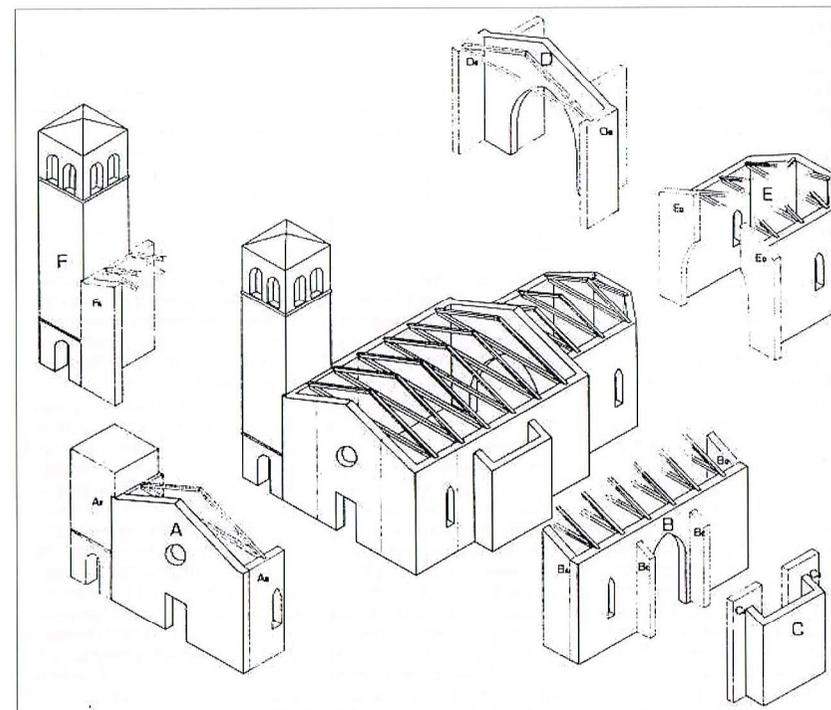
Tale è in effetti il caso della chiesa di San Giovanni che ben rappresenta la tipologia tradizionale di chiesa in muratura ad unica aula con cappelle laterali con funzione di irrigidimento della parete longitudinale.

A tal proposito è ben significativo il lavoro eseguito sulle chiese danneggiate nel Friuli a seguito del terremoto del 1976 (Doglioni et al. 1994) che individua, relativamente alle chiese di quella regione, i macroelementi necessari per un'analisi qualitativa semplificata della risposta sismica:

- la facciata
- l'arco trionfale
- le pareti laterali
- l'abside
- le cappelle laterali
- il campanile

Data l'assenza di differenziazioni strutturali legate all'appartenenza regionale, le precedenti considerazioni sono utilizzabili anche nel caso in oggetto.

Per ciascun macroelemento vanno considerate le diverse tipologie e, quindi, per ciascuna tipologia devono essere riconosciuti e analizzati i possibili meccanismi di collasso.



Lagomarsino nel 1998 ha proposto la metodica del rilievo del danno alle chiese a seguito del terremoto in Umbria e nelle Marche eseguito tramite una nuova metodologia, basata sul macroelemento come unità strutturale di riferimento e sulla lettura dei meccanismi di collasso attivati. In particolare in tale studio vengono considerati sedici meccanismi di collasso fondamentali, ciascuno dei quali raggruppa i differenti modi di danno con i

Fig. 22 - Suddivisione di una chiesa in macroelementi.

quali esso si può realizzare, ovvero le diverse modalità con le quali macroelementi differenti per proporzioni e materiali si lesionano.

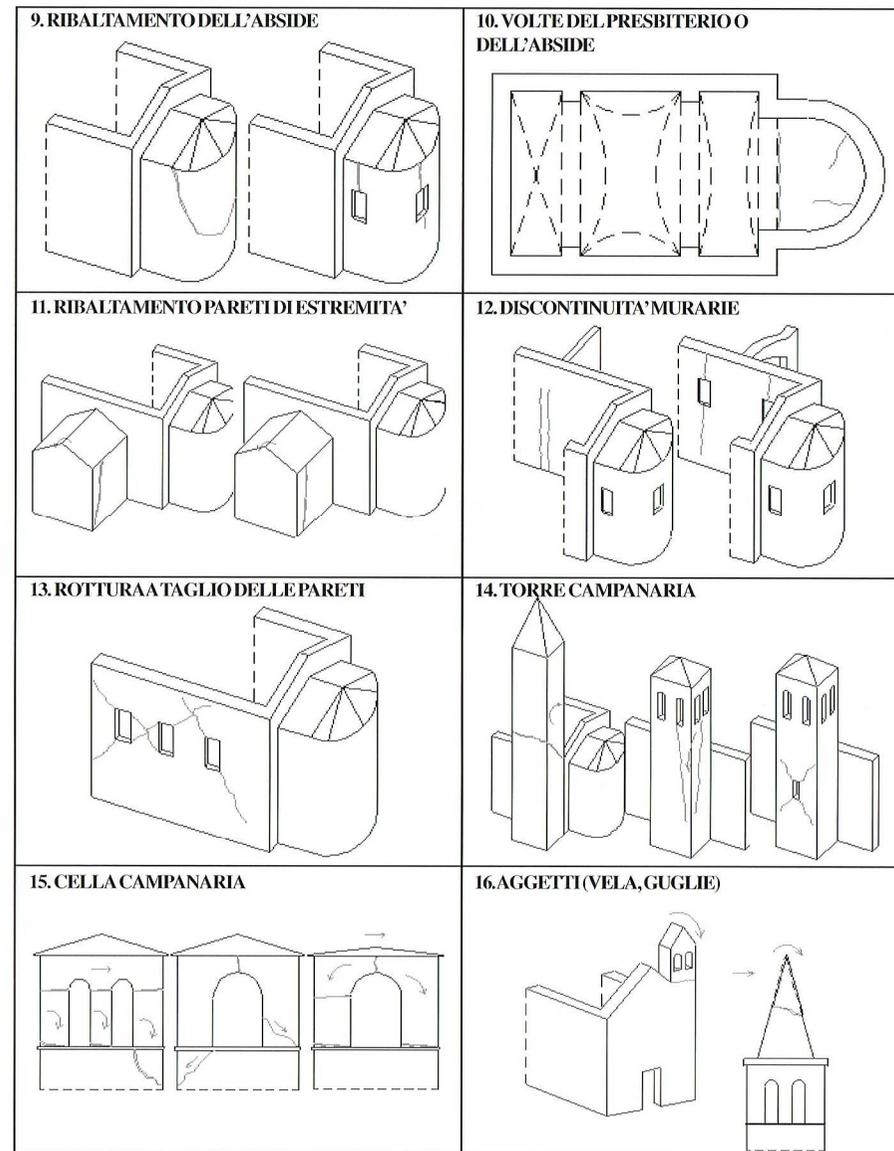
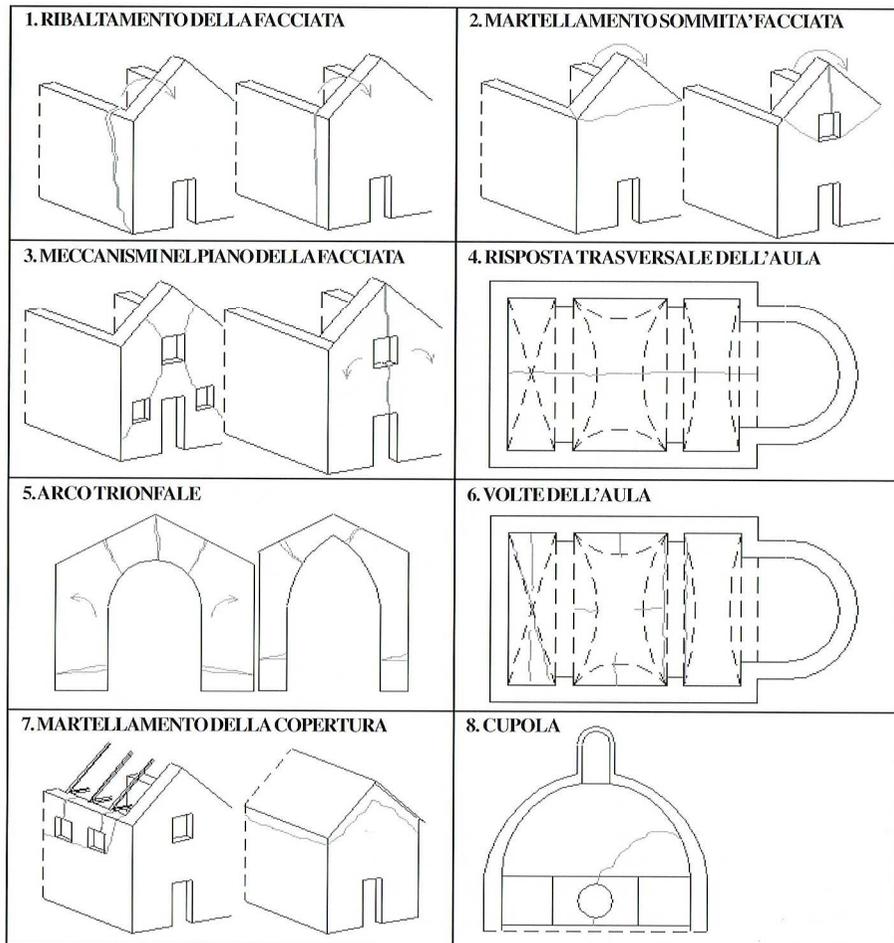


Fig. 23 - Abaco dei meccanismi di danno nei diversi macroelementi della chiesa

In altre parole, ciò che viene riconosciuto è il cinematismo di collasso, ovvero l'essenza propria della vulnerabilità.

Solo undici dei sedici meccanismi considerati nella scheda, illustrati da un apposito abaco, possono essere riferiti ai macroelementi, secondo le seguenti corrispondenze: facciata (meccanismi 1, 2 e 3); aula, pareti laterali e volte (4 e 6); arco trionfale (5); cupola - compresi tamburo o tiburio (8); abside (9 e 10); torre campanaria (14 e 15). Gli altri meccanismi (7, 11, 12, 13 e 16) non sono invece associabili ad un particolare macroelemento, ma possono verificarsi nelle diverse parti della fabbrica.

