

**RUE 2014**

# Regolamento Urbanistico ed Edilizio (RUE)

Comune di Faenza

L.R. 24 marzo 2000, n. 20 e s.m.i. - *"Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio"*

A.1.3

**RUE\_ALLEGATI**

## RELAZIONE SULLO STUDIO DI VULNERABILITA' DEL CENTRO STORICO

Adottato con atto di Consiglio dell'Unione della Romagna Faentina n. 30 del 21.07.2014

Approvato con atto di Consiglio dell'Unione della Romagna Faentina n. 11 del 31.03.2015

SINDACO DI FAENZA

Giovanni Malpezzi

ASSESSORE ALLE POLITICHE TERRITORIALI

Matteo Mammini

SINDACO DI CASTEL BOLOGNESE

Daniele Meluzzi

SINDACO DI BRISIGHELLA

Davide Missiroli

PROGETTO

Ennio Nonni

SINDACO DI RIOLO TERME

Alfonso Nicolardi

SINDACO DI CASOLA VALSENI

Nicola Iseppi



SINDACO DI SOLAROLO

Fabio Anconelli



Alla redazione del Regolamento Urbanistico ed Edilizio (RUE) del Comune di Faenza hanno partecipato

**Progetto generale**

Ennio Nonni

**Gruppo di progettazione**

Daniele Babalini  
Federica Drei  
Lucia Marchetti  
Devis Sbarzaglia

**Sistema Informativo Territoriale**

Antonello Impellizzeri

**Elaborazioni**

Cinzia Neri  
Daniele Bernabei

**Aspetti normativi**

Lucio Angelini  
Roberta Darchini

**Procedimento**

Mauro Benericetti  
Tiziana Piancastelli

**Aspetti giuridici**

Deanna Bellini

**Aspetti turistici e statistici**

Claudio Facchini  
Simonetta Torroni

**Aspetti commerciali comunali**

Maurizio Marani

**Aspetti agronomici e forestali**

Luca Catani  
Alvaro Pederzoli

**Aspetti geologici**

Alessandro Poggiali

**Sistema insediativo storico**

Silvia Laghi  
Andrea Gamberini  
Stefano Saviotti

**Archeologia territoriale**

*Soprintendenza Archeologica Regione Emilia-Romagna*  
Chiara Guarnieri  
Claudia Tempesta

**Aziende a rischio di incidente rilevante**

Daniele Bernabei  
Massimo Donati

**Valutazione ambientale**

*Università di Bologna - Dipartimento di Architettura*  
Simona Tondelli (responsabile scientifico)  
Elisa Conticelli  
Stefania Proli  
Stefano Fatone

**Condizione Limite per l'Emergenza**

Analisi sperimentali condotte in collaborazione con  
Dipartimento Protezione Civile e Regione Emilia-Romagna

**Vulnerabilità sismica dell'insediamento urbano e scenari di danno**

Analisi sperimentali condotte in collaborazione con  
Dipartimento Protezione Civile e Regione Emilia-Romagna

**Vulnerabilità sismica del centro storico**

*Università degli Studi di Catania*  
Caterina Carocci (responsabile scientifico)  
Cesare Tocci  
Zaira Barone - Pietro Copani

**Aspetti energetici**

Massimo Alberti  
Mattia Baldacci - Michele Balducci  
Stefano Collina - Claudio Obrizzi  
Pietro Collina - Andrea Montuschi - Christian Fabbi

**Promozione artistica**

*Museo Internazionale delle Ceramiche di Faenza*  
Claudia Casali

**Processo di partecipazione istituzionale**

Massimo Bastiani - Virna Venerucci

**Processo di partecipazione sociale**

Ilaria Nervo

Elaborati del Regolamento Urbanistico ed Edilizio (RUE) del Comune di Faenza

**Hanno carattere prescrittivo nell'ordine:**

Tav. P.1	Schede progetto
Tav. P.2	Norme di Attuazione
Tav. P.3	Progetto - scala 1:5.000 (40 Tavv.)
Tav. P.4	Progetto centro storico - scala 1:2.000 (12 Tavv.)
Tav. P.5	Attività edilizia e procedimenti
Tav. P.6	RIR (Aziende a Rischio di Incidente Rilevante)

**Sono elaborati conoscitivi per l'applicazione del RUE:**

Tav. C.1	Relazione illustrativa
Tav. C.2	Tavola dei vincoli - scala 1:10.000 (56 Tavv.) e Scheda dei vincoli
Tav. C.3	VALSAT (Comprensiva di "Sintesi non tecnica" e "Valutazione di incidenza")
Allegato A.1	Il piano regolatore della sismicità
Allegato A.2	Il piano regolatore dell'energia
Allegato A.3	Emergenze architettoniche fragili con valore storico
Allegato A.4	Partecipazione istituzionale e sociale

**Identificazione preliminare  
delle caratteristiche degli aggregati del centro storico e delle vulnerabilità  
osservate  
(FASE 1)**

*Responsabile:*

Caterina F. Carocci

*Gruppo di lavoro:*

Cesare Tocci, Maria Rosaria Vitale, Zaira Barone, Chiara Circo, Pietro Copani,  
Margherita Costa, Luciano Scuderi, Lucia Marchetti



## INDICE

1. PREMESSA
2. METODOLOGIA E FINALITÀ
  - 2.1 Identificazione degli aggregati
  - 2.2 Fattori di vulnerabilità
  - 2.3 Fattori di resistenza
3. DATI DI BASE
  - 3.1 Materiali di base forniti dal Comune di Faenza
  - 3.2 Materiali di base reperiti ad hoc
4. RILIEVO SPEDITIVO E VERIFICA DEGLI AGGREGATI
  - 4.1 Materiali elaborati per la esecuzione del rilievo sul campo
  - 4.2 Organizzazione ed esecuzione del rilievo sul campo
5. RISULTATI
  - 5.1 La carta di identificazione di Aggregati e sub-aggregati
  - 5.2 Fattori di vulnerabilità dovuti alle caratteristiche di impianto del tessuto e delle tipologie edilizie
    - 5.2.1 *La casa muraria e il tessuto edilizio storico: caratteristiche generalizzate*
    - 5.2.2 *La ricostruzione post bellica*
    - 5.2.3 *Tipi edilizi*
  - 5.3 Fattori di vulnerabilità dovuti alla tecnica costruttiva locale e alle trasformazioni
    - 5.3.1 *Tessiture murarie*
    - 5.3.2 *Orizzontamenti lignei e voltati*
    - 5.3.3 *Trasformazioni*
  - 5.4 Fattori di resistenza della tecnica costruttiva locale
  - 5.5 Quadri fessurativi
  - 5.6 La carta delle vulnerabilità osservate sul tessuto edilizio

ALLEGATO: proposte per la Identificazione di un aggregato campione da analizzare nella seconda fase di lavoro





## 1- Premessa

In data 21 luglio 2011 (prot. n. 657) è stata stipulata una convenzione tra il Comune di Faenza e il Dipartimento di Architettura della Università di Catania (DARC) “per la realizzazione delle analisi di vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi nel centro storico di Faenza”.

La suddetta convenzione prevede la realizzazione di attività di studio finalizzate alla definizione di strategie urbanistiche atte a supportare interventi anche privati di miglioramento sismico sugli edifici del centro storico.

Le attività di studio sono suddivise in 3 fasi, ciascuna delle quali ha come scopo il conseguimento dei seguenti risultati:

FASE 1: identificazione e mappatura delle vulnerabilità sismiche del tessuto residenziale del centro storico;

FASE 2: definizione di una procedura di analisi, interpretazione e progetto applicata su un aggregato rappresentativo del tessuto del centro storico;

FASE 3: stesura di linee guida contenenti le indicazioni di progetto per la mitigazione della vulnerabilità degli aggregati edilizi murari del centro storico.

I risultati di tali attività, opportunamente vagliati da parte del Comune, saranno inseriti nel Regolamento Urbanistico Edilizio in forma di indicazioni per la valutazione e la riduzione della vulnerabilità sismica degli edifici in aggregato, come previsto dalla L.R. 20/2000, art. 7ter, (Misure urbanistiche per incentivare la qualificazione del patrimonio edilizio esistente), comma c ( ... incentivare la realizzazione di interventi di adeguamento o miglioramento sismico ... ).

La presente relazione illustra i risultati della FASE 1 che era finalizzata alla disamina speditiva dell'intero centro storico per la identificazione delle problematiche sismiche ricorrenti sul costruito in aggregato.

Tale analisi ha condotto, come previsto nella convenzione, alla realizzazione dei seguenti elaborati:

a) Carta degli aggregati del centro storico corredata dei criteri adottati per la identificazione (scala 1:2000);

b) Carta delle vulnerabilità e delle resistenze osservate sugli aggregati mediante rilievo speditivo corredata di legenda esplicativa (scala 1:2000);

c) documento sintetico finalizzato alla selezione di un aggregato campione sul quale condurre le attività previste nella FASE 2 (Allegato 1 alla presente relazione).

Si espongono nel seguito, i dati di base raccolti e utilizzati (sia quelli messi a disposizione dal Comune che quelli autonomamente collazionati), le metodologie utilizzate come fondamento delle analisi condotte e i risultati ottenuti.

Sono parte integrante della presente relazione le due Carte e l'Allegato 1.



## 2- Metodologia e finalità

Lo scopo dell'indagine di vulnerabilità del tessuto residenziale del centro storico di Faenza è quello di condurre una valutazione qualitativa preliminare dell'attitudine degli edifici in aggregato a subire danni durante un evento sismico, identificando i fattori presenti nella attuale configurazione che potrebbero produrre un peggioramento della risposta sismica, anche a causa delle interazioni tra gli edifici contigui facenti parte del medesimo aggregato.

Il criterio base su cui l'indagine è stata condotta è costituito da un approccio conoscitivo della realtà costruita, del suo stato di conservazione attuale e delle trasformazioni evolutive o traumatiche che lo hanno portato alla attuale consistenza.

Il confronto tra le problematiche individuate (fattori di vulnerabilità) e alle peculiarità positive della tecnica costruttiva locale che possono essere identificate come punti di forza dell'edificato (fattori di resistenza) permette di comporre un primo quadro generale della suscettibilità dell'edificato del centro storico nei confronti del terremoto.

Gli obiettivi della fase 1 sono conseguiti mediante la disamina critica delle informazioni sul costruito del centro storico fornite dal comune e attraverso un sopralluogo speditivo esteso all'intero centro storico. Le osservazioni del costruito sono state condotte dall'esterno ed estese ove possibile nelle corti e negli spazi interni degli aggregati. La scala di osservazione è quella dell'aggregato, con alcuni approfondimenti a livello del tipo edilizio presente nel tessuto.

### 2.1 Identificazione degli aggregati

Obiettivo preliminare alle osservazioni sulla vulnerabilità degli aggregati è quello della loro identificazione nella accezione introdotta dalla recente norma sismica (NTC 2008, cap. 08; circolare n. 617 2/2/2009, cap. C.08 e C.11.3).

La finalità è la identificazione degli aggregati del centro storico mediante la definizione dei loro confini e la attribuzione di codice alfanumerico (identificativo).

La procedura utilizzata per realizzare tale obiettivo è stata quella di osservare (percorrendo tutte le strade) i limiti tra gli isolati adiacenti e, all'interno di ciascun isolato i rapporti di contiguità tra gli edifici contermini.

In molti casi infatti si è evidenziato che l'isolato corrisponde di fatto all'aggregato, ma non sempre. Sia per la presenza di elementi puntuali di connessione tra isolati adiacenti (sovrappassi, archi di sbatacchio,

ecc), sia per la assenza di edificato interconnesso all'interno dell'isolato (isolati "scarichi"), la effettiva identificazione dell'aggregato può a volte risultare non immediata.

## 2.2 Fattori di vulnerabilità

La finalità della osservazione speditiva degli aggregati precedentemente identificati è la evidenziazione dei fattori di vulnerabilità e di resistenza ricorrenti sull'edificato con conseguente mappatura su una planimetria in scala 1:2000 che utilizza una legenda predisposta ad hoc.

Nella disamina i fattori di vulnerabilità vengono suddivisi in: "vulnerabilità intrinseche" e "vulnerabilità di trasformazione".

Le prime sono quelle che emergono dalla modalità di prima edificazione sia a livello di impianto dell'organismo architettonico, che a livello di aggregazione tra gli organismi, che infine in rapporto alla tecnica costruttiva utilizzata.

Le vulnerabilità "di trasformazione" sono quelle che introdotte in momenti successive alla prima edificazione, introdotte durante fasi di trasformazione storiche (evoluzione dei tessuti) ovvero mediante trasformazioni recenti (spesso attuate con tecniche differenti e incompatibili con la tecnica originaria).

### **Vulnerabilità intrinseche**

Caratteristici esempi di vulnerabilità intrinseche sono quelli che discendono dalla configurazione degli edifici e dalla loro posizione nel tessuto urbano.

Ad esempio: la presenza di androni voltati nei palazzi con corte interna (possibilità di problemi di contenimento delle spinte); presenza di all'interno della corte di portici e logge (eventualità di presenza di introdurre punti critici per gli elementi puntuali).

Ancora, negli edifici seriali con passo monocellulare sul fronte (case a schiera) le caratteristiche di impianto possono evidenziare situazioni di debolezza: la distanza tra le pareti trasversali a quella di facciata determina la luce libera orizzontale, come l'altezza dell'interpiano (distanza tra le due strutture di orizzontamento) determina la snellezza verticale della parete esposta. Infine, in generale la disposizione delle aperture sui fronti che deriva dal tipo edilizio può evidenziare ricorrenze negative per la trasmissione dei carichi verso le strutture fondali (disallineamento delle aperture).

Oltre alla configurazione d'assieme, anche la tecnica costruttiva locale (caratteristiche degli elementi costruttivi, degli assemblaggi e delle connessioni; compresi gli eventuali dispositivi di presidio sismico riscontrabili) determina la presenza di punti di debolezza che sono qui denominati come vulnerabilità intrinseche. La disamina speditiva degli elementi costruttivi (muri, orizzontamenti; coperture; ecc) e dei loro

assemblaggi viene eseguita allo scopo di evidenziarne le eventuali precarietà originarie, in modo da comporle nel quadro preliminare delle conoscenze dell'edificato murario storico.

### **Vulnerabilità di trasformazione**

Sono da annoverare tra le vulnerabilità denominate "di trasformazione" le precarietà derivanti dallo stato di conservazione degli edifici (dissesti e degrado attuale osservabile) e dal loro grado di trasformazione (manomissioni e alterazioni).

Caratteristici esempi di vulnerabilità "di trasformazione" sono le trasformazioni incongrue che introducono un mal funzionamento statico nella costruzione (ad esempio, le sopraelevazioni con arretramento della parete su strada, o le eliminazioni di ingenti porzioni di pareti murarie), le situazioni di dissesto statico ovvero di degrado avanzato, le alterazioni da trasformazione che possono introdurre indebolimenti complessivi della struttura muraria.

### **2.3 Fattori di resistenza**

I punti di forza di cui dispone l'edificato vengono evidenziati alla stregua delle vulnerabilità e vengono denominati fattori di resistenza o fattori positivi. Anche questi sono identificati durante la osservazione diretta del costruito.

Tipico esempio è quello della presenza di incatenamenti (posti sia in fase edificatoria che come riparazione) che sono un corredo non strettamente richiesto per il buon funzionamento della costruzione muraria, e che vanno quindi pensati come una consapevolezza aggiuntiva alla pratica corrente dei costruttori.

Ma non solo: anche a livello di fasi di evoluzione/trasformazione possono essere letti dei cambiamenti che hanno incrementato la capacità di risposta al sisma da parte degli edifici. Ad esempio, trasformazioni dei fronti che tendono ad ridurre (mediante la aggiunta di volumi di sopraelevazione o di sovrappasso) la quantità delle pareti esposte, cioè quelle che possono esibire in occasione di un evento sismico meccanismi fuori piano.

## **3- Dati di base**

La ricerca preliminare al lavoro oggetto della convenzione è stata volta al reperimento dei materiali cartografici di base e di informazioni bibliografiche, iconografiche e archivistiche.

Qui di seguito si elencano i materiali di partenza (sia quelli forniti dal comune che quelli recuperati autonomamente) utilizzati per la preparazione allo svolgimento del rilievo speditivo e il lavoro che su ciascuno di questi è stato svolto.

### 3.1 Materiali di base forniti dal Comune

I primi materiali di base sono stati forniti dal Comune di Faenza e sono raggruppabili in quattro categorie: catasti e cartografie storiche, cartografia varia attuale, fotografie aeree, rilievi. Per ciascuna categoria si elencano di seguito i materiali messi a disposizione dal Comune e le relative rielaborazioni.

Alcune di queste carte, fornite in fogli separati, sono state riunificate in mappe unitarie comprendenti l'intero centro storico (figure da 3.1 a 3.3).