Il rilievo del danno in termini di meccanismi, ovvero la diagnosi della vulnerabilità sismica, come noto, deve indirizzare verso gli interventi di miglioramento sismico, che consistono nel porre in opera soluzioni tecnico-costruttive idonee a contrastare proprio i meccanismi nei riguardi dei quali si ha la maggior vulnerabilità.

Nel caso della Chiesa di San Giovanni tale metodica ha condotto ad intervenire: nell' abside, nella facciata e nelle pareti dell' aula.

Per i predetti macroelementi sono stati utilizzati gli specifici modelli di calcolo, sviluppato nello studio citato e resi disponibili in forma automatica nel sito della Regione.

Il predetto codice di calcolo consente di eseguire le verifiche sui diversi macroelementi di una chiesa in modo organico ed automatico, considerando i possibili cinematismi di collasso. Il programma prende in considerazione una chiesa dalla tipologia piuttosto semplice: navata unica, con arco trionfale presbiterio ed abside; tuttavia per ciascun elemento che la compone il programma propone modelli per svariate tipologie.

### *Correlazione tra i moltiplicatori del carico statico e il coefficiente di intensità sismica C*

Nel seguente paragrafo viene riportato la metodica seguita per individuare i valori di  $C_0$  e  $C_{im}$  richiesti dalla normativa.

Poiché è noto che con le notazioni correnti:

$$\begin{aligned} \text{Accelerazione spettrale: } a &= C R \varepsilon I g \quad \text{con} \quad R=1 \\ & & & \varepsilon=1 \\ & & & I=1 \\ & & & a=C \beta g \end{aligned}$$

$$\text{Forza peso: } P = m g \quad m = P/g$$

$$\text{Forza sismica: } F_s = m a = P/g C \beta g = P C \beta \quad \text{ponendo } \lambda = C \beta \\ F_s = \lambda P$$

Pertanto una volta determinato il valore del coefficiente moltiplicativo del carico statico che provoca il collasso è possibile, assunto il valore di  $\beta$ , ottenere il corrispondente valore di C

$$\text{Coefficiente di intensità sismica: } C = \lambda / \beta \quad \text{con } \beta = \beta_1 \quad \beta_2 = 2 \times 2 = 4$$

Tale procedura è stata ovviamente effettuata con i valori dei moltiplicatori ante e post intervento al fine di calcolare i valori di  $C_0$  e  $C_{im}$  che verranno evidenziati nelle tabelle riepilogative dopo l' analisi dei meccanismi di danno.

#### *I Materiali della fabbrica*

Nella fabbrica sono stati individuati, mediante un rilievo tecnologico, i seguenti materiali:

1. Muratura di mattoni pieni con peso specifico 1800 kgf/m<sup>3</sup>, valore della coesione 0.9 kgf/cm<sup>2</sup> e qualità della muratura e tessitura buona.

2. Muratura consolidata con peso specifico 1800 kgf/m<sup>3</sup>, valore della coesione 1.2 kgf/cm<sup>2</sup> e qualità della muratura e tessitura buona.

Gli incatenamenti sono in:

1. acciaio dolce, quelli esitenti, con valore della tensione di snervamento 2200 kgf/cm<sup>2</sup>.

2. acciaio da carpenteria Fe360, quelli nuovi, con valore della tensione di snervamento 3600 kgf/cm<sup>2</sup>.

#### *Individuazione dei macroelementi significativi*

Nella chiesa è stato possibile individuare i seguenti macroelementi, caratterizzati da una risposta sismica sostanzialmente autonoma:

- facciata;
- elementi che concorrono alla risposta trasversale;
- arco trionfale;
- abside.

Al fine di verificare la risposta sismica di ciascun elemento, le azioni conseguenti alle masse della copertura sono state così ripartite:

#### *Facciata*

Azioni sulla facciata tenendo conto di parametri atti a schematizzare gli effetti dinamici indotti dalla tipologia della copertura

*Azione verticale:* 5556 kgf

quota parte del peso della copertura che grava sul timpano;

*Azione longitudinale:* 33338 kgf

quota parte del peso della copertura che interessa il timpano nel caso di una azione sismica perpendicolare ad esso;

*Azione trasversale:* 11113 kgf

quota parte del peso della copertura che interessa il nel caso di una azione sismica parallela al piano medio della facciata;

#### *Azioni sulla campata intermedia*

Vengono riportati i risultati parziali relativi ai contributi per la risposta trasversale (stabilizzanti e ribaltanti della copertura per la risposta trasversale (intendendo per essa il macroelemento dato dall'estensione del sistema capriata-piedritto).

*Azione verticale:* 11113 kgf

quota parte del peso della copertura che grava su elemento capriata-piedritto dell'aula;

*Azione trasversale:* 11113 kgf

quota parte del peso della copertura che interessa l'elemento capriata-piedritto, nel caso di un'azione sismica trasversale rispetto all'asse principale dell'aula;

#### *Abside*

Per quanto riguarda l'abside circolare al fine di valutare l'azione della copertura su tale macroelemento si evidenzia la presenza di 4 terzeri e 5 puntoni disposti radialmente. Essi da un lato sono vincolate alla muratura dall'altro ad un'apposita capriata di estremità seguita da quella di copertura dell'aula.

#### *Vulnerabilità attuale dei macroelementi individuati*

##### *Facciata*

##### *Dati geometrici e meccanici*

Relativamente al macroelemento facciata sono stati presi in considerazione i seguenti parametri geometrici:

altezza della facciata 12.55 m;

altezza del timpano 3 m;

spessore della facciata 1.1 m;

spessore del timpano 1.1 m;

larghezza portale d'ingresso 1.8 m;

altezza portale d'ingresso 3.8 m;

distanza dal piano di campagna dello spigolo inferiore della apertura centrale (rosone) 7.9 m;

larghezza apertura centrale determinata come area equivalente all'area del rosone circolare 1.7 m;

altezza apertura centrale 1.7 m;

la muratura di cui è costituita la facciata è il n° 1 (muratura di mattoni pieni).

L'ammorsamento con le pareti laterali è giudicato non trascurabile; si considera, pertanto il loro coinvolgimento nei meccanismi relativi alla facciata prendendo in considerazione le seguenti dimensioni geometriche: altezza massima esterna delle pareti laterali 12.55 m;

distanza dal filo interno della facciata del primo irrigidimento (parasta o lesena) dell'aula 6. m;

la muratura di cui sono costituite le pareti laterali è il n° 1 (muratura di mattoni pieni).

Si rileva la presenza di catene longitudinali a quota 12 e in controfacciata a quota 7.9 m caratterizzata da diametro 3 cm e materiale metallico n° 1 (acciaio dolce).

Le catene presenti sono considerate efficienti.

##### *Moltiplicatori di collasso*

Al fine di poter formulare un giudizio complessivo sul comportamento sismico del macroelemento facciata si riportano, per ogni meccanismo di danno, i risultati parziali delle varie modalità

di danneggiamento. Questo permette di valutare, anche in relazione a modi di danno ritenuti poco probabili, il grado di sicurezza effettivo.

#### VERIFICA E RIBALTAMENTO

##### *Meccanismi di collasso e vulnerabilità attuale.*

Per la facciata si sono considerati tre gruppi di meccanismi di collasso: il ribaltamento verso l'esterno dell'intera facciata o del solo timpano e la rottura a taglio per azioni nel piano della facciata. Per ciascuno di essi sono stati presi in considerazione diverse tipologie geometriche e costruttive ed i relativi meccanismi di collasso più significativi.

#### TIMPANO

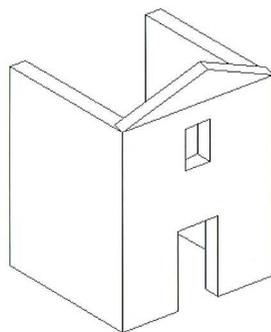
I modelli tengono conto della qualità della muratura prevedendo un arretramento opportuno della cerniera intorno alla quale avviene la rotazione, rispetto al bordo esterno; in tal modo viene ricondotto in termini puramente geometrici un problema di resistenza:

Nel caso del meccanismo in cui si prevede la formazione di cerniere inclinate, viene considerata una limitata resistenza offerta dalla muratura alla formazione della lesione verticale sopra il rosone; tale azione rappresenta l'ingranamento tra gli elementi che deve essere superato per consentire la creazione di una rottura verticale, effetto che non si verifica su altri piani di frattura.

##### *Ribaltamento del timpano: cerniera orizzontale*

Si considera il ribaltamento della porzione sommitale della facciata rispetto a una cerniera cilindrica la cui posizione è variabile in relazione alla conformazione della fabbrica. Rispetto alla linea posta a quota  $h_l$ , oltre al ribaltamento del solo oggetto viene valutato il ribaltamento di una porzione costituita dall'oggetto sormontato da un timpano triangolare.

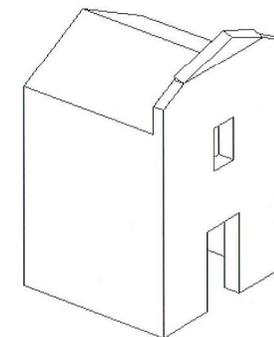
Nel caso della Chiesa di San Giovanni il programma fornisce il valore di  $\lambda=0.264$



##### *Ribaltamento del timpano: cerniera orizzontale in corrispondenza del colmo*

Consiste nel ribaltamento della porzione di facciata al di sopra della quota  $h_c$  a cui è posizionata la trave di colmo; si considerano le differenti posizioni che il colmo della copertura può assumere: in corrispondenza del timpano o al di sotto di questo, in corrispondenza dell'oggetto.

Nel caso della Chiesa di San Giovanni il programma fornisce il valore di  $\lambda=3.67$



##### *Ribaltamento del timpano: cerniere inclinate*

L'osservazione di casi reali ha mostrato come, nel caso di presenza di aperture in prossimità del timpano, è favorito rispetto a un ribaltamento attorno a una cerniera cilindrica, un cinematismo che prevede il delinearci di una lesione verticale a partire dal vertice del timpano fino all'apertura e la contemporanea formazione di due cerniere inclinate. Tali cerniere a partire dallo spigolo in basso dell'apertura raggiungono gli spigoli estremi della facciata in corrispondenza della quota di imposta dell'oggetto, sia esso un oggetto a vela, un timpano o una combinazione di entrambi.

Nel caso della Chiesa di San Giovanni il programma fornisce il valore di  $\lambda=0.179$

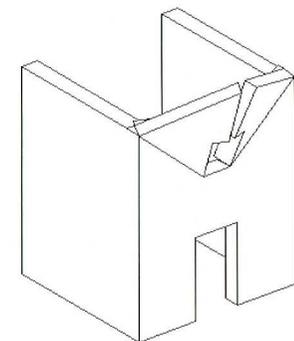
*Riassumendo i moltiplicatori relativi ai tre cinematismi considerati per tale meccanismo risultano:*

cerniera cilindrica a quota  $h_l$   $\lambda=0,264$ ;

cerniera cilindrica in corrispondenza del colmo della copertura  $\lambda = 3,67$

cerniere oblique  $\lambda = 0,179$ .

La modalità di danneggiamento risultata più probabile relati-



vamente ai meccanismi di ribaltamento attivabili in corrispondenza del timpano si attiva per un valore del moltiplicatore di collasso statico pari a  $\lambda = 0,179$ .

#### Meccanismi di ribaltamento dell'intera facciata

Analogamente a quanto visto per i modelli relativi al ribaltamento del timpano, anche per la facciata si tiene conto della qualità della muratura in funzione della quale si prevede un opportuno arretramento della cerniera rispetto al bordo esterno.

Per quanto riguarda la posizione della cerniera orizzontale rispetto alla quale si genera il cinematismo si distinguono le seguenti possibilità:

- *Ribaltamento parziale*: la cerniera si localizza in corrispondenza di un piano di debolezza che, intersecando le aperture relative al portale e alle eventuali finestre ai lati di questo, presenta un più elevato stato di sollecitazione di compressione.
- *Ribaltamento globale*: la cerniera si localizza in corrispondenza della base della facciata.

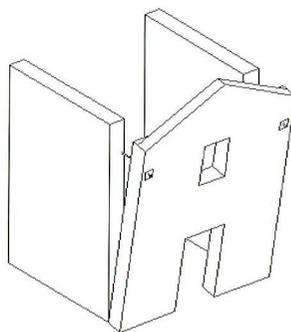
#### Ribaltamento in presenza di catene longitudinali

La presenza di catene longitudinali determina, a seguito di azioni ortogonali al piano della facciata, le seguenti modalità di collasso. Il moltiplicatore che attiva il ribaltamento in questa situazione risulta come il minimo tra i valori relativi a ciascuna delle seguenti modalità ipotizzate:

#### Ribaltamento globale della parete a seguito dello snervamento delle catene

Qualora le caratteristiche delle catene (diametro e tensione di snervamento) non siano rilevanti è possibile che, soggette all'azione sismica in atto, giungano a snervamento. In tal caso la parete, pur vincolata, ribalterà secondo uno dei cinematismi normalmente previsti per un meccanismo di primo modo. Per il calcolo del moltiplicatore si considera il contributo stabilizzante offerto dalle catene fino al loro snervamento.

Nel caso della Chiesa di San Giovanni il programma fornisce il valore di  $\lambda = 0,198$



#### Ribaltamento parziale

La cerniera si localizza in corrispondenza di un piano di debolezza che, intersecando le aperture relative al portale e alle eventuali finestre ai lati di questo, presenta un più elevato stato di sollecitazione di compressione.

Nel caso della Chiesa di San Giovanni il programma fornisce il valore di  $\lambda = 0,237$

Qualora non si verifichi la perdita di efficienza delle catene longitudinali vanno considerati altre due modalità di collasso:

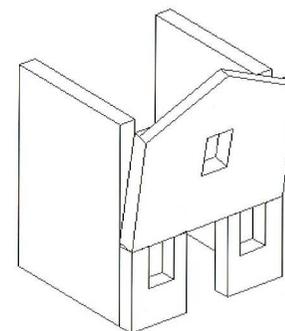
#### Ribaltamento in presenza di catene longitudinali

La presenza di catene longitudinali determina, a seguito di azioni ortogonali al piano della facciata, modalità di collasso differenti rispetto a quelle precedentemente considerate. Il moltiplicatore che attiva il ribaltamento in questa situazione risulta come il minimo tra i valori relativi a ciascuna delle seguenti modalità ipotizzate.

#### Ribaltamento della parete vincolata

Se dimensionamento e efficienza delle catene sono adeguate esse costituiscono un vincolo rigido al ribaltamento. In questo caso un'azione ortogonale al piano della parete può causare, all'interno della stessa, la formazione di una cerniera intermedia. Tale meccanismo è imputabile alla scarsa resistenza a flessione che caratterizza le costruzioni in muratura; la parete muraria è, infatti, costruita per sovrapposizione con semplice contatto e sopporta la flessione solo in virtù dello sforzo assiale che mantiene la curva delle pressioni interna alla sezione. Teoricamente nel momento in cui tale risultante tocca il lembo esterno della sezione si forma in quel punto una cerniera.

Lo schema di calcolo utilizzato, per valutare la resistenza nei confronti di un meccanismo di questo tipo, è quello del blocco rigido vincolato sia in corrispondenza di uno spigolo al piede che in corrispondenza della quota  $z_c$  alla quale si è localizzata la cerniera (Giuffrè 1993; AA.VV 1998). Al contrario dell'approccio seguito per la verifica del ribaltamento nell'ipotesi di assenza di collegamenti trasversali, secondo il quale si ipotizzava l'azione di un sistema di forze orizzontali statiche, in questa verifica si im-



me una rotazione virtuale e con l'applicazione del Teorema dei Lavori Virtuali si calcola l'azione che la genera. Si procede supponendo che i vincoli estremi della parete siano due cerniere e si determina la posizione della terza cerniera che minimizza il valore del moltiplicatore delle forze orizzontali che produce il collasso.

Si prevedono tre differenti situazioni in funzione della posizione assunta dalla catena rispetto all'eventuale rosone e si calcola la quota a cui la cerniera si forma e il moltiplicatore che attiva tale cinematisimo.

Nel caso della Chiesa di San Giovanni il programma fornisce il valore di  $\lambda=0.377$

#### *Ribalamento della porzione al di sopra della catena*

Si considera il ribaltamento della porzione di facciata al di sopra delle catene longitudinali rispetto a una cerniera cilindrica localizzata alla quota di messa in opera delle stesse.

Nel caso della Chiesa di San Giovanni il programma fornisce il valore di  $\lambda=0.157$

Riassumendo i moltiplicatori relativi ai due cinematismi considerati per tale meccanismo qualora le catene longitudinali diventino inefficienti risultano:

cerniera cilindrica in corrispondenza della base della facciata  $\lambda=0,198$ ;

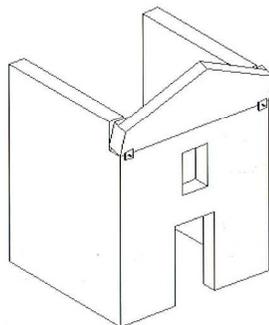
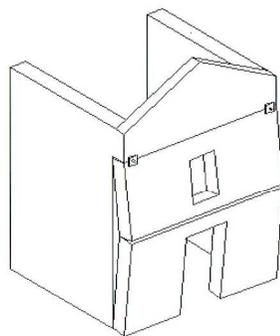
cerniera cilindrica in corrispondenza di una sezione di debolezza per la facciata  $\lambda=0,237$ .

Qualora non si verifichi la perdita di efficienza delle catene longitudinali vanno considerati altre due modalità di collasso:

formazione di una cerniera al di sotto della catena longitudinale  $\lambda=0,377$ ;

cerniera cilindrica in corrispondenza della quota della catena longitudinale  $\lambda=0,157$ .

Tra le varie modalità di danneggiamento considerate, relativamente al ribaltamento della facciata, quella che è risultata più



probabile si attiva per un valore del moltiplicatore di collasso statico pari a  $\lambda=0,157$ .

#### VERIFICHE DELLE MURATURE A TAGLIO

##### *Meccanismo con lesione centrale*

Si considera la scomposizione della facciata in due porzioni attraverso la formazione di una lesione verticale al centro, dove si localizza una zona di debolezza, mentre i pannelli ai lati del portale si lesionano con andamento diagonale. Tale meccanismo è tipico di facciate alte, con un grande rosone o con architrave debole sopra al portale o con aperture tamponate tra portale e rosone che rappresentano un indebolimento per la facciata. Lungo la lesione verticale, limitatamente al tratto compreso tra il portale e l'apertura, si considera l'azione di una distribuzione di tensioni tangenziali che rappresenta l'effetto di ingranamento che deve essere superato per consentire lo scorrimento relativo tra le due porzioni in cui risulta divisa la facciata.

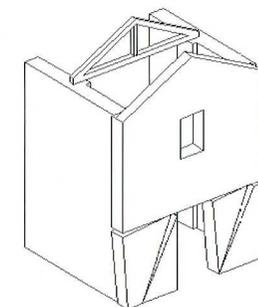
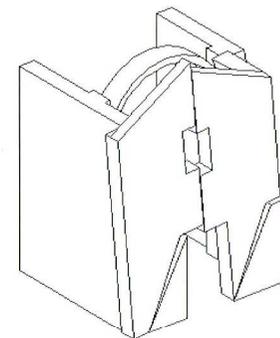
Nel caso della Chiesa di San Giovanni il programma fornisce il valore di  $\lambda=0.397$

##### *Meccanismo di rottura dei maschi murari alla base*

Si considera una lesione diagonale a taglio nei maschi murari e un distacco dagli stessi della parte superiore della facciata, che segue la rotazione dei piedritti traslando rigidamente come un blocco monolitico.

Si tratta di un meccanismo non molto frequente che si verifica in facciate tozze, quando la parte superiore è compatta e la rottura a taglio si concentra nei maschi a lato del portale.

Nel caso della Chiesa di San Giovanni il programma fornisce il valore di  $\lambda=0.824$



### Meccanismo con lesione trasversale su tutta la facciata

Si considera un meccanismo di rottura a taglio che interessa globalmente la parete di facciata sulla quale si delinea una lesione con andamento sostanzialmente diagonale.

La lesione, deviata dalla presenza delle aperture che costituiscono un indebolimento, può seguire percorsi diversi; l'individuazione di quello corretto non è possibile confrontando i moltiplicatori per diversi percorsi e scegliendo quello minimo, in quanto certe inclinazioni della lesione non sono possibili, per gli effetti di ingranamento, se la muratura è di qualità accettabile.