#### **Catasti e cartografie storiche**

---

1.	Mappa del Catasto Pontificio, 1830	1.1 - Centro storico, scala di doppia canna 1.2 - Borgo Durbecco, scala di doppia canna
2	Mappa del Catasto post-unitario, 1875	2.1 - Centro storico, scala 1:2000 2.2 - Borgo Durbecco, scala 1:1000
3	Mappa del catasto italiano, 1922	3.1 Foglio CXLVII (Centro storico), scala 1:1000 3.2 Foglio CXLVIII (Centro storico), scala 1:1000 3.3 Foglio CXLIX (Centro storico), scala 1:1000 3.4 Foglio CL (Centro storico), scala 1:1000 3.5 Foglio CLI (Borgo Durbecco), scala 1:1000
4	Mappa del centro urbano, 1930	

---

#### **Cartografia varia attuale**

---

1	Carta tecnica regionale, 1985, 1:5000	
2	Piano regolatore generale, 1980	2.1 Tav. A 9.5, Analisi del centro storico, trasformazione storica del tessuto urbanistico, effetto degli eventi bellici anno 1945
3	Piano regolatore generale, 1996	3.1 Tav. P 4.1, Centro storico: le categorie di intervento, 1:2000 3.2 Tav. P 5.1, Centro storico: le politiche di intervento, 1:2000 3.3 alterazioni, analisi tipologica, categorie di intervento, consistenza tessuto storico, incompatibilità, politiche di intervento, spazi aperti
4	Schede di ambiti storici con disciplina specifica	
5	Piano Strutturale Comunale Associato dell'ambito faentino, 2009	

---

## **Fotografie aeree**

---

1	Fotografia aerea, 1944
2	Fotografia aerea, 1978

---

## **Rilievi**

---

1	Rilievi di tipologie edilizie del Centro storico	1.1 Casa a corte, scala 1:200
		1.2 Casa a schiera, scala 1:200
		1.3 Casa a schiera più corte, scala 1:200

---

### **3.2 Materiali di base reperiti ad hoc**

I materiali di base forniti dal Comune sono stati completati, ove parziali, ed integrati da materiali provenienti da altre fonti di tipo bibliografico, iconografico ed archivistico e dall'utilizzo di risorse on-line. Si segnalano di seguito sinteticamente gli esiti delle ricerche condotte, indicando per brevità solo i materiali reperiti e poi effettivamente utilizzati per lo svolgimento del lavoro.

### **Ricerca bibliografica**

La prima fase di ricerca bibliografica è stata effettuata prevalentemente presso la Biblioteca nazionale di Roma e presso la Biblioteca comunale di Faenza. La ricognizione è stata selettivamente indirizzata alle finalità del lavoro da svolgere ed è stata pertanto rivolta al reperimento di informazioni riguardanti la formazione e le trasformazioni della struttura urbana del centro storico, ad individuarne le principali caratteristiche attraverso la identificazione delle tipologie edilizie ricorrenti all'interno del centro storico, le loro modalità aggregative e le relative modalità costruttive; nel contempo, la ricerca è stata orientata a verificare la consistenza attuale del tessuto urbano, in relazione a eventi trasformativi di grande rilevanza, con particolare riguardo alla fase tardo ottocentesca e, soprattutto, alla ricostruzione del secondo dopoguerra.

Un primo filone di ricerca è stato rivolto al reperimento di testi sulla tradizione costruttiva e la cultura architettonica faentina e sulle trasformazioni del tessuto urbano. Un secondo filone ha riguardato le distruzioni conseguenti agli eventi bellici della Seconda guerra mondiale, da cui la città di Faenza è stata pesantemente colpita. Il terzo filone di ricerche è stato rivolto al reperimento di iconografia e di immagini storiche della città.

### **Ricerca iconografica**

La ricerca iconografia e fotografica, avviata attraverso alcuni testi di raccolte di immagini, è stata completata attraverso la consultazione del materiale custodito presso la Fototeca Manfrediana.

L'associazione Fototeca Manfrediana (che fa capo al Dopo Lavoro Ferroviario di Faenza) è stata individuata nel corso delle ricerche sul materiale disponibile online. Il gruppo di giovani che dal 2010 gestisce il patrimonio fotografico storico si è reso disponibile a condividere il materiale a loro disposizione già prima dell'indagine sul campo, fornendo preventivamente l'elenco di didascalie delle circa 5000 immagini conservate nell'archivio della Fototeca.

Nel corso dei due incontri avvenuti a Faenza, e con l'autorizzazione del presidente del DLF Angelo Goldoni, è stato possibile consultare il materiale fotografico su supporto digitale e di conseguenza acquisire circa 2800 immagini, ritenute utili allo studio in esame. Le immagini acquisite fanno parte di 21 sezioni dell'archivio della Fototeca, e testimoniano dei luoghi più significativi del centro storico e dei momenti più salienti della storia faentina dell'ultimo secolo e mezzo. In particolare, sono uno strumento fondamentale per la conoscenza del tessuto urbano prima dei bombardamenti del 1944 e della successiva fase della ricostruzione.

### **Ricerca archivistica**

La ricerca archivistica ha prevalentemente esplorato la fase della ricostruzione edilizia postbellica. La ricognizione è stata svolta presso i tre archivi principali in cui sono custodite le pratiche edilizie del periodo ed è stata svolta secondo due direttrici principali: da una parte sono stati esaminati i materiali relativi alle richieste di finanziamento per la ricostruzione di singoli edifici presentate dai proprietari al Genio Civile ed agli Uffici tecnici comunali, principali enti di riferimento per tale attività; dall'altra sono stati rintracciati ed analizzati gli elaborati completi del Piano di ricostruzione di Domenico Sandri, Vincenzo Fasolo, e Mario Pinchera e gli incartamenti relativi al dibattito pubblico che ne accompagnò l'elaborazione e le diverse redazioni.

L'incrocio della ricognizione fra i tre archivi ha consentito di colmare le lacune determinate dal non completo versamento di tutti i fondi comunali presso le due sezioni dell'Archivio di Stato ed ha permesso di ricostruire esaurientemente questa importante fase edilizia della città che, nel corso del conflitto, aveva subito distruzioni definitive per una percentuale del 30% del proprio patrimonio edilizio e danneggiamenti per una percentuale del 50%.

Per ciascun archivio vengono di seguito elencati i fondi esplorati.

### ***Archivio di Stato di Faenza***

L'indagine presso l'Archivio di Stato di Faenza è stata concentrata sui fondi versati dal Comune e, prevalentemente, sulla Categoria X, riguardante l'attività edilizia e quella ricostruttiva nel periodo post-bellico. Sono stati anche puntualmente esplorati i materiali della Categoria VIII, relativamente ai danni di guerra e le Categorie V, e XI riguardo ad alcune opere pubbliche rilevanti eseguite prima e dopo la guerra.



anno	buste consultate
1924,	Cat. V, b. 15
1942,	Cat. XI, b. 21 Cat. XI, b. 22
1945	Cat. VIII, b. 16, b. 17 Cat. X, b. 26,
1946	Cat. IX, b. 31, b.32, b.33, b.35
1947	Cat. X, b. 30, b.36
1949	Cat. X, b. 30,
1950	Cat. X, b. 32, b.33, b.34
1951	Cat. X, b. 34, b.35, b.36
1952	Cat. X, b. 51, b. 52, b.53

### ***Archivio comunale di Faenza***

Presso l'archivio comunale di Faenza sono stati reperiti i materiali relativi alla redazione del piano di ricostruzione non ancora versati alla sezione cittadina dell'Archivio di Stato. Oltre alle tavole del piano nelle differenti versioni di redazione, sono stati consultati i carteggi relativi al dibattito che ne accompagnò l'elaborazione a partire dal 1946 e l'approvazione nel 1957.

### ***Archivio di Stato di Ravenna***

Il fondo consultato presso l'Archivio di Stato di Ravenna è quello contenente i materiali versati dal Genio civile e relativo alle richieste di contributo da parte di privati proprietari per la riparazione dei danni di guerra nella città di Faenza.

#### buste consultate

---

Genio civile, Danni di guerra. Richieste nominative di privati, Faenza, b. 2;  
 Genio civile, Danni di guerra. Richieste nominative di privati, Faenza, b. 3;  
 Genio civile, Danni di guerra. Richieste nominative di privati, Faenza, b. 4;  
 Genio civile, Danni di guerra. Richieste nominative di privati, Faenza, b. 20.

### ***Ricerche via internet***

Le ricerche via internet hanno interessato sia la fase preliminare di raccolta dei testi bibliografici sia il reperimento di materiale già disponibile presso risorse on-line. In particolare si segnalano le ricerche condotta presso il sito Dicoter (Archivio piani regolatori generali) del Ministero dei Lavori pubblici e il sito RAPU (Rete Archivi Piani Urbanistici), che è un archivio virtuale di strumenti di pianificazione urbanistica e dei relativi documenti. L'archivio è costituito da collezioni di materiali di piano digitalizzati i cui originali sono conservati in sedi distribuite su tutto il territorio nazionale. Presso il sito del RAPU è stata reperita una delle

tavole del Piano di ricostruzione del 1957 (figura 3.4), a partire dalla quale sono state avviate le successive ricerche.



Figura 3.1: rimontaggio del catasto del 1830



Figura 3.2 rimontaggio del catasto del 1922

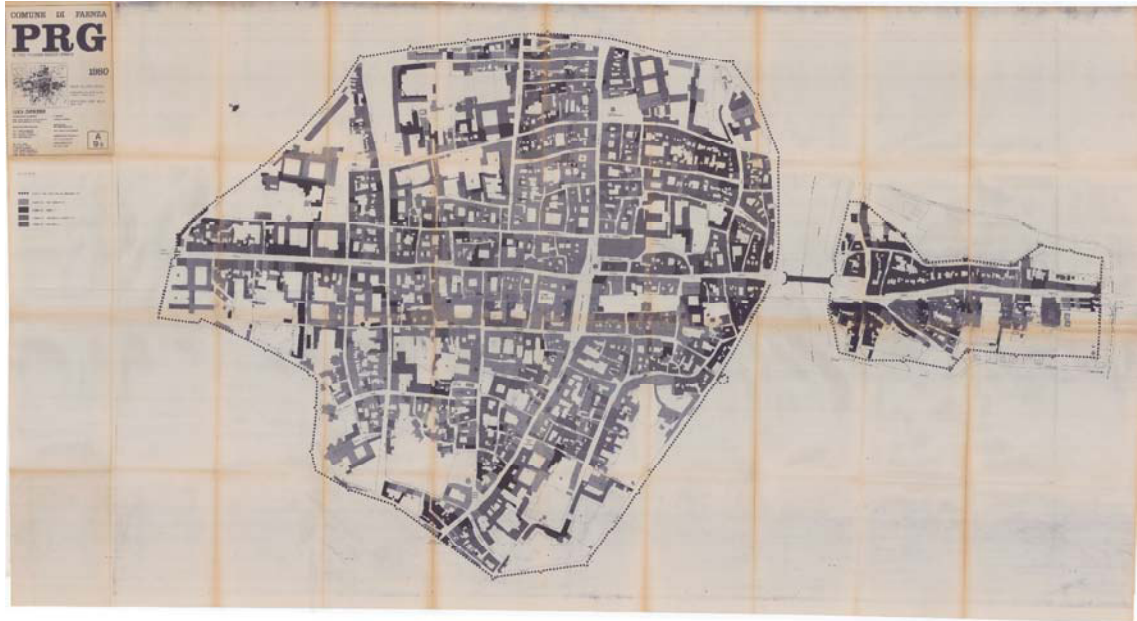


Figura 3.3 PRG 1980, Analisi del danno bellico

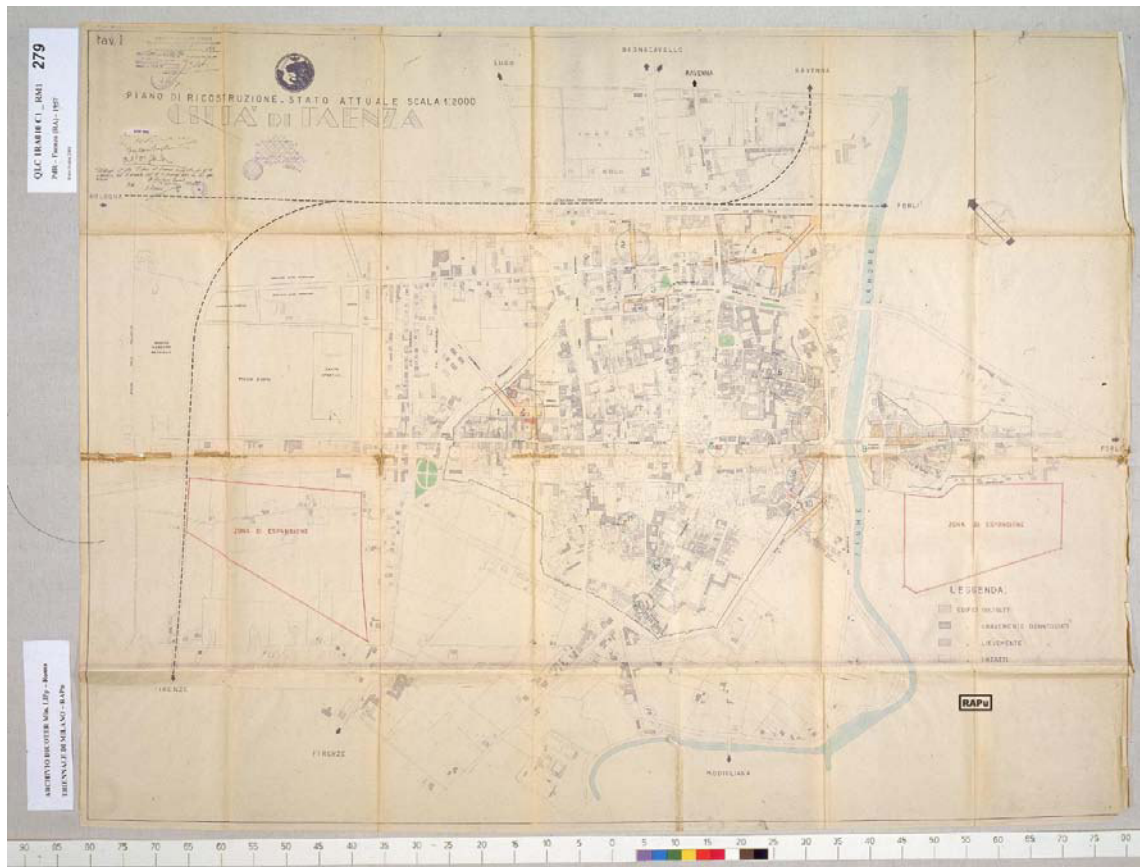


Figura 3.4 Piano di ricostruzione, 1957, Tav. 1, Stato attuale, scala 1:2000 (RAPu)

#### **4- Rilievo speditivo e verifica degli aggregati**

Il rilievo speditivo degli aggregati è stato organizzato secondo due fasi di lavoro.

La prima fase, quella preliminare, ha riguardato la raccolta e l'analisi del materiale di base fornito dal Comune, integrato da quelli reperiti attraverso specifiche ricerche bibliografiche o ricavati da risorse disponibili on-line. Sulla scorta di questa disamina preliminare sono stati prodotti i materiali necessari all'esecuzione del rilievo sul campo.

La seconda fase, svolta sul campo, è stata dedicata più specificamente alla realizzazione del rilievo speditivo, attraverso una campagna di sopralluoghi nel centro storico condotta nell'arco di una settimana.

##### **4.1 Materiali elaborati per la esecuzione del rilievo sul campo**

Il lavoro preliminare all'esecuzione del rilievo speditivo del centro storico ha riguardato la disamina e la rielaborazione dei materiali testuali e cartografici forniti e reperiti ad hoc.

Le informazioni provenienti dalle ricerche bibliografiche ed iconografiche sono confluite in una prima sintesi di lettura organizzata per rioni.

Contestualmente, l'analisi del materiale cartografico reperito ha consentito lo studio della configurazione dell'edificato urbano, condotto attraverso il confronto fra la cartografia di base e l'osservazione delle immagini fotografiche disponibili su Internet.

Sulla scorta di tali verifiche sono state redatte la mappa del centro storico con l'individuazione preliminare degli aggregati e le carte base per ciascun isolato utilizzate per la ricognizione sul campo.

Gli esiti ed i materiali predisposti in questa prima fase di analisi sono descritti di seguito.

##### ***I documenti di lettura***

I documenti di lettura hanno progressivamente individuato all'interno dei rioni l'edilizia non residenziale speciale (chiese), l'edilizia residenziale speciale (palazzi, conventi e monasteri), l'edilizia residenziale di base, con lo scopo di rilevarne l'organizzazione di impianto, le condizioni di bordo e di contatto, le caratteristiche tipologiche ed aggregative.

Attraverso il confronto fra i catastali storici e quelli attuali, l'indagine ha inoltre messo in rilievo la presenza dei canali, interrati o ancora esistenti, e le principali trasformazioni urbanistiche che, per via di sostituzione o eliminazione di porzioni di tessuto, possono avere indebolito le porzioni residue o comunque alterato il loro comportamento.

##### ***La mappa del centro storico con l'individuazione preliminare degli aggregati***

La mappa è stata redatta sulla base della planimetria catastale attuale, in scala 1:2000.

Il primo controllo della cartografia di base è stato condotto attraverso il confronto con le immagini aeree disponibili on-line: fotografie zenitali di Google (<http://maps.google.it/maps>) e volumetriche di Bing (<http://www.bing.com/maps>). Ove possibile, si è proceduto alla verifica degli accostamenti murari e delle addizioni fra i corpi di fabbrica. Sulla scorta di questi riscontri, sono state apportate le modifiche alla cartografia di base e si è proceduto alla numerazione provvisoria degli aggregati.

Il criterio utilizzato per la loro individuazione è stato quello di una sostanziale identificazione fra isolato ed aggregato edilizio e si è convenzionalmente stabilito che:

- l'isolato/aggregato è una porzione di tessuto urbano fisicamente separata dalle altre;
- il perimetro dell'isolato/aggregato è percorribile senza oltrepassare delimitazioni permanenti o temporanee (pareti di confine, androni, ecc.);
- l'isolato/aggregato può contenere all'interno del suo perimetro spazi non edificati più o meno estesi in superficie.
- l'isolato/aggregato può essere costituito a sua volta da sub-unità autonomamente individuabili, ma collegate fra loro da elementi di connessione (sottopassi, muri di cinta, ecc.).