Sono state quindi definite a priori una serie di regole euristiche, basate sull'osservazione di numerosissimi casi reali, che individuano in modo univoco il percorso della lesione per il meccanismo.

Considerando le proporzioni della facciata, la posizione e le dimensioni delle aperture vengono individuate 16 situazioni mutuamente esclusive.

Nel caso della Chiesa di San Giovanni il programma fornisce il valore di  $\lambda=0.407$

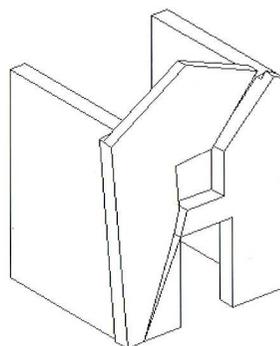
Riassumendo i moltiplicatori relativi ai tre cinematismi considerati per tale meccanismo risultano:

formazione di una lesione centrale  $\lambda=0,397$ ;

rottura dei maschi murari alla base  $\lambda=0,824$ ;

formazione di una lesione trasversale su tutta la facciata  $\lambda=0,407$ .

La modalità di danneggiamento risultata più probabile relativamente a meccanismi di taglio si attiva per un valore del moltiplicatore di collasso statico pari a  $\lambda=0,397$ .



### RISPOSTA TRASVERSALE DELL'AULA

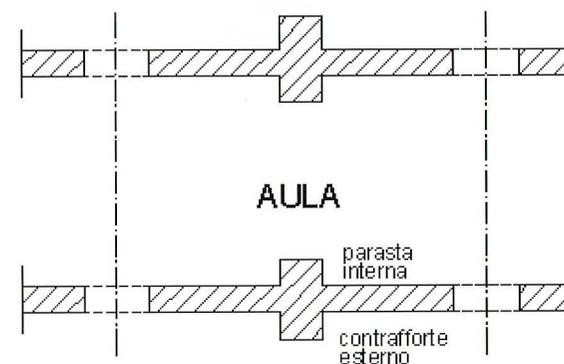
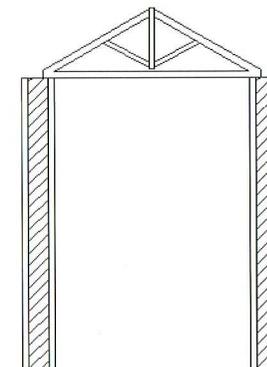
L'aula della chiesa è ad unica navata suddivisa in campate, scandite da elementi architettonici quali paraste o colonne. Questi non sono solo elementi decorativi ma furono concepiti come parte del sistema strutturale. Nel rispetto della tipologia costruttiva sono state prese in considerazione anche i contrafforti esterni in corrispondenza delle divisioni interne, volti a garantire una maggiore rigidità alla fabbrica.

Elementi che concorrono alla risposta trasversale

La tipologia della campata intermedia dell'aula considerata è la capriata sui muri laterali.

Nel caso di San Giovanni trattasi di una copertura a capriate (con volte incannicciate), le paraste costituiscono l'appoggio alle stesse e rappresentano il necessario aumento di sezione in presenza di un carico concentrato.

L'aula presenta, nei riguardi di un'azione sismica trasversale al suo asse, due elementi piuttosto rigidi alle estremità: la facciata, sollecitata a taglio nel proprio piano; l'arco trionfale, irrigidito dalle cappelle laterali.



La parte centrale pur irrigidita anche essa di cappelle laterali, resta certamente più deformabile, per la snellezza delle pareti laterali. Poiché l'aula è sufficientemente allungata, è ragionevole assumere che la campata centrale non risenta degli effetti di bordo e quindi possa essere analizzata autonomamente; inoltre la frequente presenza di aperture nelle pareti laterali contribuisce a rendere indipendenti tra loro le campate. La figura mostra il modello geometrico in pianta delle tre tipologie prima descritte; sono modellati anche i contrafforti esterni.

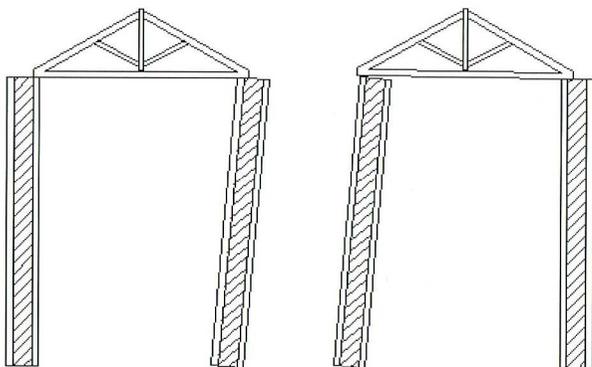
I meccanismi di collasso sismico sono i seguenti.

La capriata è semplicemente appoggiata priva di bolzoni metallici e semplicemente ammorsata nella muratura. Pertanto sono possibili i due seguenti meccanismi di collasso.

Meccanismo di ribaltamento delle pareti.

La parete ribalta verso l'esterno, per l'azione inerziale conseguente al proprio peso ed a quello dall'intera porzione di copertura, che anche se non collegata trova contrasto nella parete stessa.

*Meccanismo di ribaltamento di un piedritto*



La parete che ribalta verso l'interno, solo per la propria azione inerziale.

Nel caso della Chiesa di San Giovanni il programma fornisce il valore di  $\lambda=0.664$

*Meccanismo di ribaltamento globale*

Avviene quando la capriata è collegata alle pareti.

Nel caso della Chiesa di San Giovanni il programma fornisce il valore di  $\lambda=0.187$

Le pareti ortogonali che delimitano gli ambienti laterali adiacenti all'aula centrale, sono state considerate come dei contrafforti. Tali elementi architettonici, che suddividono idealmente l'aula della chiesa in 3 campate, vengono tenuti in considerazione al fine della definizione della risposta alla sollecitazione trasversale all'aula.

I contrafforti esterni sono caratterizzati dalle dimensioni:

larghezza del contrafforte 0.7 m;

spessore del contrafforte 5.3 m;

muratura n° 1 ( muratura di mattoni pieni )

Al fine del calcolo della vulnerabilità nei riguardi della risposta trasversale si sono tenuti in considerazione i parametri:

peso della capriata 1200 kgf;

posizione in cui si ritiene che la capriata scarichi il peso della copertura misurata dal punto più interno delle pareti laterali 0.2 m;

Le capriate della copertura risultano semplicemente appoggiate alle murature d'ambito.

Riassumendo i moltiplicatori relativi ai due cinematismi ipotizzabili per questa situazione risultano:

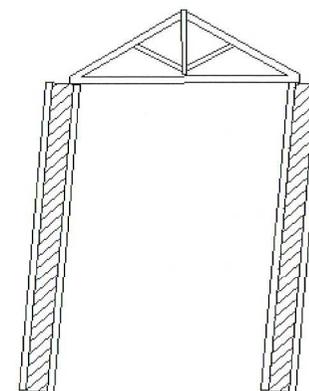
meccanismo di ribaltamento dei piedritti  $\lambda=0,187$ ;

meccanismo di ribaltamento di un piedritto  $\lambda=0.664$ .

Tra le due modalità di danneggiamento considerate quella risultata più probabile e quindi pericolosa si attiva per un valore del moltiplicatore di collasso statico pari a  $\lambda=0,187$ .

*Arco trionfale*

È noto che nelle chiese ad un'unica navata è spesso presente l'arco trionfale, quale elemento di separazione tra l'aula e la zona del presbitero e dell'abside come nel caso della Chiesa di San Giovanni ove l'arco trionfale è del tipo a tutto sesto.



Geometricamente esso è definibile come una parete, con profilo analogo a quello di una facciata a capanna, nella quale è praticata un'ampia apertura ad arco; le spalle laterali sono in genere piuttosto ampie, per la minore larghezza del presbiterio. Il comportamento è quindi intermedio tra quello di un sistema arco-piedritti e quello di una parete forata; in virtù della maggior rigidità trasversale rispetto a quella delle pareti laterali dell'aula, l'arco trionfale è spesso fortemente sollecitato dall'azione sismica e deve quindi presentare un'adeguata resistenza.

Il programma consente di considerare il coinvolgimento di una porzione delle pareti laterali, analogamente a quanto fatto per la facciata, sia dalla parte dell'aula che dell'abside; inoltre vengono automaticamente valutate le azioni trasmesse dalla copertura della zona absidale.

Per considerare l'effettiva geometria della struttura è stato assunto, per calcolare i moltiplicatori del solo arco trionfale, un modello dell'intera chiesa fittizio. Tale artificio si è reso necessario perché il modello di calcolo standard della chiesa non prevede la presenza degli ambienti adiacenti all'aula centrale le cui pareti ortogonali sono allineate con l'arco.

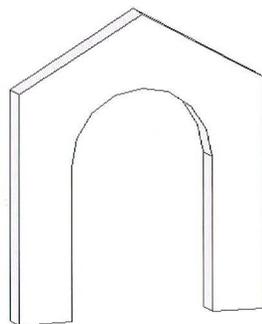
Il macroelemento arco trionfale è descritto dalla seguente geometria:

- altezza laterale arco trionfale rispetto al piano di campagna 11.00 m;
- larghezza apertura centrale 6.5 m;
- larghezza totale 19.90 m;
- freccia o monta o saetta dell'arco trasversale 3.25 m;
- quota di imposta arco trasversale rispetto al piano di campagna 8.15 m;
- altezza del timpano dell'arco trionfale 1.50 m;
- spessore medio della muratura dell'arco trionfale 1.5 m;
- muratura n° 1 (muratura di mattoni pieni);
- distanza dal filo interno dell'arco trionfale del primo irrigidimento (parasta o lesena) dell'aula 6.17 m;

L'ammorsamento murario dell'arco trionfale con le pareti laterali e con la zona absidale è buono.

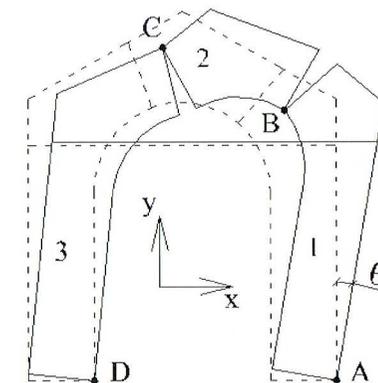
#### MECCANISMI DI COLLASSO E VULNERABILITÀ ATTUALE

Le forze sismiche orizzontali rappresentano un sistema emisimmetrico, per cui il collasso si verifica di solito con la formazione di quattro cerniere. Analogamente a quanto avviene negli



altri macroelementi, è necessario definire a priori la loro posizione per la valutazione del moltiplicatore con il metodo dell'analisi limite; secondo la metodica elaborata da DISEG - Dip.to di Ingegneria Strutturale e Geotecnica Facoltà di Ingegneria - Università di Genova.