La numerazione si compone di una lettera identificativa del rione di appartenenza e di un numero progressivo (G01, N07). All'interno di un aggregato, le sub-unità prendono la numerazione dell'aggregato, seguita da lettere progressive (G01a, N07b).

La definitiva verifica della numerazione proposta è stata effettuata nella successiva fase di rilievo sul campo.

### ***Le carte degli aggregati***

Per ciascun aggregato individuato e numerato è stato predisposto un fascicolo su cui annotare le informazioni raccolte sul campo. La raccolta delle osservazioni è stata registrata sullo stralcio della mappa catastale attuale in scala 1:2000. Nel fascicolo sono stati di seguito allegati gli stralci dei catasti del 1830 e del 1922, al fine di valutare, mediante il confronto fra le carte, eventuali trasformazioni dell'assetto edilizio (demolizioni o accorpamenti di fabbriche, interrimento di canali, ecc.).

## **4.2 Organizzazione ed esecuzione del rilievo sul campo**

Il lavoro di rilievo sul campo è stato organizzato attraverso la suddivisione del centro storico in cinque aree corrispondenti ai rioni storici. I sopralluoghi sono stati condotti da quattro squadre di due persone ciascuna.

Operazione preliminare a tutto il lavoro sul campo è stata la verifica della individuazione degli aggregati proposta in fase di redazione della carta base. Laddove sono state riscontrate difformità rispetto ai dati cartografici esistenti, si è proceduto alla ridefinizione degli aggregati ed alla revisione della loro numerazione.

La ricognizione è stata quindi svolta a partire da un sistematico rilievo fotografico delle fronti su strada, seguendo il senso di percorrenza del perimetro dell'isolato. Contestualmente si è proceduto alla annotazione delle osservazioni sui fascicoli predisposti per il rilievo di campagna. I dati raccolti nella fase di lavoro sul campo sono stati collazionati in fascicoli di appunti suddivisi per rioni ed accompagnati, ove necessario, da una selezione di immagini fotografiche esplicative.

Il rilievo speditivo si è di norma limitato alla esplorazione delle sole compagini esterne ma, dove è stato possibile accedere, è stato esteso anche alle corti ed agli spazi interni, allo scopo di raccogliere informazioni integrative sulle caratteristiche costruttive, sulla consistenza edilizia e sull'impianto tipologico degli edifici interessati.

L'acquisizione delle informazioni è stata organizzata secondo diverse scale di osservazione, suddivise per ambiti tematici, sulla base di una prima proposta di legenda ragionata delle vulnerabilità e delle resistenze, che è stata in seguito verificata, corretta ed integrata sul campo. Il quadro conoscitivo derivato dal complesso delle osservazioni ha costituito la base per la successiva redazione della carta del centro storico con l'individuazione dei fattori di vulnerabilità e resistenza contenuta nella tavola 2 allegata alla presente relazione (figure 4.1 e 4.2).

Di seguito si riportano le indicazioni relative alle osservazioni condotte sul complesso degli aggregati, sulle tipologie edilizie riscontrate, sui caratteri costruttivi, sul linguaggio architettonico e sullo stato di conservazione e di trasformazione dell'edificato.

Osservazioni sugli aggregati	Osservazioni sulle tipologie edilizie
individuazione dell'aggregato e delle sue sotto-unità (verifica)	passo murario (distanza tra le pareti ortogonali al fronte);
consistenza edilizia e presenza di vuoti e spazi ineditati;	posizione delle aperture sul fronte strada
individuazione di edilizia speciale residenziale e non residenziale;	profondità del corpo di fabbrica;
distinzione tra edifici antichi, nuovi, sostituiti;	posizione della scala;
discontinuità, accostamenti e connessioni fra corpi di fabbrica;	altezza media di interpiano (luce libera verticale);
modifiche, trasformazioni, demolizioni di porzioni di tessuto urbano;	differenze di altezza tra cellule contigue;
presenza di canali.	presenza e configurazione androni;
	presenza e configurazione nella corte di portici e logge.

### Osservazioni sulla tecnica costruttiva

pareti di elevazione:	<ul style="list-style-type: none"><li>- spessori murari (ed eventuali rastremazioni ai diversi livelli);</li><li>- tessiture murarie;</li></ul>
orizzontamenti:	<ul style="list-style-type: none"><li>- tipologia volte e caratteristiche delle imposte;</li><li>- orditura solai e dimensione elementi;</li><li>- orditura coperture e dimensione elementi;</li></ul>
connessioni:	<ul style="list-style-type: none"><li>- parete/parete (muri accostati o ammorsati, presenza di incatenamenti),</li><li>- presenza di archi di contrasto o volumi di sovrappasso;</li><li>- parete/orizzontamento.</li></ul>

### Osservazioni sullo stato di conservazione e sulle trasformazioni

dissesti:	<ul style="list-style-type: none"><li>- lesioni (andamento e localizzazione);</li><li>- spancamenti e fuoripiombo;</li><li>- deformate degli orizzontamenti;</li></ul>
degrado:	<ul style="list-style-type: none"><li>- pareti;</li><li>- orizzontamenti;</li></ul>
trasformazioni:	<ul style="list-style-type: none"><li>- eliminazione di pareti ortogonali al fronte (al piano terra per i negozi; ai piani superiori per rifusioni di cellule);</li><li>- presenza di piani di sopraelevazione (a filo e/o arretrati);</li><li>- sostituzione di tetti a falde con terrazzi;</li><li>- alterazione aperture piani terra (garage).</li><li>- parete/parete (muri accostati o ammorsati, presenza di incatenamenti),</li></ul>

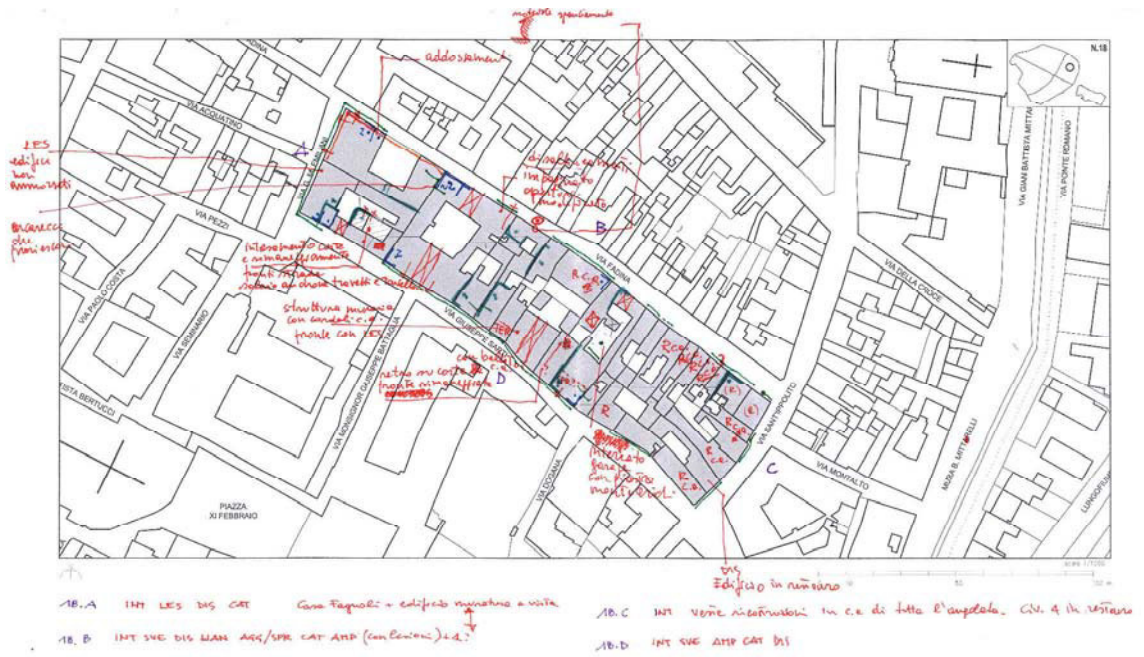


Figura 4.1 Appunti dalle osservazioni effettuate durante il sopralluogo speditivo\_ un aggregato del rione nero.

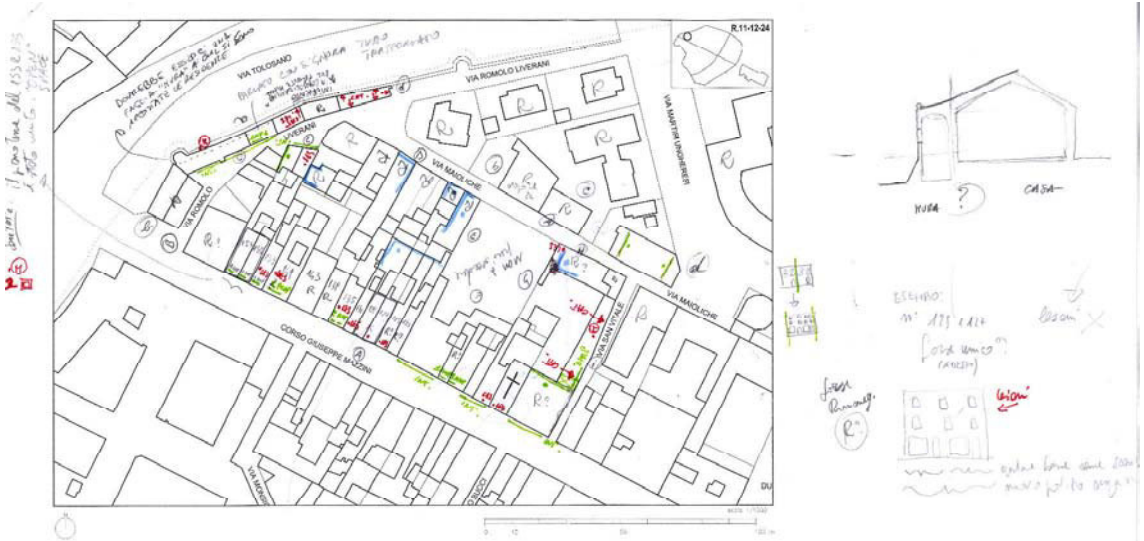


Figura 4.2 Appunti dalle osservazioni effettuate durante il sopralluogo speditivo; un aggregato del rione nero.



## 5- Risultati

### 5.1 La carta di identificazione di aggregati e sub-aggregati

I risultati dell'indagine preliminare delle vulnerabilità osservate sul tessuto storico faentino non possono prescindere dall'identificazione degli aggregati e dei relativi sub-aggregati, mediante la loro rappresentazione sulla cartografia di base.

I criteri adottati nella fase preliminare al rilievo speditivo (già esposti nel paragrafo 4.1) hanno trovato conferma durante l'indagine sul campo; tuttavia, la verifica sul posto ha reso necessarie alcune modifiche all'identificazione preliminare, derivate dalla definitiva comprensione dei luoghi.

Le modifiche apportate sono relative, nella maggior parte dei casi, a zone "periferiche" del centro storico, dove il tessuto non compatto aveva generato interpretazioni inesatte delle cartografie.

Le correzioni hanno riguardato isolati rarefatti, dove le fabbriche spesso non sono in aderenza tra loro e si presentano anche isolate del tutto, se si escludono collegamenti associabili al "recinto".

Il criterio base utilizzato per l'identificazione dell'aggregato è la possibilità di percorrerne il perimetro senza oltrepassare delimitazioni permanenti.

Le delimitazioni che hanno determinato la perimetrazione definitiva comprendono i recinti murari e qualsiasi altro tipo di struttura di collegamento tra i fabbricati, ad esclusione di quelle di entità trascurabile, quali le recinzioni metalliche, anche nei casi in cui esse siano collocate su bassi muri di confine.

La definitiva identificazione degli aggregati, sostanzialmente da assimilare agli isolati, è quella riportata sulla apposita carta (contenuta nella tavola 1) che illustra i risultati dell'indagine in esame.

La carta comprende anche la caratterizzazione, attraverso apposite campiture, del tessuto edilizio, specificando quali sono le fabbriche comprese nell'indagine e quali quelle escluse, e gli edifici con struttura diversa da quella muraria (figura 5.1).

Le figure da 5.2 a 5.13 contengono alcune esemplificazioni utili ad esplicitare le scelte compiute nella fase di identificazione degli aggregati.

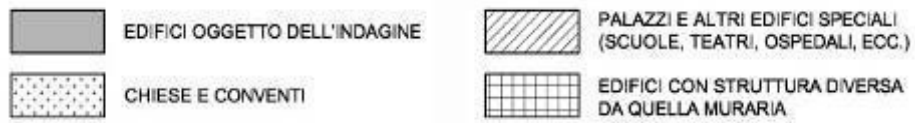


Figura 5.1: Legenda delle tipologie edilizie escluse dall'indagine.



Figura 5.2: Stralcio della Carta di identificazione degli aggregati: i colori distinguono la consistenza dei sub-aggregati, individuati con il codice dell'aggregato seguito da una lettera.

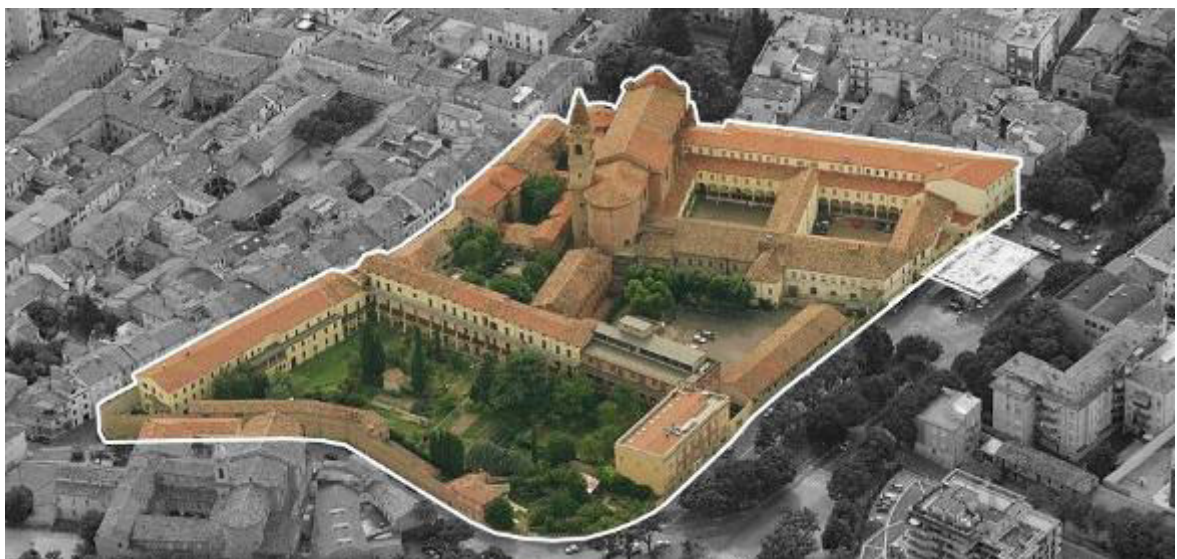


Figura 5.3: Foto a volo d'uccello dell'aggregato N.09 (da Bing). Il perimetro comprende corpi di fabbrica diversi (abitazioni, la chiesa di S. Francesco, due conventi, la sede del rione Nero e quella dei Vigili del fuoco), collegati strutturalmente tra loro o chiusi dal recinto murario.

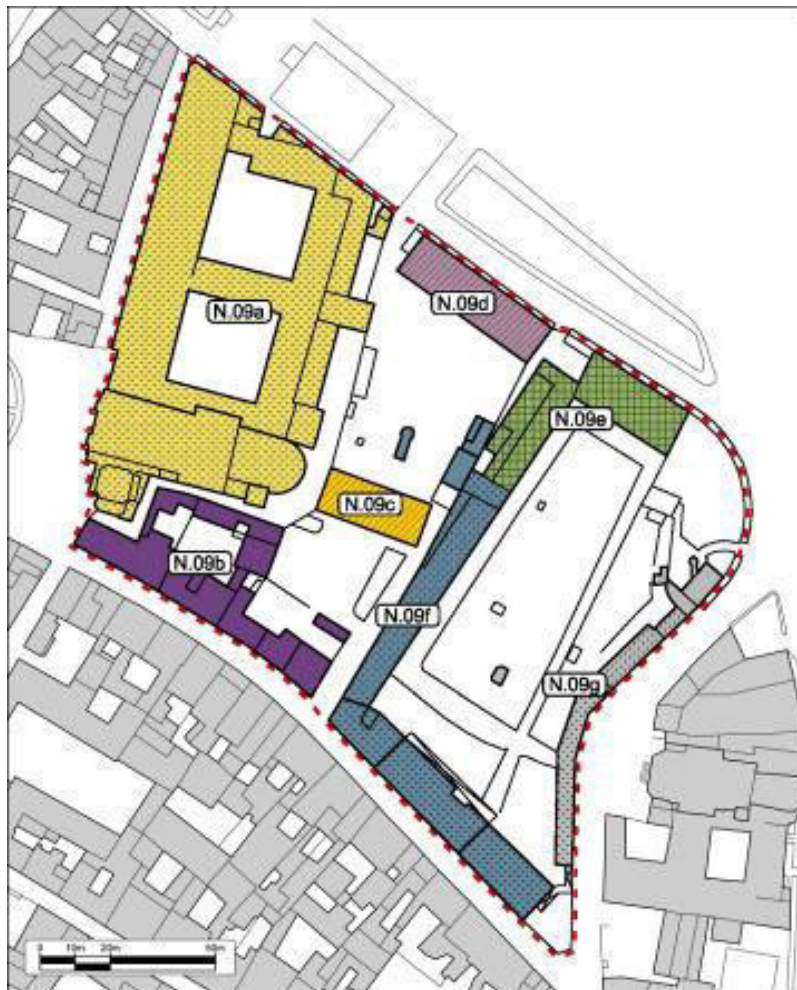


Figura 5.4: Pianta dell'aggregato N.09, suddiviso in 7 sub-aggregati: alti recinti murari collegano i diversi corpi di fabbrica sul perimetro esterno e all'interno dello spazio centrale, dove i sub-aggregati N.09c e N.09f sono collegati da una recente struttura di occlusione non rappresentata nell'aerofotogrammetria, mentre il lungo corpo di fabbrica centrale è suddiviso in due sub-aggregati (N.09e e N.09f) per la presenza di un giunto tra la porzione con struttura muraria e quella in calcestruzzo armato.