Tre blocchi coinvolti dal cinematismo possono a priori interessare entrambi i piedritti o solo quello che subisce la spinta verso l'esterno: il moltiplicatore limite viene valutato per entrambe le situazioni, selezionando il minore.



Il moltiplicatore di collasso si ottiene applicando il teorema dei lavori virtuali in termini di spostamenti, ovvero uguagliando il lavoro delle forze esterne, fatto dal peso dei blocchi  $P_i$  e dall'azione sismica  $\lambda P_i$  sugli spostamenti virtuali  $\Delta x_i$  e  $\Delta y_i$  dei relativi baricentri, al lavoro della forza interna, dato dal prodotto del tiro  $T$  presente nella catena per l'allungamento virtuale  $\Delta l$ :

$$\sum_{i=1}^3 P_i \Delta y_i - \lambda \sum_{i=1}^3 P_i \Delta x_i = T \Delta l$$

È interessante osservare che con tale approccio la catena fornisce un contributo solo se è già in tensione: il moltiplicatore indica quindi la condizione che corrisponde all'incipiente attivazione del cinematismo; l'evoluzione del meccanismo porta ovviamente ad un incremento del tiro, sul quale l'arco può fare affidamento prima del collasso.

Attraverso la cinematica dei corpi rigidi è possibile esprimere le variazioni delle posizioni dei baricentri e l'allungamento della catena in funzione di un'unica rotazione  $\theta_1$ , della posizione assunta per le cerniere  $(x_A, y_A, x_B, y_B, x_C, y_C, x_D, y_D)$ , dell'altezza  $y_{catena}$  a cui è posta la catena e delle posizioni dei baricentri  $(x_1, y_1, x_2, y_2, x_3, y_3)$ :

$$\theta_2 = \theta_1 \frac{(y_B - y_A)(x_C - x_D) + (y_C - y_D)(x_A - x_B)}{(y_B - y_C)(x_C - x_D) + (y_C - y_D)(x_C - x_B)}$$

$$\theta_3 = \theta_1 \frac{(y_B - y_A)(x_C - x_B) + (y_C - y_B)(x_A - x_B)}{(y_D - y_C)(x_B - x_C) + (y_B - y_C)(x_C - x_D)}$$

$$\Delta x_1 = \theta_1(y_A - y_1) \quad \Delta y_1 = \theta_1(x_1 - x_A)$$

$$\Delta x_2 = \theta_1(y_A - y_B) + \theta_2(y_B - y_2) \quad \Delta y_2 = \theta_1(x_B - x_A) + \theta_2(x_2 - x_B)$$

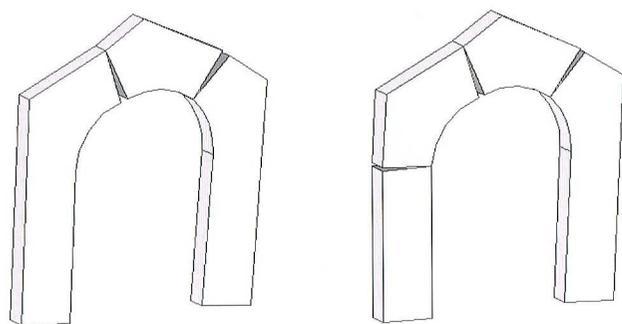
$$\Delta x_3 = \theta_3(y_D - y_3) \quad \Delta y_3 = \theta_3(x_3 - x_D)$$

$$\Delta l = \theta_3(y_{catena} - y_D) - \theta_1(y_{catena} - y_A)$$

Le cerniere sono posizionate ad una distanza dal bordo variabile in funzione della qualità della muratura, per considerare la non infinita resistenza a compressione.

Sono stati considerati i seguenti meccanismi di collasso:

- Meccanismo di ribaltamento dei piedritti (fig. sinistra)
- Meccanismo di ribaltamento di un piedritto (fig. destra)



La vulnerabilità dell'arco trionfale nei riguardi del sisma descritta da un moltiplicatore dei carichi che vale:

$\lambda = 0,435$  meccanismo di ribaltamento dei piedritti

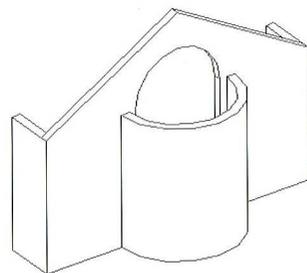
$\lambda = 0,444$  meccanismo di ribaltamento di un solo piedritto

Il valore minimo è dato da  $\lambda = 0,435$ .

#### Abside

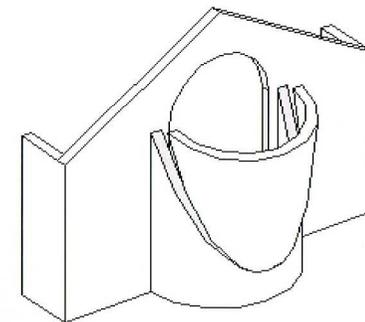
L'abside della Chiesa di San Giovanni è caratterizzato da una geometria circolare.

Esso mostra un'elevata vulnerabilità nei confronti dei meccanismi di ribaltamento dovuto alla particolare tipologia della copertura che è spingente.



#### MECCANISMO DI RIBALTAMENTO

Nel caso dell'abside circolare il cinematismo di rotazione interessa un volume individuato attraverso l'intersezione del cilindro murario con un piano che parte dalla base ed è inclinato di  $30^\circ$ . Se il piano interseca la parete del corpo di fabbrica principale della chiesa (dove c'è l'arco trionfale) prima della sommità dell'abside, tale piano viene spostato verso l'alto, definendo una porzione che ribalta più piccola.



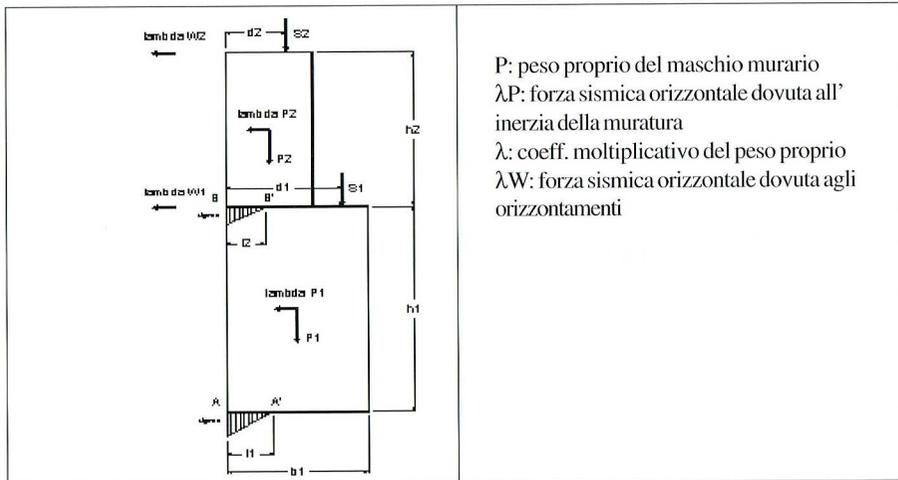
La soluzione tecnica più semplice ed efficace per il miglioramento sismico è quella del collegamento al resto della fabbrica, attraverso la cerchiatura; al tradizionale uso di barre o piatti metallici può essere affiancata, in questo caso, l'adozione di fasce in fibra di carbonio o similari (FRP). Con tali interventi il meccanismo di collasso risulta di fatto impedito e la vulnerabilità dell'abside viene ridotta drasticamente.

La vulnerabilità dell'abside nei riguardi del meccanismo di ribaltamento è descritta da un moltiplicatore dei carichi che vale  $\lambda = 0,173$ .

#### Verifiche a pressoflessione

Data la tipologia strutturale dell'edificio e visti i possibili meccanismi di rottura dei macro elementi individuati in precedenza, il collasso dei macro elementi sopra citati si realizza per ribaltamento o per taglio pertanto lo schiacciamento degli elementi murari non rientra tra le possibili cause di collasso del fabbricato.

Sono stati considerati implicitamente i fenomeni di pressoflessione che localmente originano fenomeni di plasticizzazione per superamento della soglia elastica della muratura con conseguente schiacciamento, attraverso l'adozione nelle verifiche a ribaltamento di un asse di rotazione posizionata internamente rispetto al lembo estremo di rotazione teorico.



P: peso proprio del maschio murario  
 $\lambda P$ : forza sismica orizzontale dovuta all'inerzia della muratura  
 $\lambda$ : coeff. moltiplicativo del peso proprio  
 $\lambda W$ : forza sismica orizzontale dovuta agli orizzontamenti

Con riferimento alla figura la posizione del polo è individuata dalla misura  $t_1$  pari a:

- 0 nel caso di resistenza infinita della muratura;
- $t_1 = 2N/\sigma_c$  nel caso della figura soprastante;
- $t_1 = 2N/(3\sigma_c)$  nell' ipotesi di Giuffrè;
- $t_1 = N/(2\sigma_v)$  nel caso di distribuzione rettangolare delle tensioni.

L'approssimazione di trascurare la resistenza allo schiacciamento del muro è da ritenersi accettabile in quanto le differenze di stima sono di piccole entità e comunque questa verifica è generalmente molto limitativa specialmente quando sono presenti forze sismiche concentrate trasmesse dagli orizzontamenti (Come nel caso delle capriate della copertura della Chiesa di San Giovanni).

### ESAME COMPLESSIVO DELLA VULNERABILITÀ ATTUALE E CALCOLO DEL $C_0$

Dall'analisi eseguita risultano, per i vari macroelementi, i seguenti moltiplicatori dei carichi, indicativi della vulnerabilità attuale di ogni elemento:

MACROELEMENTO	Vulnerabilità attuale $\lambda_0$	$C_0 = \lambda_0 / \beta = \lambda_0 / 4$
Facciata (ribaltamento del timpano)	0,157	<b>0,039</b>
facciata (ribaltamento)	0,179	<b>0,045</b>
facciata (taglio nel piano)	0,397	<b>0,099</b>
elementi che concorrono alla risposta trasversale	0,187	<b>0,047</b>
arco trionfale	0,435	<b>0,109</b>
Abside	0,173	<b>0,043</b>

Quindi il minimo dei moltiplicatori di carico è  $\lambda = 0,157$  a cui corrisponde un valore di  $C_0 = 0,039$  che rappresenta la vulnerabilità attuale dell'intera fabbrica.