Figura 5.5: A sinistra, il collegamento tra i sub-aggregati N.09f e N.09c, con la recente occlusione al piano terreno. A sinistra l'altissimo muro di cinta della parte orientale dell'aggregato N.09, nel punto di collegamento tra i sub-aggregati N.09f e N.09g.



Figura 5.6: Recinto murario che collega alcuni corpi di fabbrica dell'aggregato G.21.



Figura 5.7: Due tipi di recinzione sul perimetro dell'aggregato V.35.



Figura 5.8: Foto a volo d'uccello dell'aggregato V.35 (da Bing). Recinti murari collegano i tre corpi .

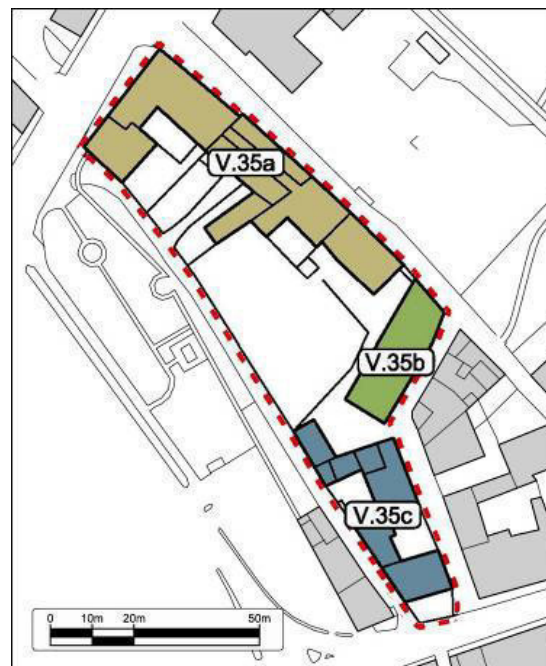


Figura 5.9: Pianta dell'aggregato V.35, suddiviso in tre sub-aggregati, collegati da un recinto sul perimetro.



Figura 5.10: Edifici speciali, non inclusi nell'indagine: fabbricati con struttura intelaiata in calcestruzzo armato negli aggregati G.22 e N.06 .



Figura 5.11: Edifici speciali, non inclusi nell'indagine: il Palazzo della Banca (Aggregato N.16) e l'edificio delle Poste (Aggregato R.31) .

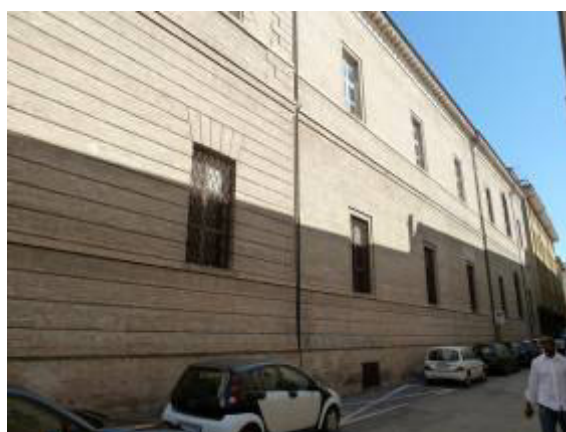


Figura 5.12: Edifici speciali, non inclusi nell'indagine: la chiesa e l'Ospedale degli Infermi (Aggregato V.41) e il Liceo Ginnasio E. Torricelli (Aggregato V.04) .



Figura 5.12: Nell'aggregato G.21 la proprietà ecclesiastica comprende edifici con struttura muraria misti a fabbriche recenti con strutture diverse: in questo caso, nella rappresentazione grafica della Carta degli aggregati si è preferito privilegiare l'indicazione dell'uso (pubblico) dei fabbricati piuttosto che la natura delle strutture.



Figura 5.13. Stralcio della Carta di identificazione degli aggregati: la campitura dell'aggregato G.21 indica la proprietà ecclesiastica, preferita alla distinzione tra tipi strutturali.

## 5.2 Fattori di vulnerabilità derivanti dalle caratteristiche del tessuto e dai tipi edilizi

### 5.2.1 *La casa muraria e il tessuto edilizio storico: caratteristiche generalizzate*

Con riferimento all'edilizia abitativa dei centri storici, cercheremo di evidenziare gli aspetti costruttivi che assumono rilevanza nel comportamento strutturale in occasione dell'azione sismica. Così come la fattura dei muri presenta accezioni locali condizionate dai materiali del luogo e dalla cultura costruttiva degli operatori di una certa epoca, allo stesso modo l'organismo-casa si articola su regole generali anche se mostra aspetti particolari strettamente attinenti un'area geografica ed un periodo storico.

Ciò vuol dire che esisteva, ed era noto agli antichi costruttori, un progetto non scritto, un modello implicito, identificabile come portato dell'esperienza edilizia e della cultura locale, cui essi facevano costantemente riferimento pur articolandolo secondo gli usi locali. Esisteva, cioè, un concetto di casa che ne racchiudeva le intrinseche caratteristiche: distributive, formali e statiche.

Con riferimento al solo tema strutturale, possiamo dire che la casa storica è composta da una struttura muraria articolata in cellule differentemente aggregate in pianta e sovrapposte per costituire unità a più piani. Il passo delle cellule poco si discosta da misure che variano in un range relativamente stretto, difficilmente eccedente le dimensioni m 6x6, gli spessori dei muri sono a volte condizionati dalle dimensioni degli elementi che li compongono (siano essi pietre o mattoni) ma sono spesso vicini ai 50-60 cm; tuttavia le condizioni e i materiali locali possono modificare queste linee di tendenza.

Ai muri che costituiscono pareti si appoggiano gli orizzontamenti: solai e tetti, e tra questi si colloca una struttura di collegamento tra i vari livelli dell'abitazione: la scala.

La principale caratteristica strutturale dell'edificio così costruito è quella di essere realizzato per giustapposizione di elementi semplici.

Come i muri vengono costruiti posando pietra su pietra, secondo precise regole di montaggio, la casa può essere vista come assemblaggio di strutture ordinatamente sovrapposte le une alle altre: le pareti che costituiscono la cellula muraria, gli orizzontamenti che realizzano i calpestii e la copertura.

Da tale fondamentale caratteristica discende la caratteristica fondamentale della casa storica: la sua attitudine a sopportare le modifiche. Tale attitudine è insita nella natura degli elementi componenti: tutti possono essere smontati e sostituiti per parti, compresi i muri, e ciò è fondamentale a spiegare la consuetudine alla manutenzione delle case, attuata come riparazione o sostituzione dei pezzi via via degradati. Le case non sono, infatti, oggetti definiti al momento della loro prima edificazione, ma organismi duttili all'evoluzione, disponibili alle modifiche richieste dalle nuove necessità dei loro fruitori o dalle mutate situazioni in cui possono venirsi a trovare nei confronti del tessuto edilizio circostante. Le case dei centri storici sono tutte frutto di un'evoluzione attuata col passare dei secoli: l'aspetto che oggi a noi si presenta è il risultato di lente, ma a volte radicali, trasformazioni che mutano anche profondamente l'aspetto precedentemente consolidato.

È qui opportuno notare, ritornando a temi meccanici, che tali rifacimenti non alterano la consistenza strutturale se eseguiti con competenza e all'interno della regola costruttiva muraria.

Il modello di casa precedentemente descritto trova nella realtà delle città storiche una serie ampia di particolarizzazioni che modificano sia l'aspetto d'insieme dell'organismo che la configurazione degli elementi componenti.

A definire le accezioni locali riferite al complesso dell'organismo contribuisce ad esempio in maniera decisiva la conformazione morfologica del terreno.



Le strutture orizzontali possono essere lignee o murarie, realizzate con impalcati di travi ovvero voltate: le travi lignee appoggiate sulla muratura possono esercitare un effetto di contenimento, seppur debole, nei confronti della parete, mentre è ben nota la spinta che le volte trasmettono ai muri d'ambito anche in regime di sforzi ordinario. Ma è pur vero, sebbene meno noto, che alla presenza di strutture voltate è costantemente associato un maggior spessore murario che rende esplicita la consapevolezza dei costruttori antichi rispetto al comportamento delle volte stesse.

Le differenze riscontrabili nella realizzazione degli elementi componenti e delle loro connessioni possono indurre alterazioni anche significative del comportamento sismico dell'intero edificio;. Pertanto lo studio dettagliato della tecnica costruttiva locale fornisce elementi utili a comprendere il manifestarsi del danno.

La costruzione per giustapposizione implica la mancanza di connessioni tenaci tra le parti.

Il ribaltamento delle pareti esterne - denominato il "primo modo di danno" - rappresenta la condizione di massima vulnerabilità dell'edificio e la consapevolezza della sua possibilità ha spesso, nel corso della storia, suggerito l'uso di catene che suppliscano alla congenita assenza di connessione tra le pareti esterne e quelle ad esse ortogonali. L'efficacia di tali catene consiste nel chiamare in causa le pareti ortogonali alla facciata quali elementi di contenimento. Queste sopportano l'azione sismica che viene loro trasmessa dalle facciate come azione "nel piano" ed esibiscono nei confronti di tale sollecitazione una maggiore resistenza<sup>1</sup>.

L'assetto degli edifici murari in aggregato può, in casi particolari, presentarsi con situazioni che devono essere considerate al di sotto della norma generalizzata più sopra sinteticamente illustrata, mostrando condizioni di particolare precarietà.

Tali situazioni derivano di solito da modificazioni incongrue come sopraelevazioni parziali che non rispettano la maglia muraria, aperture praticate nelle pareti esterne ed interne senza curarsi di valutare se esse introducono un decadimento nel comportamento della struttura, cesure prodotte nel tessuto urbano dalla demolizione di edifici.

Nessun centro storico ci è pervenuto inalterato, le modificazioni non sono solo diffuse, ma ripetute nel tempo, perché endemiche nella vita dell'edilizia storica.

Finché la città si trasformava con la stessa tecnica costruttiva che la aveva prodotta, le innovazioni raramente provocavano un calo di efficienza strutturale. Attuate le trasformazioni nel rispetto della regola costruttiva originaria l'efficienza statica non muta, anzi spesso gli interventi sono consapevolmente mirati a migliorare la stabilità.

---

<sup>1</sup> Quando l'azione orizzontale supera la resistenza della muratura, anche le pareti sollecitate nel piano possono lesionarsi, secondo il classico andamento diagonale che isola una porzione triangolare della parete di controvento e la rende partecipe al moto di ribaltamento. Questa ulteriore modalità di danneggiamento - denominata "secondo modo di danno" - si può verificare solo quando il "primo modo" è evitato dalla presenza connessioni metalliche.

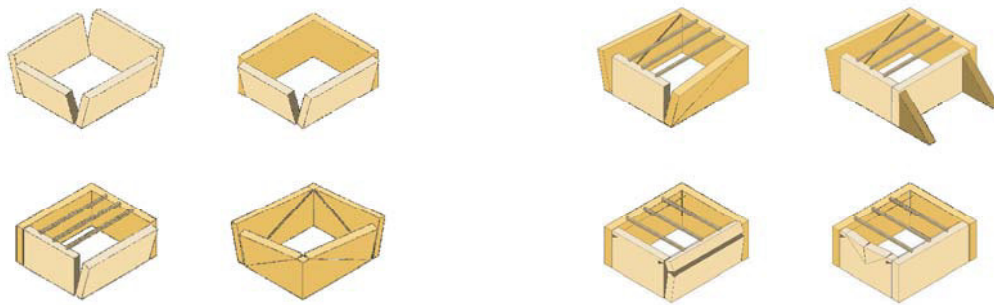


Figura 5.14: schematizzazioni di configurazioni della cellula muraria e relazione con le strutture lignee di orizzontamento



Figura 5.15: cellule murarie in aggregato: accostamenti murari in assenza e in presenza di elementi di connessione (morse di attesa)

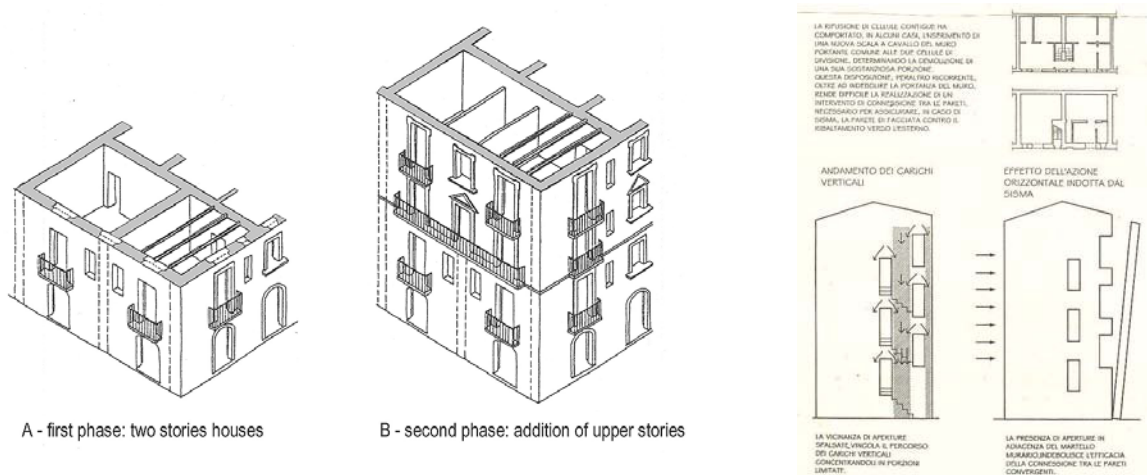


Figura 5.16: Esempificazione di trasformazioni della casa storica: (sin) sopraelevazione di un livello senza parete ortogonale alla facciata; (dx) rifusione tra due case contigue con realizzazione di scala a doppia rampa che introduce indebolimento della connessione tra parete di facciata e parete ortogonale.

La caratteristica generalizzata del tessuto dei centri storici è la contiguità strutturale tra i singoli edifici; infatti, escludendo casi eccezionali, l'edificio murario si presenta strutturalmente connesso a quelli adiacenti a formare l'isolato (aggregato).

Questa peculiarità del tessuto storico fa sì che l'analisi del comportamento del singolo edificio risulti essere non sufficientemente esaustiva se non associata a una lettura di più ampia scala che coinvolga almeno gli edifici direttamente confinanti con quello oggetto dell'analisi.

Ad esempio, è facilmente comprensibile come alcune particolarità della risposta strutturale siano proprio derivanti dalla particolare posizione che l'edificio occupa all'interno del sistema edilizio individuabile appunto nell'isolato.

Tale considerazione, di fondamentale importanza, è ormai esplicitamente espressa nelle norme tecniche nazionali, nelle quali si afferma il concetto che non si può prescindere dalla considerazione delle interazioni tra fabbricati contermini, che possono risultare nulle ovvero di irrigidimento o sostegno oppure di aggravio della azione sismica.

Per comprendere appieno i risvolti di tale affermazione si può fare riferimento a una originale visione del tessuto edilizio storico che lo definisce come una successioni di scatole murarie che, seppur edificate singolarmente, contengono già al momento della loro edificazione la nozione di aggregato; infatti la edificazione cronologicamente differita – caratteristica della costruzione spontanea e non progettata dell'edilizia storica - fa sì che ogni nuova casa si ponga in adiacenza a quella già esistente e ne utilizzi una parte della ossatura muraria.

Tale processo comporta che in un aggregato edilizio solo alcune case siano costituite da cellule murarie chiuse (ove cioè le pareti perimetrali realizzate contemporaneamente prevedono ad esempio una corretta organizzazione delle connessioni angolari); la situazione diviene più complessa se si pone l'attenzione al fatto che il medesimo aggregato edilizio subisce nel corso della sua storia processi evolutivi differenziati definiti nel più semplice dei casi dalla aggiunta di livelli abitativi sovrapposti. Nel processo evolutivo, come nella precedente fase di primo impianto, l'edificazione dei livelli sovrapposti avviene in tempi differenziati e in generale con una diversa successione cronologica di realizzazione.

Quindi, sebbene l'isolato (aggregato) debba essere preso quale modulo significativo del tessuto edilizio, si deve al contempo osservare che esso non può essere considerato come elemento unitario perché la configurazione attuale è certamente frutto di trasformazioni progressive determinate da giustapposizione di volumi e da modificazioni capillari non sempre di agevole individuazione.

Sulla base dell'approccio alla lettura della città storica su delineato, sono descritti nei successivi paragrafi i fattori che nel centro storico di Faenza possono essere individuati in prima approssimazione come inerenti alla vulnerabilità sismica e quindi alla risposta del costruito in presenza di azione sismica.

Le osservazioni speditive condotte assieme allo studio delle ingenti trasformazioni derivate dalla necessità della ricostruzione post bellica definiscono un primo quadro di conoscenze che sarà base per gli approfondimenti previsti nella fase successiva del presente studio.

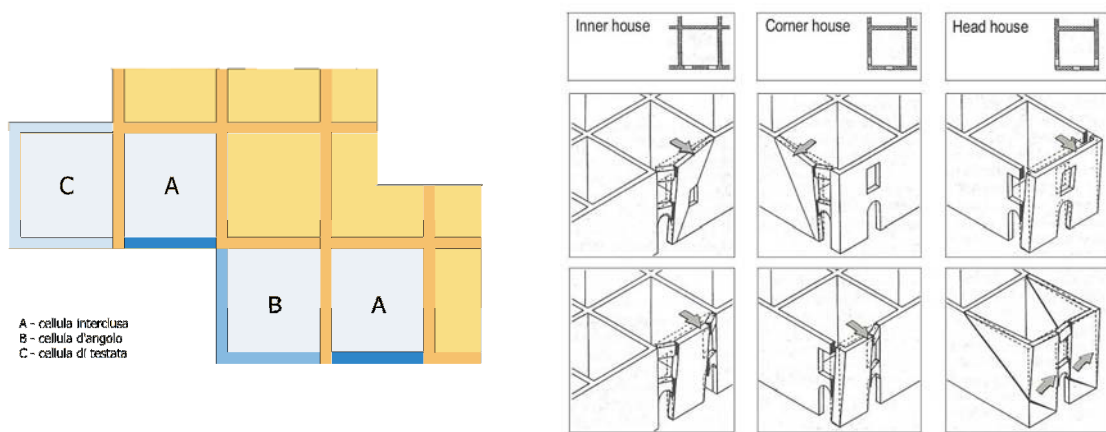


Figura 5.16: posizione delle cellule nel tessuto aggregato e meccanismi di danno correlati.

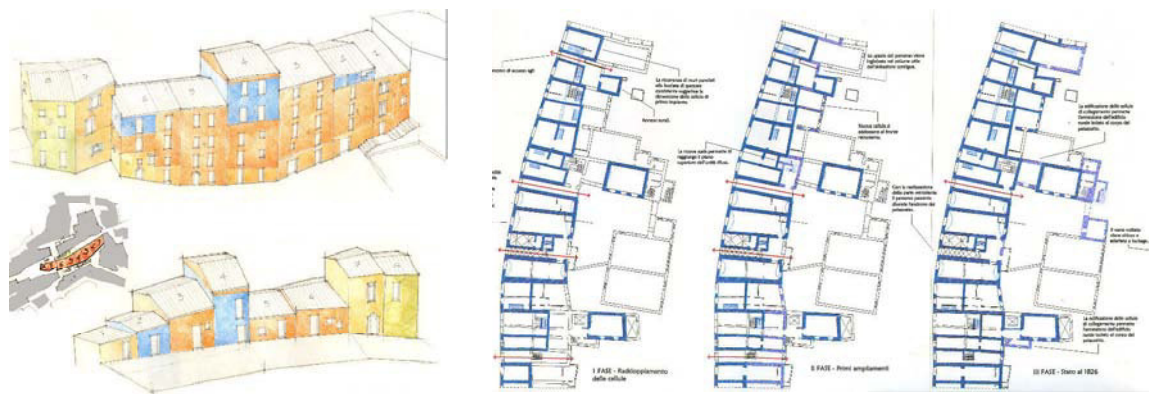


Figura 5.17: Esempificazione di lettura dell'aggregato: (sin) differenze strutturali tra gli edifici contigui; (dx) fasi di accrescimento e evidenziazione delle probabili discontinuità murarie

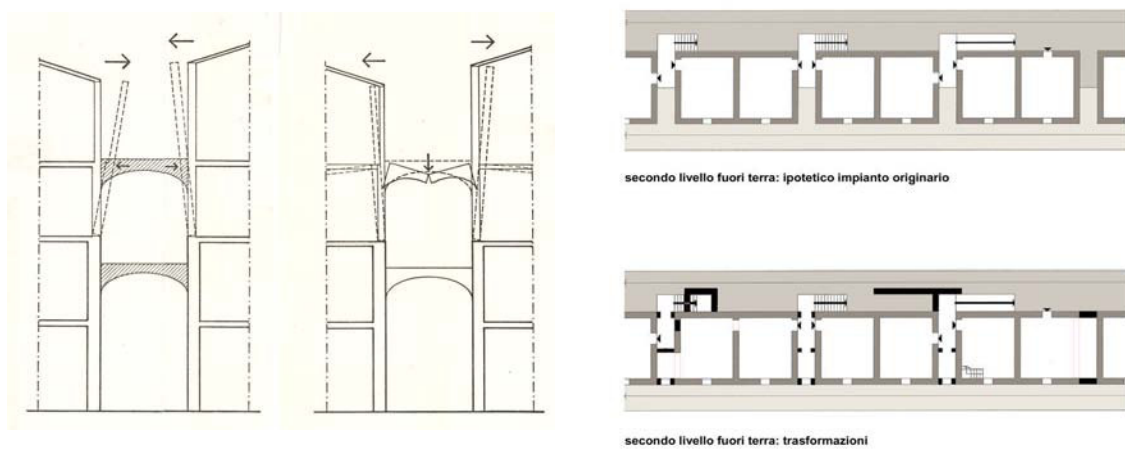


Figura 5.18: Esempi di aggiunte e trasformazioni nei tessuti edilizi storici: (sin) aggiunta di archi di contrasto e comportamento derivante; (dx) aggiunte ed eliminazione di porzioni murarie.

### 5.2.2 *La ricostruzione post bellica*

I bombardamenti alleati della seconda guerra mondiale e le successive operazioni di distruzione da parte delle truppe tedesche in ritirata hanno segnato pesantemente il centro storico faentino e le immagini fotografiche di quegli anni conservate presso la Fototeca Manfrediana mostrano un tessuto edilizio ampiamente stravolto in molte parti della città. Chi oggi si confronta con un'analisi del centro storico non può prescindere dalla vasta campagna ricostruttiva post-bellica da cui l'edificato è stato diffusamente interessato.

L'attacco aereo del 2 maggio 1944 ed i successivi del 13 e 19 maggio erano mirati su obiettivi strategici, infrastrutture di collegamento e industrie, ma inevitabilmente anche le aree residenziali vengono coinvolte.

Le aree più colpite sono la zona della Stazione, il Cavalcavia e lo Stradone, il Borgotto, l'area di S. Ippolito, le zone terminali di Corso Saffi e le relative adiacenze, il tratto centrale di corso Mazzini; Porta Imolese, Porta Pia e Porta Montanara e la Torre dell'Orologio vengono minate e fatte saltare dai tedeschi in ritirata. La mappa dei danni conferma l'intenzione di colpire i centri nevralgici della rete di comunicazione e le sedi operative principali, ma il succedersi dei bombardamenti infierisce sempre più estesamente sul tessuto abitativo della città.

La stima dei danni si avvia già dai primi mesi dell'anno successivo e nel luglio 1945 registra in centro città 726 edifici distrutti completamente, 558 gravemente danneggiati, 825 lievemente danneggiati e solo 270 rimasti illesi. Il patrimonio edilizio in termini di vani abitabili risulta pressoché dimezzato, mentre nessuno degli edifici pubblici è rimasto illeso.

I dati raccolti dall'Ufficio tecnico comunale (ASF, 1945, Cat. VIII, b. 17, Ufficio tecnico comunale, *Relazione sui danni di guerra sofferti dalla città di Faenza*, 15 luglio 1945) fotografano una città in cui i danni in area urbana sono così ripartiti:

case distrutte 30 %, vani distrutti 25%

case sinistrate gravemente 22 %, vani sinistrati gravemente 14 %;

case sinistrate non gravemente 35 %, vani sinistrati non gravemente 18 %;

Il Borgo Durbecco registra danni di gran lunga più ingenti con il 97 % degli edifici sinistrati ed il 57 % di stabili distrutti (figura 5.19).

La questione della ricostruzione diviene centrale a Faenza, come nel resto della nazione. Le procedure predisposte già all'indomani dell'entrata guerra prevedevano l'indennizzo dei danni bellici secondo una duplice via: la richiesta di risarcimento all'Intendenza di Finanza o, in alternativa, il ricorso all'intervento del Genio civile per la riparazione. Come avviene nel resto della nazione, anche a Faenza la seconda strada è quella più battuta, ma le norme sono state predisposte nell'idea di un conflitto di breve durata e, dunque, con

una previsione di danni di limitata portata, nemmeno lontanamente comparabili con la drammatica estensione di quelli registrati a fine conflitto.

I piani di ricostruzione vengono introdotti con il D.L.L. 154 dell'1 marzo 1945, con l'intento di governare il processo ricostruttivo dei centri maggiormente colpiti, senza comprometterne lo sviluppo futuro. Faenza viene inserita nei primi elenchi dei comuni tenuti a redigere il Piano di Ricostruzione di cui sono incaricati gli architetti Domenico Sandri e Vincenzo Fasolo e l'ingegnere Mario Pinchera. La prima redazione, adottata già nel 1947, criticata nella proposta di zonizzazione esterna, si rivela estremamente disinvolta nelle modalità di intervento all'interno della città storica, tendendo a sovrapporre nuovi assetti edilizi e di tracciati stradali alla maglia del tessuto superstita, approfittando delle distruzioni intervenute (figure 5.20 e 5.21).

L'insoddisfazione per la proposta presentata nel 1947 porta a riconsiderare la decisione di adozione e, all'inizio degli anni Cinquanta, l'Amministrazione richiede una nuova redazione di Piano di ricostruzione, strettamente centrata sull'obiettivo della ricostruzione e finalizzata alla realizzazione dei provvedimenti immediatamente attuabili, a partire dall'individuazione delle 13 zone del centro storico in cui le distruzioni belliche si erano concentrate in modo più massiccio (figura 5.22).

Gli interventi realizzati nell'ambito di questa seconda proposta di piano approvata nel 1957, danno luogo ad complessivo ridisegno del Borgo e dell'area dell'antica Casa dell'Anconetano, in corrispondenza della distrutta Porta Ponte, con la costruzione di complessi di edilizia residenziale pubblica di grandi dimensioni, ancorché "linguisticamente" ambientati; analogo ridisegno urbano viene realizzato nell'area del Cavalcavia e della distrutta Porta Pia, così come si provvede alla ricostruzione della zona del S. Domenico e dell'area del Museo delle Ceramiche, con l'apertura di via Martiri ungheresi; la sistemazione di piazza 2 Giugno viene realizzata a seguito della demolizione dei palazzi Rossi e Bandini; gli edifici del complesso di S. Ippolito vengono ricostruiti, come la zona di edilizia residenziale di via Fadina e via Croce.

Facendo una schematizzazione di larga massima si può dire che nel caso in cui le sostituzioni edilizie abbiano comportato il ridisegno dell'assetto urbano, le scelte ricostruttive si sono orientate verso cospicui aumenti volumetrici, concentrati in complessi edilizi condominiali; nel caso in cui il piano ha imposto il mantenimento della maglia edilizia preesistente, invece, la ricostruzione post-bellica è avvenuta quasi in modo pedissequo, attraverso la completa riproposizione della distribuzione particellare ed il rispetto dei sedimi originari, anche in conseguenza dell'impianto normativo che ne ha regolato il processo (figura 5.23).

Una chiara esemplificazione può essere ricavata dalla lettura delle pratiche edilizie private gestite dal genio Civile e dagli Uffici tecnici comunali, in cui la presentazione di singole istanze non prevedeva sostanziali modifiche alle situazioni proprietarie al di là degli assestamenti dei tracciati imposti dal piano.

In ragione di questa impostazione, la ricostruzione dell'edilizia residenziale privata è stata prevalentemente realizzata mantenendo inalterati impianti, strutture e tecniche costruttive tradizionali

(murature laterizie a due o tre teste per le strutture portanti, solai lignei o con orditura di putrelle e voltine di mattoni per gli orizzontamenti, riproposizione di strutture voltate in caso di loro distruzione, coperture in legno ), molto spesso con il vincolo del rispetto delle altezze di interpiano dei fabbricati limitrofi.

Più rari i casi di richiesta di modifiche planimetriche e volumetriche, mentre sul piano del linguaggio architettonico prevale una generale riproposizione delle partiture e degli impaginati, con l'episodica introduzione di pochi elementi formali di innovazione (reimpaginazione delle fronti e delle aperture in modo simmetrico con linguaggio contemporaneo semplificato, inserimento di aggetti e di marcapiani), mentre la sostituzione edilizia con strutture intelaiate è da imputarsi in larga prevalenza alle successive fasi degli anni Sessanta e Settanta.

È evidente che mentre la ricostruzione, con tecniche tradizionali e su sedimi solo marginalmente, o per nulla, modificati rispetto a quelli originari, consente di riproporre, a livello di aggregato, la compattezza tipica dei tessuti murari storici e la loro intrinseca efficacia antisismica, la sostituzione edilizia, non importa quanto estesa, con tipologie intelaiate in cemento armato, può introdurre più o meno marcate discontinuità strutturali con la conseguente comparsa di anomale modalità di interazione tra edifici contigui che, anche se non necessariamente dannose, sono comunque di fatto imprevedibili.



Figura 5.19 ACF, Piano generale di ricostruzione, 1957 – Stato di fatto con rilievo dei danni bellici

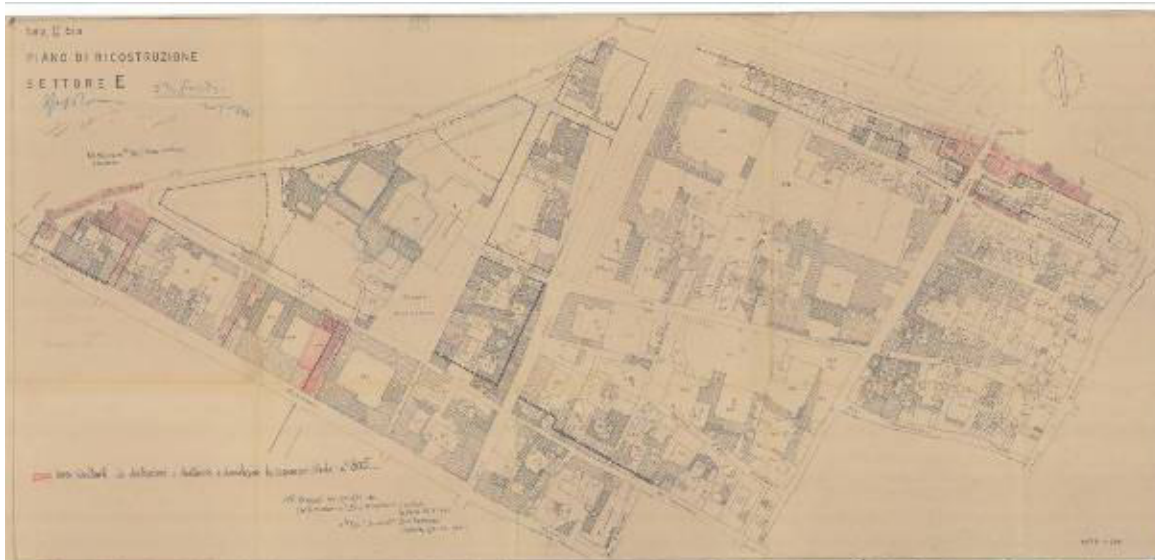


Figura 5.20 ACF, Piano di ricostruzione, 1947 – Settore E, proposte di intervento con segnalazione dei reclami