#### *Gli interventi di miglioramento possibili.*

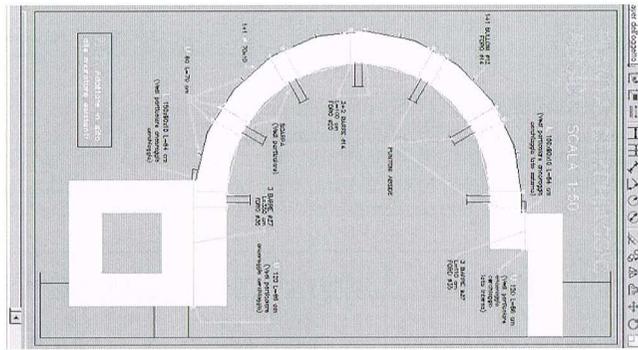
L'intervento di progetto si può suddividere in tre parti principali: riparazione dei danni, miglioramento sismico e restauro.

Questi tre aspetti sono descritti nel seguito.

Ripristino dell'integrità delle murature lesionate mediante interventi diffusi di scuci e cucii; riparazione delle sconnessure delle strutture di copertura provocate dagli scuotimenti sismici e degli elementi lignei degradati.

Miglioramento della risposta sismica dell'abside attraverso il contenimento della spinta radiale dei puntoni mediante la realizzazione di una cerchiatura metallica esterna a livello della linea di gronda.

Collegamento dell'estremità dei puntoni alla muratura mediante collari metallici per impedire lo sfilamento degli stessi in caso di sisma.



Irrigidimento della copertura dell'abside per azioni parallele al piano (funzionamento a lastra) mediante la sostituzione dello scempiato di pannelle con un doppio tavolato incrociato.

Miglioramento della risposta sismica del timpano mediante la posa in opera sulla copertura dell'aula, sopra l'impalcato di pannelle nella zona delimitata dal timpano e dalla seconda capriata, di un tavolato incrociato collegato al cordolo tirante perimetrale e al timpano.

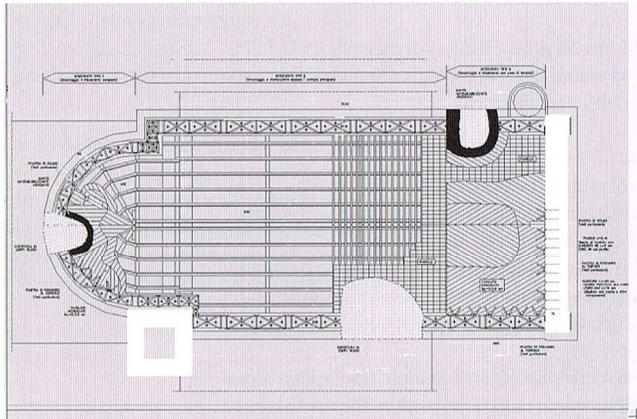


Fig. 25 - progetto esecutivo degli interventi finalizzati alla riduzione del rischio sismico; si noti il tavolato incrociato con funzione di irrigidimento di falda e la mancanza di interventi invasivi in c.a.

Realizzazione di un cordolo tirante adesivo sulla sommità delle pareti delimitanti l'abside e l'aula collegato al tavolato incrociato, ove presente, e alla sottostante muratura mediante cuciture.

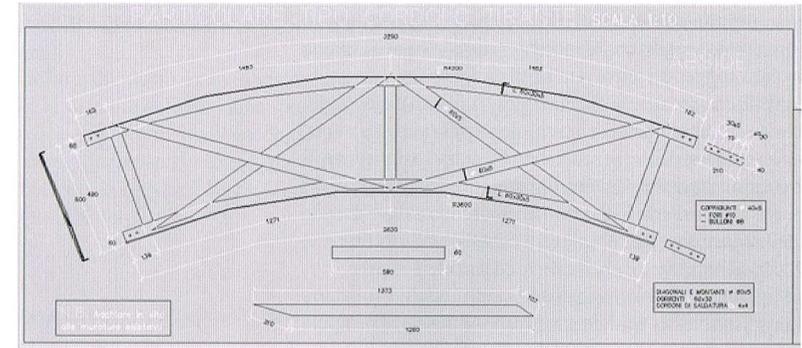


Fig. 26 - particolare del cordolo tirante adesivo sull'abside

Realizzazione dietro la facciata principale di una catena trasversale, posizionata a livello della linea di gronda, collegata alla estremità dei cordoli tiranti collocati sulla sommità delle pareti delimitanti l'aula.

Le motivazioni di un intervento così sviluppato sono le seguenti.

L'edificio nel corso della storia ha subito due eventi sismici severi riportando danni relativamente contenuti che non hanno posto a rischio la stabilità complessiva dell'edificio.

Il sisma del '30 ha provocato lesioni alla sommità del campanile che è l'elemento più sensibile alle azioni orizzontali a causa della conformazione geometrica (elemento snello) e del materiale (laterizio non resistente a trazione).

Il sisma del '72 ha nuovamente danneggiato il campanile ma in misura notevolmente minore grazie anche all'abbassamento della torre campanaria di circa 5 m e all'applicazione di incatenamenti metallici alla sommità della stessa, interventi effettuati in occasione dell'evento sismico precedente. In seguito alla crisi sismica del '72 la parte inferiore della torre campanaria è stata rinforzata attraverso l'introduzione di solai di interpiano in cls.

Sulla base di quanto sopra esposto si può affermare che la struttura portante dell' edificio è in grado di fronteggiare eventi sismici di intensità analoga a quelli del '30 e del '72 riportando sostanzialmente danni relativamente contenuti senza che si pregiudichi gravemente la stabilità complessiva della struttura.

Per consentire alla struttura di esibire tutte le sue risorse in fase sismica è necessario che le murature siano integre e che non ci siano parti soggette a grave rischio di crollo.

Da questa considerazione discende la tipologia e la metodologia di intervento descritta in precedenza che nel seguito viene riassunta. Gli interventi diffusi di scuci e scuci sono finalizzati a ripristinare l' iniziale consistenza delle murature. Il contenimento delle spinte dei puntoni di copertura verso l' esterno è finalizzato ad evitare il crollo locale della copertura e dell' abside ed il trattenimento del timpano è finalizzato ad impedire il ribaltamento ed il martellamento.

Tale tipologia e metodologia di intervento consente di ridurre al minimo gli interventi invasivi e garantisce la stabilità dell' edificio in caso di sismi di intensità analoga a quelli del '30 e del '72.

Qualora si dovessero verificare sismi di intensità superiore, sono attesi danni maggiori fino al crollo dei macroelementi in base al loro moltiplicatore dei carichi riportati al p.to 3.6 della Relazione di calcolo.

Per individuare le caratteristiche litologiche e fisico-meccaniche dei terreni su cui poggia l' edificio e quelle delle fondazioni, è stata effettuata, da parte di un geologo incaricato, una indagine geologico-diagnostica mediante l' esecuzione di un sondaggio con sonda a rotazione, spinto fino alla profondità di 12 m, e un pozzetto esplorativo mediante escavatore. Entrambi sono stati realizzati in adiacenza alla facciata dell' edificio.

Durante la realizzazione del sondaggio sono stati prelevati due campioni di terreno rimaneggiati che sono stati sottoposti a specifiche analisi di laboratorio.

Dato il lungo periodo trascorso dall' edificazione dell' edificio, avvenuta nel 1871, si possono ritenere praticamente conclusi i fenomeni di consolidazione degli strati di terreno sottostanti le fondazioni. Tale fenomeno è stato agevolato, oltre che dal tempo, anche dalla consistenza prevalentemente sabbiosa del terreno.

Le lesioni rilevate in occasione della redazione della Relazione Sommaria sui danni prodotti dal sisma del 97/98 ( Aprile 98), lievi lesioni al pavimento della chiesa e rottura di soglie di porta, non hanno subito, a distanza superiore a tre anni, alcun tipo di evoluzione sostanziale.

Un rinforzo generale dell' intero sistema fondale sarebbe certamente utile, dato il limitato approfondimento dell' attuale piano di imposta e l' assenza di allargamenti apprezzabili della fondazione, ma tale intervento richiederebbe finanziamenti rilevanti. D' altro canto un intervento localizzato su tratti limitati potrebbe innescare un' alterazione dell' attuale stato di equilibrio con conseguenti cedimenti differenziali.

Sulla base di quanto sopra esposto si può in definitiva concludere che le strutture di fondazione sono in grado di sostenere i carichi su di esse gravanti, pertanto, dato che gli interventi di riparazione e miglioramento sismico non comportano aumenti o ridistribuzione dei carichi, le fondazioni non necessitano di interventi specifici di rinforzo.

## **IL PROGETTO DEGLI INTERVENTI E VERIFICA DELLA VULNERABILITÀ FINALE**

### *Interventi in copertura*

Non sono stati programmati interventi modificativi della copertura dell' aula che è risultata pienamente efficiente anche a fronte di eventi nevosi eccezionali verificatisi di recente. Quella dell' abside è stata riparata mediante la sostituzione degli elementi lignei danneggiati e il ripristino della copertura originale in coppi sostenuta da un doppio tavolato incrociato. Sul tavolato è stata posta in opera una guaina bituminosa ardesiata a migliore protezione delle sottostanti decorazioni pittoriche. Si è intervenuto migliorando il collegamento tra capriate e murature d' ambito mediante l' applicazione di collari metallici alle estremità delle capriate.

In corrispondenza della sommità delle murature d' ambito, aquota cornice, verrà posto in opera un cordolo tirante adesivo.

### *Interventi in facciata*

Le operazioni di consolidamento della muratura in facciata e in corrispondenza delle pareti laterali, consentono di fare riferimento a un materiale n° 2 (muratura consolidata) in luogo del materiale valutato inizialmente di tipo 1.

Il miglioramento dell' ammorsamento tra facciata e pareti laterali, consente di considerare il coinvolgimento di queste ultime nei meccanismi relativi alla facciata.