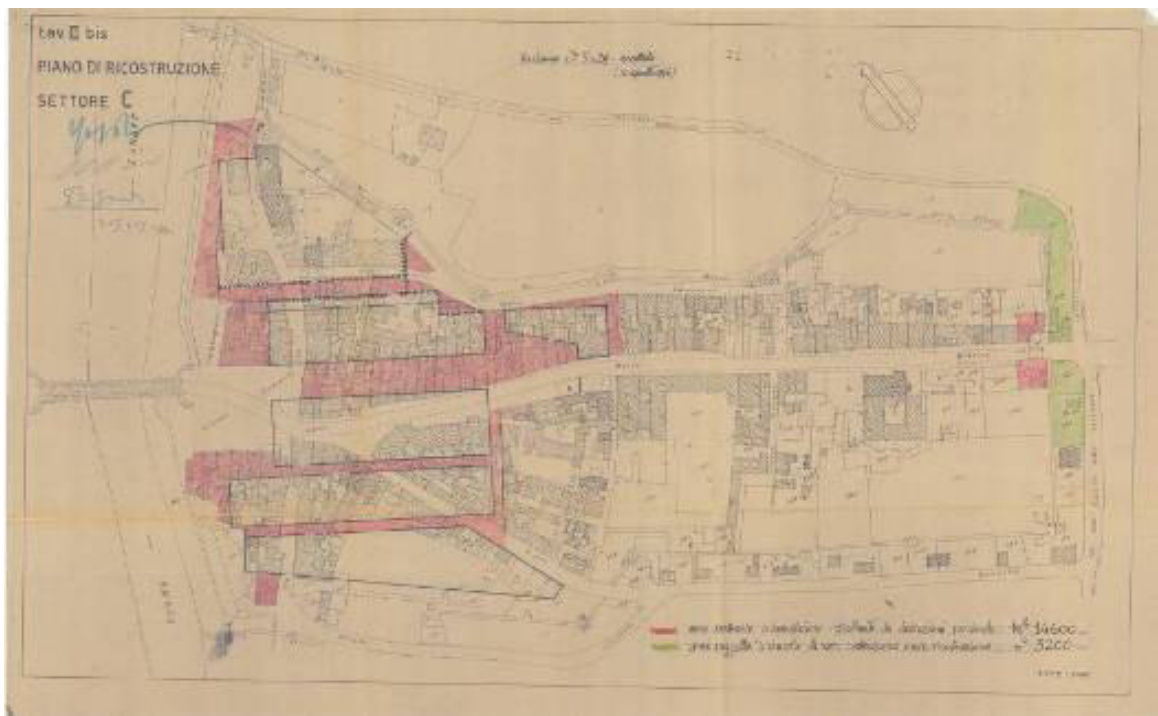
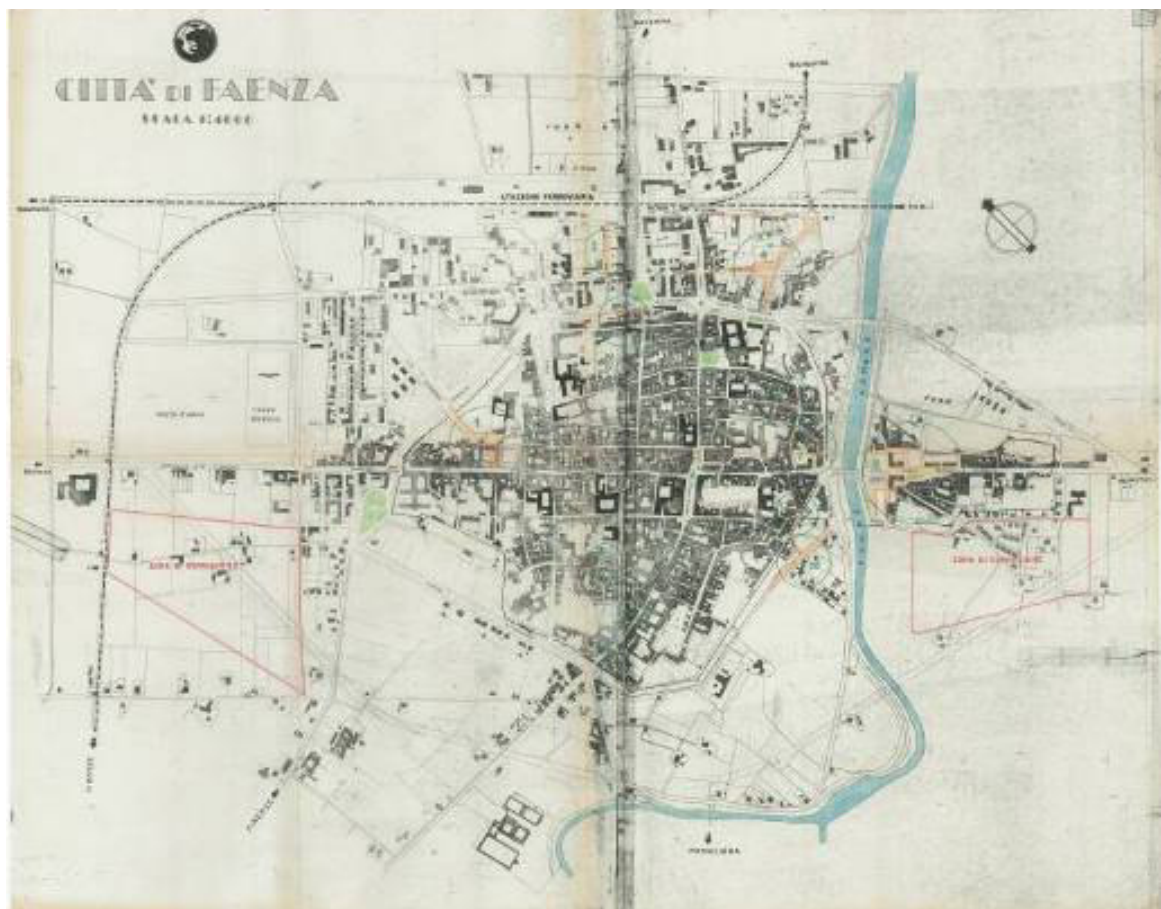


Figura 5.21 ACF, Piano di ricostruzione, 1947 – Settore C, proposte di intervento con segnalazione dei reclami



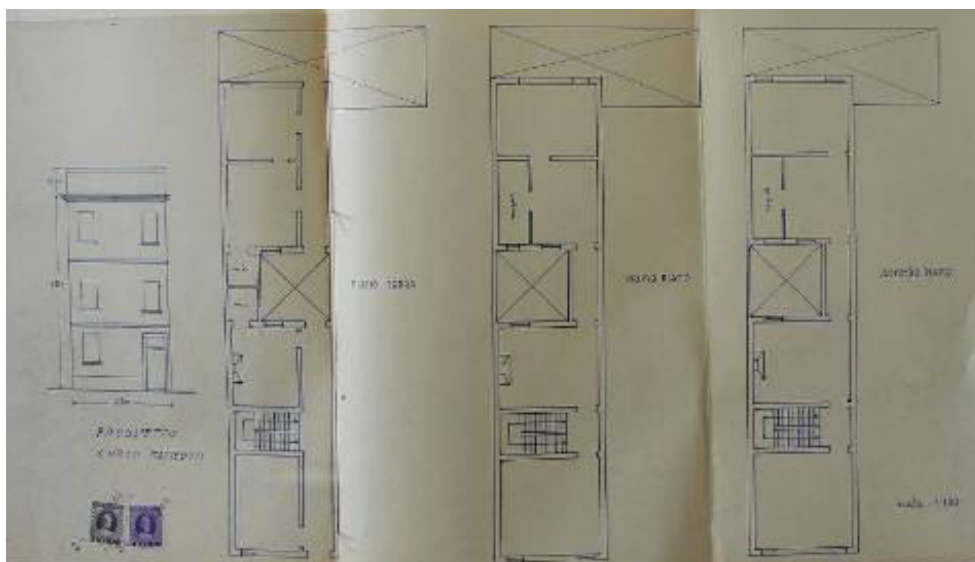
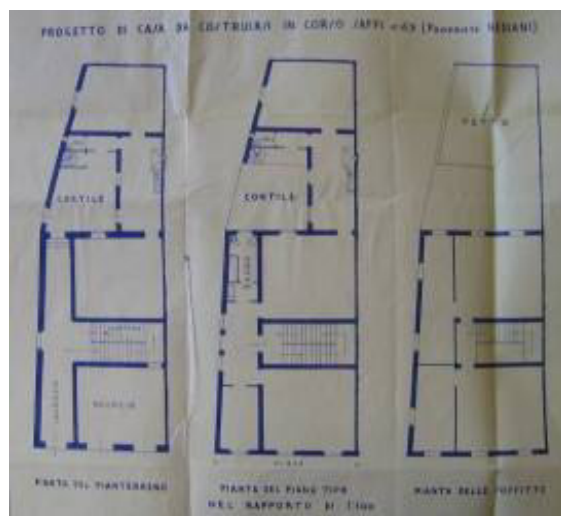
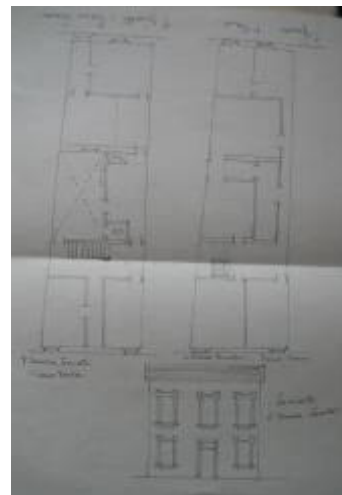


Figura 5.23 ASF, Pratiche edilizie di ricostruzione, Le proposte di intervento mantengono inalterati impianti tipologici e aree di sedime anche in condizioni di minima estensione particellare o addirittura di riduzione dell'area per allargamento stradale.

### 5.2.3 *Tipi edilizi*

Il tessuto edilizio all'interno dell'area del centro storico è diviso da tre assi di attraversamento carrabile, dalle strade che convergono sugli assi principali e dalle strade che costeggiano il perimetro del centro storico con le sue mura.

I cinque Rioni (denominati rosso, nero, giallo, verde e bianco) presentano una distribuzione abbastanza omogenea delle tipologie edilizie ad eccezione del Borgo ove prevalgono i tipi base.

Sui tre assi principali della città storica (corso Marconi-Garibaldi, corso Mazzini-Saffi e via Cavour) si concentra la maggior parte dell'edilizia di maggior impegno (case a corte e palazzi); sulle strade che convergono sugli assi più importanti, si tratta in questo caso di strade generalmente di dimensione minore, prospettano le case a schiera. Maggiore presenza del tipo a schiera è concentrata nelle zone più marginali dei rioni e in generale nei rioni rosso e nero.

Di seguito si espongono sinteticamente le caratteristiche dei tipi edilizi con riferimento alle configurazioni osservate durante la disamina speditiva del centro storico.

#### **La casa a schiera** (figure da 5.24 a 5.29)

La casa a schiera è presente nella configurazione di base a due o tre livelli, ma si possono osservare esempi di edifici fino a cinque livelli fuori terra che sono il risultato di processi di sopraelevazione della tipologia di base (alcuni esempi si trovano su via Dionigi Strocchi, via Pietro Tomba, via della Croce).

La configurazione del tipo base ricalca lo schema del doppio corpo in profondità con scala posta tra le due cellule (figura 5.24) ovvero in adiacenza dell'area di pertinenza (in questo caso l'assetto denuncia presumibilmente un originario impianto monocellulare e una consistenza ad un solo livello). L'edilizia del centro storico di Faenza è contraddistinta dalla presenza diffusa di piani interrati spesso coperti da volte; anche le case a schiera non si sottraggono a tale regola diffusa.

Camini e canne fumarie sono presenti con frequenza nelle case a schiera, prevalentemente posti in corrispondenza delle pareti ortogonali alla facciata. Questa, nell'assetto consolidato, presenta le aperture allineate in verticale secondo lo schema abituale, mentre balconi e ballatoi sono frutto di rimaneggiamenti successivi, riferibili in genere alla seconda metà del Novecento. Nei casi di contrazione della dimensione su strada del lotto, la casa non presenta la specializzazione del vano di ingresso, ma si limita ad avere sul fronte strada una sola apertura al piano terra ed ai piani soprastanti. Configurazioni di questo tipo sono riscontrabili, per esempio, nei casi di occlusione dei passaggi urbani che immettevano all'interno dell'isolato e che sono stati successivamente occupati da una "schiera monoapertura".

Nella configurazione a due livelli la casa a schiera presenta in genere un sottotetto utilizzabile con piccole aperture sul prospetto allineate a quelle dei due piani inferiori; le aperture del sottotetto risultano

assai prossime al limite superiore della facciata. Invece, nella configurazione a 3 livelli il piano sommitale ha altezza paragonabile a quello sottostante con aperture di analoga dimensione.

La modalità aggregativa delle case a schiera è quella consueta, con un'edificazione che inizia dal perimetro dell'isolato e la disposizione delle unità edilizie affiancate in profondità. Il raddoppio delle schiere sui due fronti contrapposti determina la creazione di spazi interni all'isolato, talvolta percorsi da vicoli o stradelli che i successivi intasamenti del tessuto hanno cancellato. Le pareti perimetrali di confine fra un lotto e l'altro sono generalmente in comune e, nel caso di edifici contigui ricostruiti in cemento armato, si può riconoscere il giunto di dilatazione che li separa. In molti altri casi l'intonaco non permette di capire se è presente e che dimensioni abbia il giunto tra gli edifici.

Nella posizione angolare la schiera generalmente si specializza per utilizzare la possibilità del secondo affaccio su strada lungo uno dei lati lunghi. In funzione della lunghezza della schiera e della posizione della scala possono verificarsi casi di addensamento della aperture e, quindi, condizioni di maggiore vulnerabilità, legate a:

- rigiro delle aperture della prima cellula sul secondo fronte strada e conseguente riduzione della porzione muraria d'angolo (nel caso in cui questo non avvenga, la porzione muraria d'angolo costituisce fattore di resistenza);
- presenza delle finestre di illuminazione della scala sul secondo fronte strada, con conseguente aumento del numero delle aperture e loro disallineamento rispetto a quelle dei vani di abitazione.

#### ***Le rifusioni del tipo a schiera e i palazzetti*** (figure da 5.30 a 5.33 )

Tra i palazzi e le case a schiera si colloca una tipologia edilizia che ha origine dal sistema delle schiere ma che si è evoluta, avvicinandosi per dimensione dell'impianto e per finiture esterne, alla tipologia del palazzo. Si tratta di palazzetti, appartenenti alla piccola borghesia cittadina, forniti nella maggior parte dei casi di corti interne con vani di servizio che si sviluppavano attorno alle corti. Non è difficile trovarne degli esempi anche in aggregati costituiti quasi esclusivamente da case a schiera, dato che si tratta di una tipologia costruttiva che può essere il frutto di una rifusione tra due schiere.

Rispetto alla tipologia della schiera ha un passo di circa 10 metri e interpiani maggiori, in genere tre o quattro aperture per livello, sempre allineate in verticale, ed elementi di finitura sui prospetti esterni di maggiore pregio.

La struttura del palazzetto è quindi almeno bi o tricellulare su fronte strada e si estende in profondità in genere su due cellule. La corte può essere presente al centro dell'impianto o in fondo al lotto. Quando la corte non è presente l'impianto dell'aggregato vede la casa incastonata tra le altre unità edilizie con una sola fronte sulla strada o al massimo con due fronti, se si tratta di una casa d'angolo. Per evidenti ragioni di illuminazione, in questi casi la profondità del fabbricato si limita sovente alla dimensione di una sola cellula.

Si tratta di edifici che hanno spesso una evidente familiarità con la struttura della schiera, con l'aggiunta su un lato di un modulo bicellulare. La lettura dell'impianto rivela come la derivazione dalla schiera possa essere avvenuta per rifusione di due unità contigue, con l'eliminazione di una delle due scale e la soppressione di uno spazio di attraversamento fra strada e cortile. L'adozione di impianti similari per costruzioni realizzate ex-novo non risulterebbe contraddittoria, ma confermerebbe, nella processualità edilizia, la coincidenza fra i tipi portanti del periodo e le varianti sincroniche derivate da trasformazione delle altre tipologie.

Nei casi derivati dalle schiere, la scala è quasi sempre a doppia rampa su un lato. In altri casi, più assimilabili alla tipologia palaziale, la scala può essere posta in fondo al perimetro della casa, sulla fronte affacciata sulla corte e, in questi casi, si accompagna alla presenza di un portico a piano terra e di un loggiato al primo livello.

### ***Il palazzo*** (figure da 5.34 a 5.37)

Il palazzo è la tipologia utilizzata per la residenza dei nobili e dei borghesi facoltosi. Si tratta di case a corte che hanno un impianto originario definito intorno al Quattrocento e che vedrà per tutto il Settecento a Faenza numerosi nuovi esempi.

Si presenta in genere a due o più spesso tre livelli, con interpiani maggiori rispetto alle schiere. Nel palazzo il pianoterra ospita in prevalenza vani di servizio, al piano superiore, o nobile, si concentrano le stanze d'abitazione, affacciate sia verso strada che verso il cortile e tutte comunicanti fra loro. Qui troviamo soffitti con grosse travi squadrate e dipinte, e finestre ad arco gotico o a tutto sesto (oggi in parte tompagnate), incorniciate talvolta da fregi in terracotta. Sopra vi sono grandi soffitte, illuminate da piccole finestre.

Le aperture sono sempre allineate, con l'ingresso principale collocato al centro del prospetto, per permettere l'accesso alla corte attraverso un androne voltato con volte a crociera o a lunette, dotate di peducci d'arenaria scolpita. In altri casi può anche essere coperto con un solaio di legno. In alcuni casi il basamento del palazzo può essere a scarpa e contenere le aperture rettangolari alla quota della strada che danno luce ai seminterrati. Nel caso del palazzo gli spazi dei seminterrati voltati sono sempre presenti.

L'atrio d'ingresso conduce sotto ad un portico con colonne in pietra ed arcate (in alcuni casi ornate con fregi in terracotta di stile gotico fiorito). Al primo e al secondo piano talvolta si può trovare una loggia sovrapposta. Lo spazio loggiato è quasi sempre coperto con volte a crociera, raramente con solaio in legno ad una falda inclinata verso la corte. Sono spesso presenti delle catene su tutto il perimetro del loggiato.

### ***Caratteristiche diffuse influenti sulla vulnerabilità*** (figure da 5.38 a 5.44)

Si possono registrare alcune caratteristiche costruttive diffuse, sull'intero centro storico, individuabili in genere su tutte le tipologie presenti:

- frequente presenza di evidenti disallineamenti degli orizzontamenti, individuabili dall'esterno con l'osservazione della posizione reciproca delle aperture sul prospetto;
- alta percentuale di presenza di interrati; si tratta di spazi di pertinenza dell'edificio che si trovano ad una quota più bassa rispetto a quella stradale e che sono in comunicazione con l'esterno attraverso delle aperture (finestre basse e bocche di lupo a filo con la quota stradale); i livelli interrati sono caratterizzati da ambienti voltati a botte o a crociera in mattoni senza costoloni;
- sotto gli intonaci che ricoprono la maggior parte degli edifici sono presenti antiche aperture tamponate riferibili a precedenti assetti dei fronti; archi, monofore o bifore con aperture archiacute risultano a questo stadio di analisi di difficile individuazione;
- in alcune occasioni, sia nelle case a schiera che nelle case a corte, può riscontrarsi un ridotto spessore della ricucitura muraria al di sopra delle aperture dell'ultimo livello, ciò che rende meno connessa la cellula muraria in corrispondenza della cimasa;
- i sottopassi, il più delle volte, hanno soprastanti volumi chiusi che possono essere anche a più livelli; la struttura muraria che li costituisce può essere concatenata o indipendente rispetto alla struttura a cui si affiancano.

La tipologia edilizia tradizionale, sia di base che palaziale, non prevede in genere l'elemento del balcone. Se ne ritrovano alcuni esempi negli edifici ottocenteschi e se ne riscontra talvolta il più recente inserimento nelle schiere e nei palazzetti, sulle fronti strada, ma più spesso all'interno delle corti. Nella maggioranza dei casi questi elementi sono frutto di ricostruzioni o appartengono a recenti trasformazioni.

Si è avuta la possibilità a seguito dei sopralluoghi effettuati di osservare alcuni piani di fondazioni in cui è evidente che le strutture sono fabbricate con l'uso di mattoni ed in alcuni casi anche con l'uso dei ciottoli.

Le trasformazioni dei tipi edilizi di base, eseguite per accrescimenti successivi, possono aver introdotto delle precarietà che dipendono in generale dalle modalità costruttive con cui si è attuato l'accostamento tra i corpi di fabbrica, preesistente e aggiunto. Di solito questi collegamenti risultano dotati di morse parziali in laterizio (v. anche figura 5.93), che sembrano essere la norma per il centro faentino. Tuttavia, quando tali dispositivi non sono presenti, il mancato ammorsamento costituisce una forma di vulnerabilità.

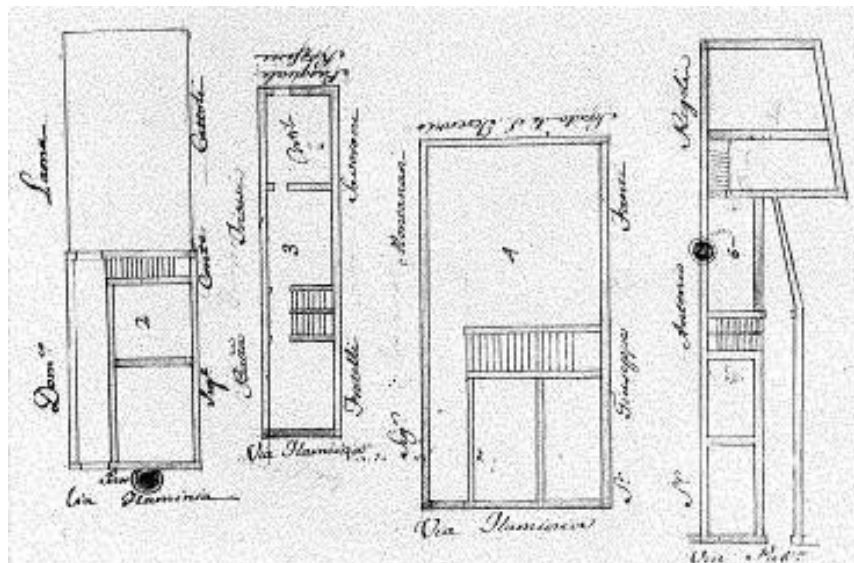


Figura 5.24 Case faentine di origine medievale, da E. Golfieri, Faenza origini e sviluppo della città



Figura 5.25 Rione verde (V.09): su via Fiera sono leggibili case a schiera ad una sola fila.



Figura 5.26 Rione verde (V.09), case a schiera a tre livelli che hanno subito profonde trasformazioni.



Figura 5.27 Rione verde (V.05), risolto di una casa a schiera ad angolo.



Figura 5.28 Rione rosso (R.06), giunto di separazione tra due edifici affiancati.



Figura 5.29 Rione rosso (R.05), accostamento tra due case a schiera con parete longitudinale in comune.

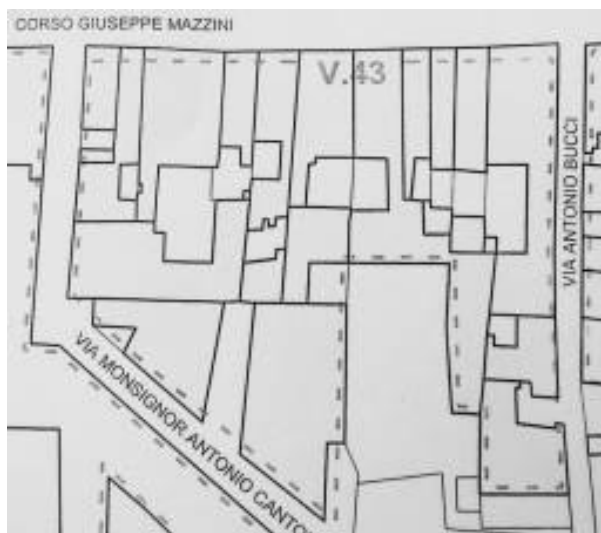


Figura 5.30 Rione verde (V.40), aggregato con all'interno due palazzetti con corte.



Figura 5.31 Rione verde (V.40), palazzetto con fronte strada a tre aperture.





Figura 5.32 Rione verde (V.40), palazzetto con fronte strada a quattro aperture.



Figura 5.33 Rione Rosso (R.37), palazzetto a tre aperture sul corso Garibaldi



Figura 5.34 Rione rosso (R.09), prospetto interno loggiato della corte di un palazzo.



Figura 5.35 Rione rosso (R.10), prospetto interno loggiato della corte di un palazzo.



Figura 5.36 Rione giallo (G.08), loggiato, a tre livelli, della corte di un palazzo.



Figura 5.37 Rione giallo (G.11), prospetto interno loggiato della corte di un palazzo.



Figura 5.38 Rione giallo (G.08), il rifacimento del prospetto ha messo in evidenza le aperture della fase medievale. Le finestre attuali risultano in posizione differente da quelle preesistenti.



Figure 5.39 e 5.40 Rione rosso (R.05), i due sottopassi che danno accesso a vicolo Gatto.



Figura 5.41 Rione nero (N.02), due balconi con strutture portanti differenti. Possibili trasformazioni o ricostruzioni.



Figura 5.42 Rione giallo (G.12), balcone al primo livello di un prospetto su una corte interna.



Figura 5.43 Rione bianco (B.05), fondazioni con ciottoli

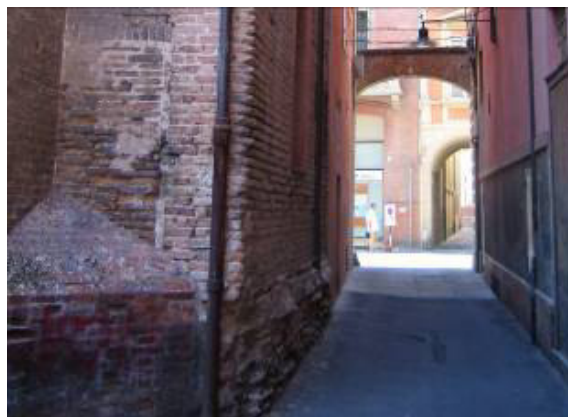


Figura 5.44 Rione rosso (R.03), fondazioni in mattoni

### 5.3 Fattori di vulnerabilità dovuti alla tecnica costruttiva locale e alle trasformazioni

La valutazione preliminare della vulnerabilità del costruito storico deve considerare, accanto alla analisi delle caratteristiche di impianto delle singole fabbriche e delle modalità della loro aggregazione, anche l'esame della qualità costruttiva dei singoli elementi strutturali. A valle della analisi dei tipi edilizi e delle peculiari forme di vulnerabilità e resistenza ad essi associate (vedi sezione precedente), occorre dunque prendere in esame la tecnica costruttiva locale con l'obiettivo di estrarre le forme ricorrenti di debolezza o di forza ad essa connaturate o derivanti da alterazioni successivamente apportate.

Ogni area culturale possiede una sua "norma" costruttiva, caratterizzata da soluzioni tecniche ricorrenti e da altrettanto tipiche modalità di trasformazione, le une e le altre influenti sulla qualità meccanica complessiva del lessico costruttivo locale.

Il riconoscimento di tale "norma", vigente in una determinata area culturale, e relativamente a un determinato periodo storico, permette non solo di formulare un giudizio sulla qualità meccanica che il rispetto della norma consente di conseguire, ma anche di evidenziare le situazioni nelle quali la norma stessa non è stata rispettata associando a tali situazioni un immediato giudizio di minore qualità meccanica.

#### **Tecnica costruttiva locale (norma costruttiva)**

Le peculiarità tecnico-costruttive di una generica area culturale devono essere esaminate sulla scorta della conoscenza della "regola dell'arte" muraria assunta come termine di confronto per valutare l'efficacia ovvero l'insufficienza della particolare realtà costruttiva analizzata. Si tratta cioè di riconoscere, all'interno di un peculiare lessico costruttivo, l'aderenza alle prescrizioni ritenute generalmente valide per le costruzioni

murarie nella implicita assunzione – di carattere squisitamente sperimentale – che tale aderenza costituisca di per sé una garanzia di corretto comportamento meccanico.

Le prescrizioni della regola dell'arte riguardano non solo gli elementi che, singolarmente, compongono la fabbrica muraria – muri, orizzontamenti, coperture – ma anche le connessioni dei diversi elementi tra loro ovvero, in altri termini, il loro assemblaggio strutturale. Al punto che il giudizio sui singoli elementi deve essere calibrato anche in funzione della interazione di ciascuno di essi con quelli contigui (è il classico esempio considerato da Rondelet nel suo celebre Trattato, dove si mostra il diverso grado di stabilità che compete alla parete isolata rispetto a quella vincolata da pareti contigue: con la ovvia conseguenza che un muro di ottima qualità può anche esibire una vulnerabilità maggiore di un muro meno buono ma dotato di una maggior grado di vincolo complessivo).

Elementi fondamentali di qualunque fabbrica muraria sono naturalmente i muri. Per questi la regola dell'arte si può sintetizzare nel duplice requisito della orizzontalità dei ricorsi lapidei o laterizi (finalizzata al corretto trasferimento al suolo della più importante delle azioni, il peso) e del monolitismo della sezione trasversale (finalizzato a garantire la risposta unitaria della parete muraria alle esterne). Entrambi requisiti sono essenziali per consentire alle pareti murarie non solo di sopportare con sicurezza i carichi statici, ma anche di poter efficacemente opporsi alle azioni orizzontali indotte dai terremoti (figure 5.45).

Elementi strutturali altrettanto importanti sono gli orizzontamenti e le coperture. Anche qui, alla funzione statica che detti elementi riescono a esplicare se correttamente eseguiti e realizzati – in questo caso, la regola dell'arte si riassume nei requisiti della adeguatezza delle sezioni degli elementi stessi (non importa se lignei o murari) e delle loro condizioni di appoggio sulle pareti – si aggiunge la importantissima funzione di collegamento che ad essi si può assegnare e che, come sopra accennato, può notevolmente incrementare le capacità dell'assemblaggio strutturale di opporsi alle azioni sismiche (figure 5.46).

Peraltro la funzione di connessione è, a volte, esplicitamente affidata ad elementi appositi la cui funzione precipua è proprio quella di connettere l'insieme: si tratta di catene, speroni, etc (figure 5.47).

Tutto ciò si tramuta, in una visione mirata alla valutazione meccanica del costruito, prima nella evidenziazione e nella valutazione poi delle snellezze orizzontali e verticali delle pareti.

Informazioni ulteriori vanno inoltre acquisite sugli elementi di dettaglio, che all'interno degli elementi costruttivi principali costituiscono punti singolari. L'interesse nella loro analisi risiede a volte nel loro contributo alla stabilità e a volte nella possibilità di esibire debolezze localizzate. In entrambi i casi, comunque, essi costituiscono spesso tratti salienti della tecnica costruttiva locale ed oltre alla valutazione della sicurezza costituiscono valori in termini di conservazione.

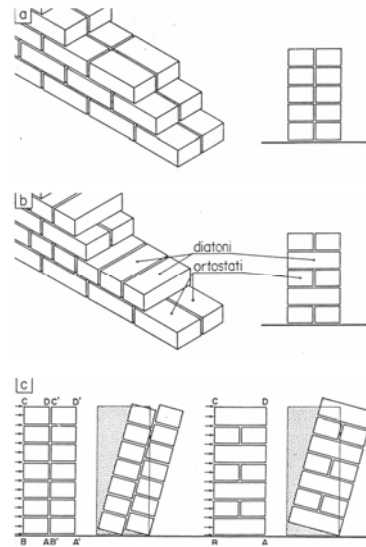
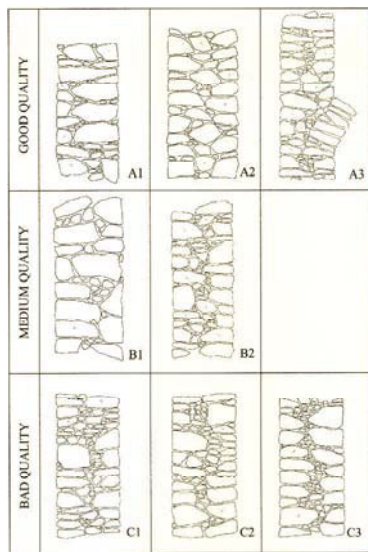


Figura 5.45 analisi di tessiture murarie reali e individuazione dei corrispondenti modelli meccanici

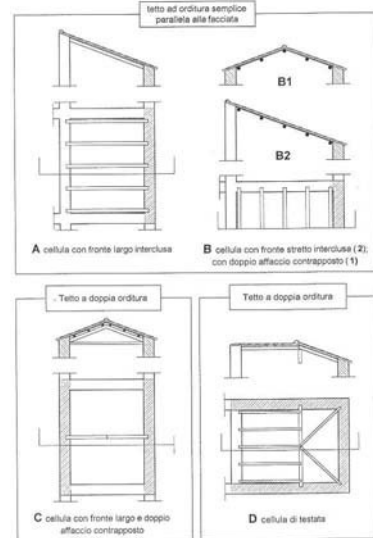
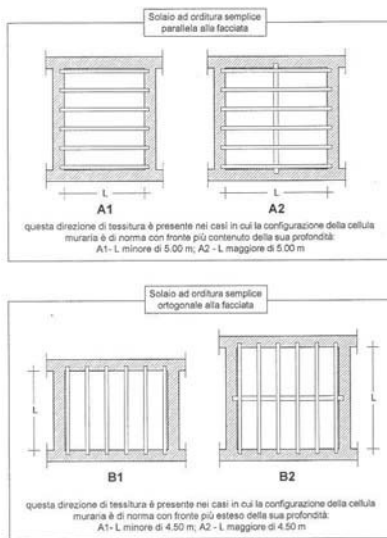


Figura 5.46 disposizioni delle orditure caratteristiche della tecnica costruttiva locale

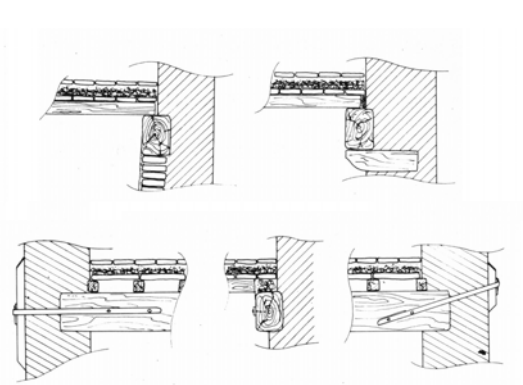
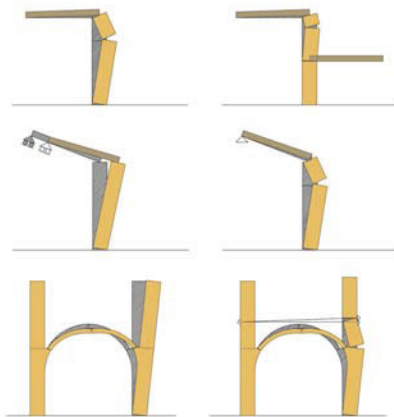


Figura 5.47 assemblaggi e connessioni tra gli elementi costruttivi nella tecnica locale.

### **“Norma” e alterazione**

Passaggio obbligato per la valutazione della vulnerabilità, una volta riconosciuta la "norma" costruttiva locale, è l'individuazione delle alterazioni della norma stessa dovute al *degrado* legato all'abbandono ovvero alle *trasformazioni/alterazioni* attuate per adeguare il costruito alle esigenze abitative moderne. Sono quelle che abbiamo denominato vulnerabilità estrinseche o “di trasformazione”.

Il degrado influisce in generale sulla qualità meccanica dei singoli elementi strutturali: i legni della copertura o dei solai possono marcire, ma anche i muri privi di intonaco o non protetti dalla copertura subiscono l'azione devastante dell'acqua che attacca la malta e indebolisce le connessioni interne.