Le falde della copertura nel tratto compreso tra la facciata e la

seconda capriata, saranno irrigidite mediante la posa di un doppio tavolato incrociato sopra l'ordito di pannelle collegato al cordolo tirante disposto sui muri perimetrali e al timpano.

Verrà posta in opera una catena trasversale, ancorata alle estremità del cordolo tirante, a livello della linea di gronda accostata alla faccia interna della facciata.

#### RIBALTAMENTO DEL TIMPANO

I moltiplicatori relativi ai tre cinematismi considerati per tale meccanismo, successivamente agli interventi eseguiti risultano:

cerniera cilindrica a quota  $h_1 \lambda = 0,264$ ;

cerniera cilindrica in corrispondenza del colmo della copertura  $\lambda = 3,67$ ;

cernere oblique  $\lambda = 0,197$ .

La modalità di danneggiamento risultata più probabile si attiva per un valore del moltiplicatore di collasso statico pari  $\lambda = 0,197$ .

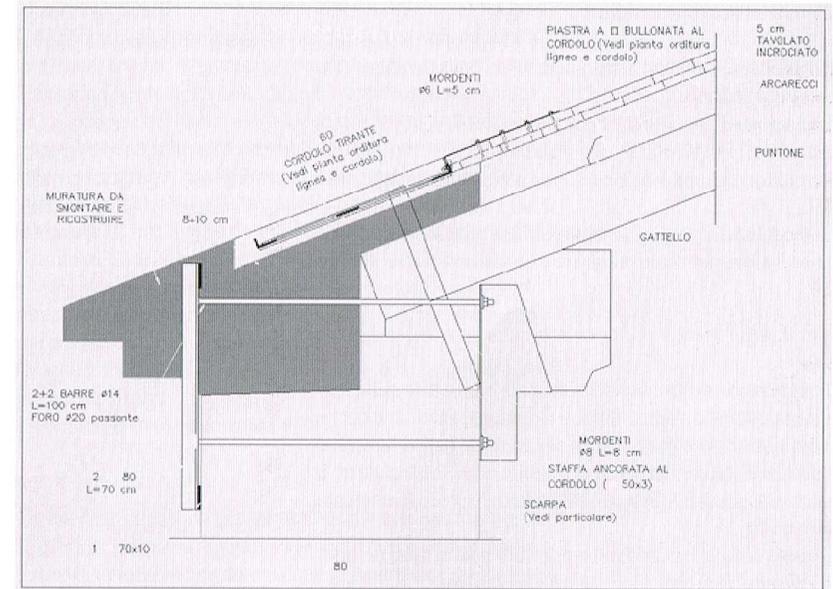
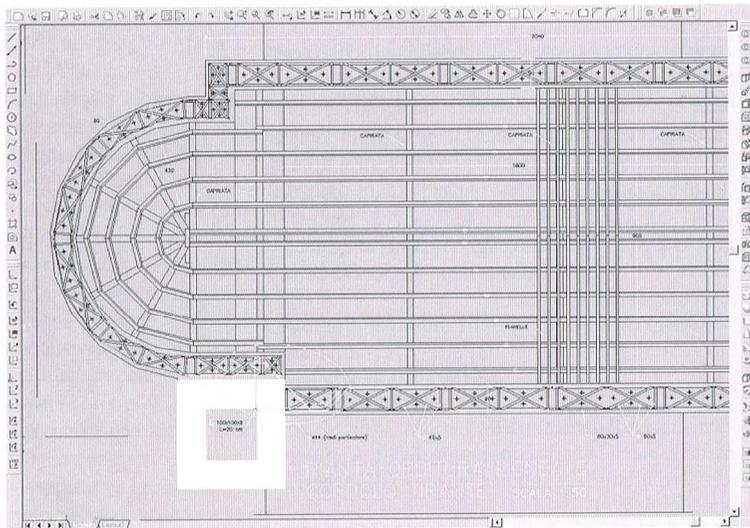


Fig. 28 - esecutivi del cordolo tirante adesivo perimetrale e particolare del collegamento tra capriate e murature perimetrali nella chiesa di S. Giovanni Battista a Roncicelli di Senigallia.

#### RIBALTAMENTO GLOBALE

I moltiplicatori relativi ai cinematismi considerati per tale meccanismo, successivamente agli interventi eseguiti risultano:

cerniera cilindrica in corrispondenza della base della facciata  $\lambda = 0,198$ ;

cernere cilindrica in corrispondenza di una sezione di debolezza per la facciata  $\lambda = 0,237$ ;

formazione di una cerniera al di sotto della catena longitudinale  $\lambda = 0,377$ ;

cerniera cilindrica in corrispondenza della quota della catena longitudinale  $\lambda = 0,157$ .

La modalità di danneggiamento risultata più probabile si attiva per un valore del moltiplicatore di collasso statico pari  $\lambda = 0,157$ .

I moltiplicatori relativi ai tre cinematismi considerati per tale meccanismo risultano:

formazione di una lesione centrale  $\lambda = 0,467$ ;

rottura dei maschi murari alla base  $l = 0,824$ ;

formazione di una lesione trasversale su tutta la facciata  $l = 0,407$ ;

La modalità di danneggiamento risultata più probabile si attiva per un valore del moltiplicatore di collasso statico pari a  $l = 0,407$ .

#### *Interventi sugli elementi che concorrono alla risposta trasversale*

Il miglioramento sismico della risposta trasversale della fabbrica viene ottenuto tramite il consolidamento mediante cucì e scuci della muratura in corrispondenza delle pareti laterali e dell'elemento di irrigidimento valutabile come materiale n° 2 (muratura consolidata 9 in luogo del materiale precedentemente stimato (n° 1).

Le estremità delle capriate saranno collegate ai muri perimetrali mediante collari metallici "cuciti" alla muratura.

Si ritiene non necessario un intervento specificatamente rivolto a contrastare la vulnerabilità relativamente alla risposta trasversale. Infatti gli ambienti adiacenti all'aula centrale costituiscono, con le pareti ortogonali a quelle longitudinali delimitanti l'aula centrale, un valido contrasto alle azioni sismiche trasversali.

#### *Interventi sull'arco trionfale*

Il miglioramento sismico dell'arco trionfale viene ottenuto tramite il consolidamento della muratura mediante cucì e scuci in corrispondenza dell'arco trionfale, dell'abside e delle pareti laterali valutabile come materiale n° 2 in luogo di quello precedentemente stimato.

La vulnerabilità dell'arcone successivamente agli interventi di miglioramento risulta:

meccanismo di ribaltamento dei piedritti  $l = 0,435$ ;

meccanismo di ribaltamento di un solo piedritto  $l = 0,444$ .

Tra le due modalità di danneggiamento considerate quella risultata più probabile e quindi pericolosa si attiva per un valore del moltiplicatore di collasso statico pari a  $l = 0,435$ .

#### *Interventi sull'abside*

Il miglioramento sismico della risposta dell'abside circolare viene ottenuto tramite i seguenti interventi.

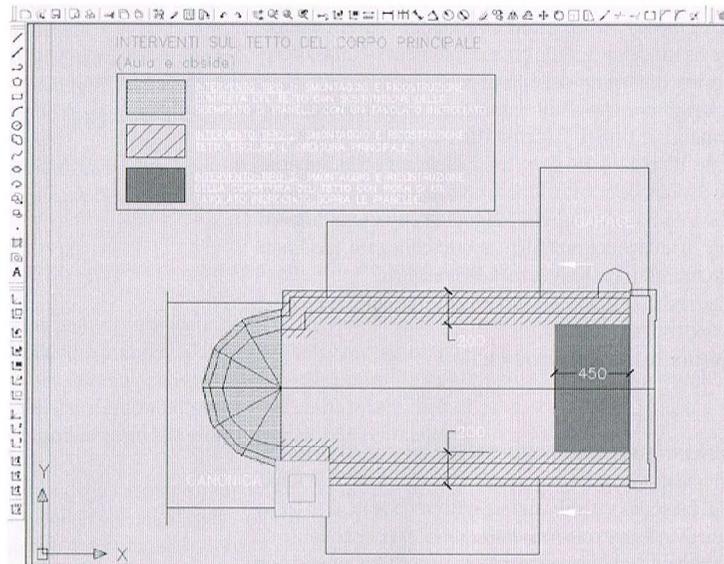
Consolidamento della muratura valutabile ora come materiale n° 2 in luogo del materiale precedentemente stimato. Realizzazione di una cerchiatura delle pareti absidali mediante un piatto metallico che inibisce i possibili cinematismi. La cerchiatura realizzata in materiale tipo n° 2 (acciaio da carpenteria Fe360) si trova a quota 12 m a livello della linea di gronda. Sostituzione dell'ordito di pianelle con un doppio tavolato incrociato. Inserimento all'estremità inferiore dei puntoni di copertura disposti radialmente di un collare metallico aperto collegato, mediante bulloni passanti, alla cerchiatura metallica esterna.

La vulnerabilità dell'abside successivamente agli interventi di miglioramento risulta:

meccanismo di ribaltamento  $l = 4,51$ ;

#### *VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE*

Gli interventi di consolidamento effettuati non hanno modificato i possibili meccanismi di rottura dei macro elementi individuati nello stato di fatto, come risulta dai capitoli precedenti. Il collasso dei macro elementi sopra citati si realizza ancora per ribaltamento o per taglio pertanto lo schiacciamento degli elementi murari non rientra tra le possibili cause di collasso del fabbricato.



Dall'analisi eseguita risultano, per i vari macroelementi, i seguenti moltiplicatori dei carichi indicativi della vulnerabilità successiva agli interventi di miglioramento sismico:

MACROELEMENTO	Vulnerabilità successiva agli interventi $\lambda_{fin}$	$C_{fin} = \lambda_{fin} / \beta = \lambda_{fin} / 4$
Facciata (ribaltamento del timpano)	0,157* (precedente 0.157)	<b>0,039*</b>
facciata (ribaltamento)	0,197 (precedente 0.179)	<b>0,049</b>
facciata (taglio nel piano)	0,407 (precedente 0.397)	<b>0,102</b>
elementi che concorrono alla risposta trasversale	0,187 (precedente 0.187)	<b>0,047</b>
arco trionfale	0,435 (precedente 0.435)	<b>0,109</b>
Abside	4,51 (precedente 0.173)	<b>1,127</b>

\* N.B. Valore sotto stimato poiché il programma non tiene conto dell'ancoraggio del timpano al doppio tavolato.

Nella Tabella seguente si riporta il confronto tra i valori di  $C_o$  e  $C_{fin}$  per i vari meccanismi di rottura esaminati in precedenza.

Confronto tra valori calcolati per il  $C_o$  e il  $C_{fin}$

MACROELEMENTO	$C_o = \lambda_o / \beta = \lambda_o / 4$	$C_{fin} = \lambda_{fin} / \beta = \lambda_{fin} / 4$
Facciata (ribaltamento del timpano)	0,039	0,039*
facciata (ribaltamento)	0,045	0,049
facciata (taglio nel piano)	0,099	0,102
elementi che concorrono alla risposta trasversale	0,047	0,047
arco trionfale	0,109	0,109
Abside	0,043	1,127

Si noti bene che la posa di un doppio tavolato incrociato sopra l'ordito di pannelle, collegato meccanicamente al timpano e al cordolo tirante, comporta un sensibile incremento di rigidità a "lastra" delle falde. Questo intervento determina un evidente miglioramento della capacità resistente che il timpano può esibire in fase sismica. L'entità di tale miglioramento non è numericamente quantificabile perché il modello di calcolo non prevede un simile tipo di intervento in facciata.

Pertanto il moltiplicatore di carico riportato,  $l=0,157$ , (da cui il  $C_{fin}=0,039$ ) si può ritenere certamente un limite inferiore di quello che, realmente conseguito, rappresenta la vulnerabilità attuale dell'intera fabbrica.

#### Verifiche strutture di copertura

Durante l'esecuzione del rilievo della fabbrica, è stato possibile solo visionare le strutture di copertura senza misurare le dimensioni delle aste dell'orditura lignea a causa dell'assenza di un'adeguata struttura di sostegno atta a garantire lo svolgimento dell'operazione in sicurezza.

Nel corso del suddetto rilievo è stato possibile rilevare, per quanto è stato possibile visionare dall'unico punto di osservazione, il buono stato di conservazione delle strutture di copertura, piccola e grossa orditura, e l'assenza di apprezzabili

deformazioni permanenti. L'esecuzione degli innesti tra le aste delle capriate e dei puntoni nella muratura è di buona fattura ed è realizzato mediante intagli e staffe metalliche.

La copertura della fabbrica risale al periodo dalla costruzione della chiesa pertanto ha già subito in passato precipitazioni nevose di carattere eccezionale (negli anni 1930, 1985, 1992) quindi, dato anche il buono stato di conservazione, essa non corre pericolo immediato di crollo e non richiede pertanto interventi urgenti di adeguamento. Nell'ambito dell'intervento proposto in questa relazione, compatibilmente alle disponibilità finanziarie, saranno eseguiti sulla copertura interventi di manutenzione e riparazione con eventuali sostituzione degli elementi irrimediabilmente degradati.

Si raccomanda comunque di procedere all'adeguamento delle strutture di copertura alla normativa vigente sui carichi e sovraccarichi appena saranno disponibili adeguate risorse economiche.

#### Riferimenti bibliografici

- Andreani D.- Castagna R. *L'ingegnere e la sicurezza*, ESA, Roma 1982.
- Ciribini G., *Tecnologia della costruzione*, NIS edit. Roma 1992.
- Angeletti P., M. Ferrini e S. Lagomarsino, 1997, "Rilievo e valutazione della vulnerabilità sismica delle chiese: un esempio in Lunigiana e Garfagnana", Atti del 8° Convegno Nazionale: L'Ingegneria sismica in Italia, vol. 2, Palermo.
- AA.VV., 1998, Criteri di calcolo per la progettazione degli interventi: verifiche sismiche ed esempi per l'applicazione delle direttive tecniche, a cura della Provincia di Perugia, Servizio Sismico Nazionale e Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Editrice Sallustiana, Roma 1998.
- AA.VV., 1998, Commentario al D.M. 16.1.1996 e alla Circ. n.65 del 10.4.1997 del M.LL.PP., a cura di A.N.I.D.I.S. e S.S.N. (coordinatore F. Braga), Lamisco, Potenza.
- AA.VV., 1999, Catalogo parametrico dei terremoti italiani, a cura di ING, GNDT, SGA e SSN, Editrice Compositori, Bologna.
- Binda L., L. Gambarotta, S. Lagomarsino and C. Modena, 1999, "A multilevel approach to the damage assessment and the seismic improvement of masonry buildings in Italy", in *Seismic Damage to Masonry Buildings* (A. Bernardini Ed.), Proceeding of the International Workshop on "Measures of seismic damage to masonry buildings", Monselice, Padova, 1998, A.A. Balkema, Rotterdam.
- Braga F. e Dolce, M., 1982, "Un metodo per l'analisi di edifici multipiano in muratura antisismici", Proc. of the 6 I.B.Ma.C., Roma, 1088-1099.
- Brovelli E., S. Brun, L. Carassale, S. Lagomarsino, A. Lemme, I. Patrignani, S. Podestà e G. Stagno, 1998, "Chiese in Umbria: Il rilievo del danno e della vulnerabilità sismica", *Recupero & Conservazione*, anno III, 21.
- Brovelli E., S. Brun, L. Carassale, S. Lagomarsino, A. Lemme, I. Patrignani, S. Podestà e G. Stagno, 1998, "Imparare dal terremoto per progettare il restauro delle chiese", Atti del XIV Convegno Scienza e Beni Culturali: PROGETTARE I RESTAURI, Bressanone.
- Corsanego A. and S. D'Agostino, 1992, "Guidelines for decisions concerning monuments in Italy", Proceedings of the 10th World Conference on Earthquake Engineering, Madrid, A.A. Balkema.
- Decanini, L., Di Pasquale, G. & Orsini, G. 1997. Considerazioni sui danneggiamenti osservati a seguito del terremoto del 15.10.1996 in Emilia Romagna, Atti del 8° Convegno Nazionale: L'Ingegneria sismica in Italia, vol. 1, Taormina, Palermo: Priulla.
- Di Pasquale S., 1996, *L'arte del costruire. Tra conoscenza e scienza*, Marsilio, Venezia.
- Doglioni F., A. Moretti e V. Petrini, 1994, *Le chiese e il terremoto*, Edizioni LINT, Trieste.
- Gambarotta, L. and Lagomarsino, S. 1997. "Damage models for the seismic response of brick masonry shear walls. Part I: the mortar joint model and its applications. Part II: the continuum model and its applications", *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 26.
- Gavarini C., 1994, "Monument safety in seismic areas", *Earthquake Spectra*, 10.
- Giuffrè A., 1988, *Monumenti e terremoti*, Multigrafica Editrice, Roma.
- Giuffrè A. and C. Carocci, 1996, "Vulnerability and mitigation in historical centres in seismic areas. Criteria for the formulation of a Practice Code".
- Guccione M., 1995, "I monumenti e il terremoto. Note sulla vulnerabilità sismica del patrimonio monumentale della Campania e Basilicata", *I Beni Culturali - tutela e valorizzazione*, anno III, 3.

–Guccione M., Nappi M.R., Recchia A., 1998, Patrimonio culturale e disastri. L'impatto del sisma sui beni monumentali: prospettive di prevenzione, Gangemi Editore.

–Lagomarsino S., A. Brencich, F. Bussolino, A. Moretti, L.C. Pagnini e S. Podestà, 1997, "Una nuova metodologia per il rilievo del danno alle chiese: prime considerazioni sui meccanismi attivati dal sisma", *Ingegneria Sismica*, 3.

–Lagomarsino S., 1998, "A new methodology for the post-earthquake investigation of ancient churches", Proc. of the XI European Conference on Earthquake Engineering, Paris, A.A. Balkema (Abstract Volume & CD-ROM).

–Lagomarsino S., 1999, "Damage survey of ancient churches: the Umbria-Marche experience", in *Seismic Damage to Masonry Buildings* (A. Bernardini Ed.), Proceeding of the International Workshop on "Measures of seismic damage to masonry buildings", Monselice, Padova, 1998, A.A. Balkema, Rotterdam.

–Proietti G., 1994, "Dopo la Polvere", Ministero per i Beni Culturali e Ambientali (5 Tomi), Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.

–Syrmakziz C.A., A. Giuffrè, F. Wenzel and M. Yorulmaz M., 1990, "General report of the Working Group Seismic aspects of preservation of historical monuments of EAEE", Proc. of the IX European Conference on Earthquake Engineering, Moscow, vol. A.

–Syrmakziz C.A., A. Giuffrè and M. Yorulmaz M., 1995, "Report of the Working Group 7: Seismic aspects of preservation of historical monuments", Proc. of the X European Conference on Earthquake Engineering, Wien, 1994, A.A. Balkema, Rotterdam.

–Montagna R. (a cura di) *Normative edilizie e forme del costruito*, Clua edit. Ancona 1999.

–Doglioni Francesco et al. 2000. Per la progettazione degli interventi di riparazione, miglioramento sismico e restauro dei beni architettonici danneggiati dal terremoto Umbro-Marchigiano del 1997. In *Bollettino Ufficiale della Regione Marche*, edizione straordinaria n.15, Regione Marche, Ancona.

–Montagna R. (a cura di) *Il rischio in edilizia, analisi valutazione progetto*, Metauro ediz 2003.

–Montagna R. et al. 2004. *Analisi tipologico-strutturale per la definizione di codici di pratica per la riabilitazione di edifici ad aula*. In: *Gli edifici per il culto dimessi*, Luciano editore, 108-119, Napoli.

–Sacco Elio. 2004. *Rinforzo di strutture murarie*. In *Consolidamento sismico di edifici in calcestruzzo e muratura con materiali compositi*, Newton Centro Studi, Bologna.

–Montagna R., Pandolfi E., "Il comportamento sismico degli edifici di culto" in atti del Seminario Internazionale "Teoria e pratica del costruire: saperi, strumenti, modelli esperienze didattiche e di ricerca a confronto", Ravenna 27-29 ott 2005.

## FONTIARCHIVISTICHE

Archivio vescovile della diocesi di Senigallia

Archivio vescovile della diocesi di Fano, Fossombrone, Cagli e Pergola \* *Rilevamento a cura dell'architetto Atos Bracci*

Archivio vescovile della diocesi di Pesaro

Archivio dell'uff. LL.PP. del Comune di Fano

Archivio dell'uff. LL.PP. del Comune di Pesaro