Tra le *alterazioni* della "norma" costruttiva attuate per adeguare il costruito alle esigenze abitative moderne se ne descrivono alcune ricorrenti e osservate anche nel centro storico di Faenza:

- Eliminazioni di porzioni murarie ai vari piani dell'edificio, sia nelle pareti di prospetto che in quelle ad esse ortogonali, con l'alterazione della dimensione della maglia muraria. E' ricorrente la demolizione, ai piani terreni, di estese porzioni della parete di facciata per la trasformazione in garage o in negozi; anche le pareti trasversali vengono spesso eliminate per soddisfare l'esigenza di grandi locali unitari. Ai piani superiori pareti ortogonali alla facciata vengono eliminate per ottenere ambienti di maggiori dimensioni o, parzialmente, per realizzare vani di passaggio più grandi. La sottrazione di porzioni di pareti portanti costituisce in generale un indebolimento della struttura muraria; in particolare l'eliminazione delle pareti ortogonali alla facciata provoca un'alterazione del passo della maglia muraria e introduce una causa di precarietà proprio in uno degli elementi della casa più esposti. Una parete libera per una dimensione doppia rispetto a quella indicata dalla norma costruttiva si danneggia per un livello di azione orizzontale più basso.
- Inserimento di elementi orizzontali con caratteristiche meccaniche diverse da quelle degli orizzontamenti originari. L'introduzione di solai o di cordoli in calcestruzzo armato costituisce un fattore di vulnerabilità in quanto essi sono caratterizzati da eccessiva rigidità rispetto a quella delle murature di ambito e spesso la loro messa in opera comporta il taglio esteso delle murature perimetrali (cordolo in breccia).
- Sopraelevazione degli edifici. Le sopraelevazioni realizzate in epoca premoderna alterano in sostanza soltanto il rapporto tra altezza degli edifici e larghezza delle strade, mentre dal punto di vista della capacità statica non introducono modifiche peggiorative qualora esse siano realizzate in aderenza alla norma costruttiva muraria. Le sopraelevazioni aggiunte in epoca più recente realizzate contravvenendo alla norma costruttiva ed utilizzando tecniche e principi statici estranei al lessico della costruzione muraria possono al contrario introdurre delle modifiche gravose.

- Piccoli volumi aggiunti sia a sbalzo dalle pareti verticali, che in sommità dell'edificio, realizzati con materiale leggero, spesso con l'uso di travi metalliche, ivi compresi i serbatoi per la raccolta dell'acqua, generalmente posti in aggetto rispetto al filo di facciata, oltre la linea di gronda sono elementi in sé stessi precari.
- Inserimento di impiantistica in zone vulnerabili della compagine muraria e con tecniche di realizzazione che possono arrecare danno alle strutture esistenti. E' stato infatti sperimentato come la presenza di vuoti o discontinuità in zone della scatola muraria molto sollecitate, specialmente in caso di sisma possa innescare dei meccanismi di danno anche di notevole rilevanza, tanto più che le vigenti normative implicano vuoti tecnici di dimensioni sempre maggiori.

### 5.3.1 Tessiture murarie

È stata condotta una indagine conoscitiva sulle tessiture murarie limitatamente ai paramenti esterni – gli unici direttamente osservabili – privi di intonaco di finitura. Si riportano di seguito i risultati ottenuti premettendo comunque che, al fine di una distinzione in classi di qualità muraria (riferibili al comportamento meccanico), l'analisi deve essere estesa anche allo studio delle sezioni che in questo contesto di analisi speditiva non è stato realizzato.

Sono stati selezionati 36 paramenti su porzioni di muratura a vista posti ad una altezza massima, rispetto alla quota della strada, di circa due metri. I prospetti degli edifici, a cui appartengono i campioni, sono stati fotografati e localizzati sulla carta del centro storico (figura 5.48).

Detti campioni sono stati rilevati e confrontati allo scopo di individuare le tessiture ricorrenti e confrontarne geometria e tipologia.

Gli elementi laterizi hanno dimensioni ricorrenti di 28/30 x 14 x 5/6 cm, con giunti di malta di circa 1/1,5 cm.

I campioni esaminati si possono raggruppare per caratteristiche comuni come di seguito proposto:

- A.** Tessitura muraria regolare in cui si alternano sempre un mattone di testa e un mattone di fascia. Lo schema si ripete su tutti i filari con uno sfalsamento di circa un terzo rispetto alla lunghezza del mattone di fascia (figure da 3.49 a 3.51).
- B.** Tessitura muraria regolare in cui si alternano due o tre mattoni di fascia e uno o due testa. I conci di testa seguono uno pseudo allineamento in verticale. Lo schema si ripete su tutti i filari con uno sfalsamento che si può approssimare a circa un terzo rispetto alla lunghezza del mattone di fascia. (figure da 3.52 a 3.54).

- C.** Tessitura muraria regolare formata tutta da mattoni di fascia, con limitate eccezioni. Questo tipo di tessitura regolare ed omogenea può anche essere rintracciata nei casi in cui la tecnica è utilizzata per porzioni di muratura che sono state interessate da un intervento di restauro. Questo tipo di muratura costituisce allora una rifoderatura del paramento esterno che degradandosi va sostituito. (figure 5.55 e 5.56).
- D.** Tessitura muraria con alternanza irregolare di filari di mattoni e di filari di pietre di varie dimensioni. Non è riconoscibile uno schema regolare dal momento che queste tessiture sembrano riferibili a rimaneggiamenti più o meno consistenti delle pareti originarie. Sono frequenti le tessiture con alternanza di filari di mattoni e filari di ciottoli schiacciati, posizionati in obliquo, (figura 5.57) (figure 5.58 e 5.59). Si osservano anche casi con l'impiego di grossi conci di pietra (figure 5.60 e 5.61).

Gli spessori murari sono così distribuiti:

Muri a 2 teste – spessore medio cm 30 (Livello 2°-3°)

Muri a 3 teste – spessore medio cm 45 (Livello 1°-2°)

Muri a 4 teste – spessore medio cm 60 (Livello interrato)

In relazione agli spessori rilevati e alle tessiture apparenti sui paramenti si può ragionevolmente ipotizzare che i muri a 2 e 3 teste abbiano sezione trasversale compatta dal momento che gli elementi laterizi utilizzati hanno dimensioni compatibili con un apparecchio “pieno”.

La stessa ipotesi non è altrettanto scontata per i muri a 4 teste che potrebbero anche essere caratterizzati dalla presenza di un nucleo interno di minore compattezza tra due fodere paramentali in laterizio. Anche per questi muri tuttavia è difficile pensare a una realizzazione in cui i due paramenti esterni siano del tutto scollegati dal nucleo interno, in virtù ancora una volta delle dimensioni degli elementi utilizzati.

Ne consegue che, in questa fase, sia pure con le cautele derivanti dall'aver limitato l'analisi ai soli paramenti esterni, gli apparecchi murari sembrano di buona qualità meccanica in tema sia di orizzontalità dei filari sia di ingranamento nello spessore.

Situazioni di minore qualità si possono localmente riscontrare in presenza di consistenti reimpaginazioni delle tessiture originarie – per chiusura di vani, restauri, etc. – in corrispondenza delle quali gli apparecchi sono evidentemente più scadenti.





Figura 5.48 localizzazione dei campioni murari studiati

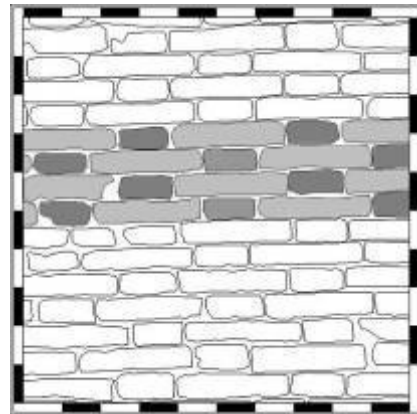


Figura 5.49 Rilievo del campione murario 01

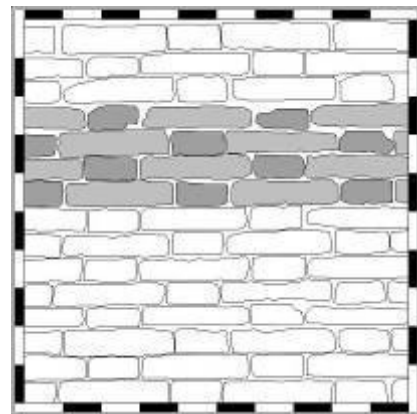


Figura 5.50 Rilievo del campione murario 07



Figura 5.51 Rilievo del campione murario 14

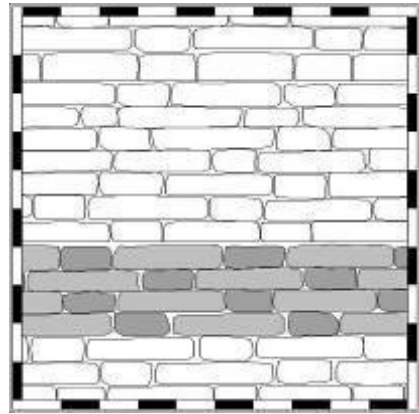


Figura 5.52 Rilievo del campione murario 05

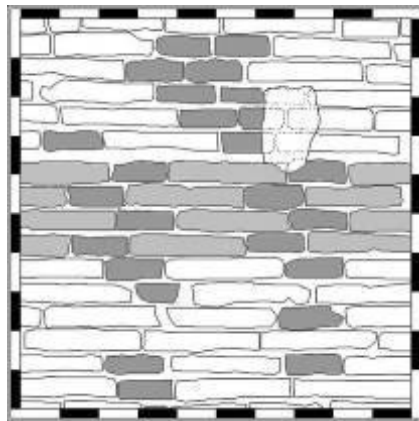
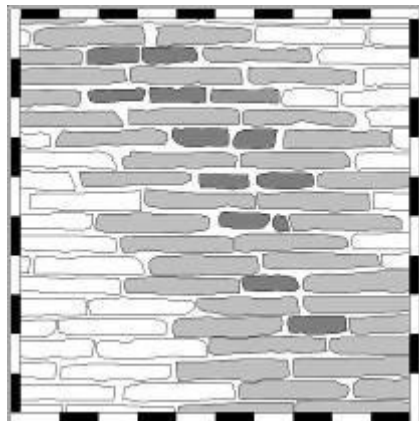


Figura 5.53 Rilievo del campione murario 08



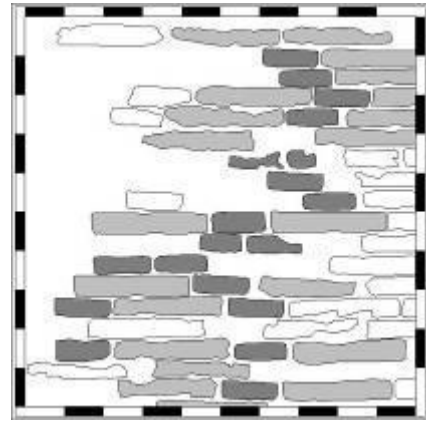


Figura 5.54 Rilievo del campione murario 13

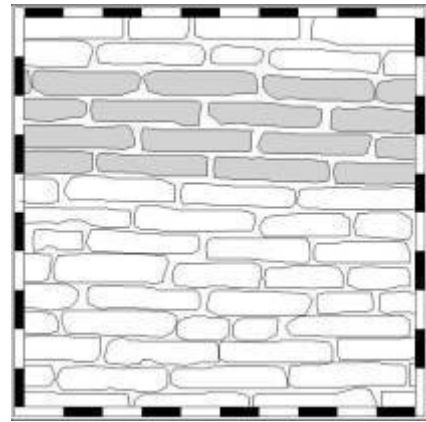


Figura 5.55 Rilievo del campione murario 15°

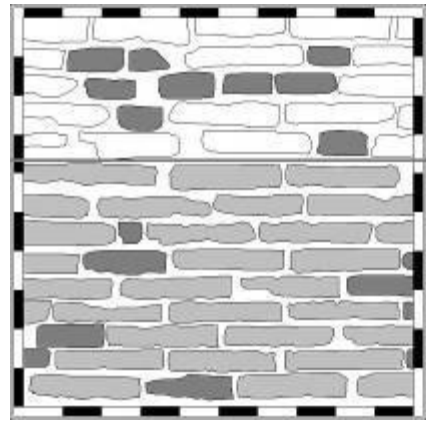


Figura 5.56 Rilievo del campione murario 11: in alto la muratura antica e in basso la stilatura di restauro.



Figura 5.57 Rilievo del campione murario 12

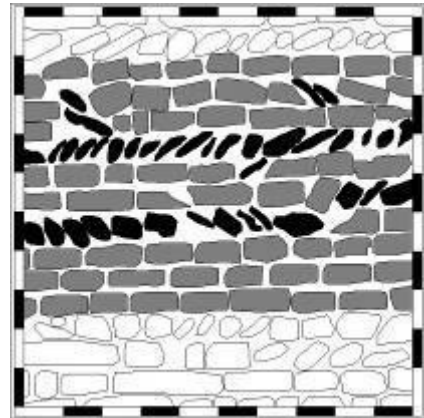


Figura 5.58 Rilievo del campione murario 15

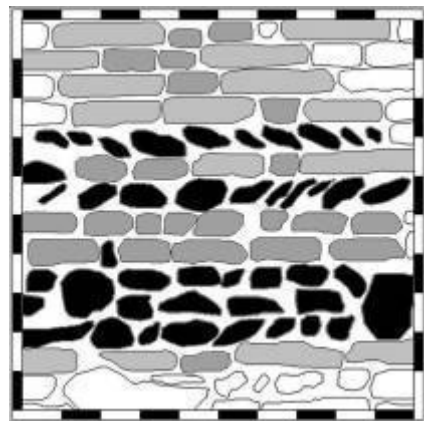


Figura 5.59 Rilievo del campione murario 30b

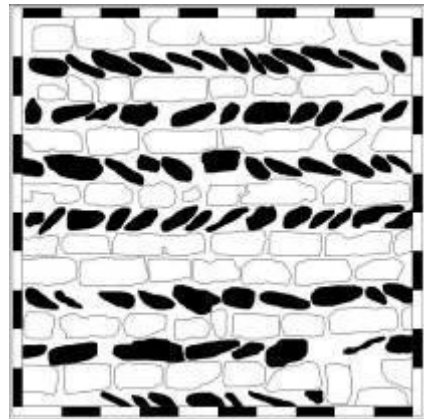




Figura 5.60 Rilievo del campione murario 26

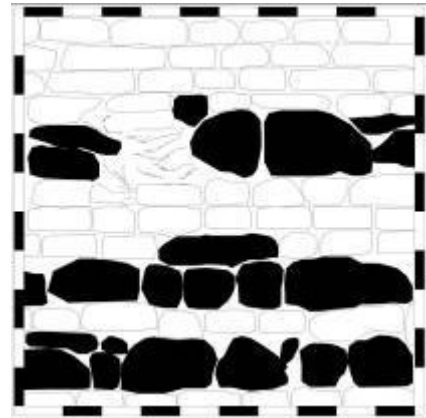


Figura 5.61 Rilievo del campione murario 30°

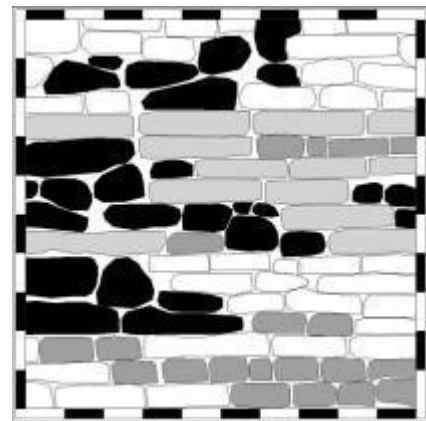


Figura 5.62 Rione bianco (B.04): morsa muraria lasciata a vista



Figura 5.63 Rione verde (V.11): sezione muraria a vista, residuo di un edificio demolito



Figura 5.64 Rione rosso (R.10): sezioni murarie a vista di un muro di recinzione



Figura 5.65 Rione rosso (R.01): strutture murarie al livello interrato

### *Orizzontamenti lignei e voltati*

Gli orizzontamenti lignei sono tutti a doppia orditura, con interasse dell'orditura secondaria dipendente dal manto sovrapposto (tavolato ligneo o pianellato in cotto).

Non sono rari i casi in cui le travi lignee delle coperture sono usate come tiranti attraverso l'uso di ferramenta metallica inchiodata alle travi stesse e ancorata alle pareti esterne. Questa modalità costruttiva è stata sistematicamente osservata nelle travi di copertura poggianti sui timpani sommitali.

Gli orizzontamenti voltati sono realizzati, come le pareti di elevazione, in laterizio. L'apparecchio è a filari paralleli alle generatrici, sia nelle volte a botte che in quelle a crociera, con mattoni disposti di coltello. Per volte di luce ridotta, tipicamente nei sottopassi, sono stati rilevati anche apparecchi in foglio con tessitura incrociata.

Gli orizzontamenti voltati sono limitati ai piani seminterrati e ai piani terreni. Quando impostino su pareti non efficacemente contraffortate da strutture contigue, come nel caso dei portici, sono in generale dotate di catene metalliche.

Sia gli orizzontamenti lignei che quelli voltati sono stati spesso oggetto di sostituzione con orizzontamenti di diversa tecnologia: cemento armato o, più spesso, ferro.

In alcuni androni la copertura lignea o voltata è stata sostituita con solai in cemento armato. E pure in cemento armato sono le sopraelevazioni sui sottopassi che rappresentano una delle trasformazioni più frequenti.



Figura 5.66 Sottopasso con solaio ligneo (Rione bianco)



Figura 5.67 Sottopasso con solaio ligneo nel Rione giallo (G.12)



Figura 5.68 Dettaglio di solaio ligneo in ambiente interno (N.03)

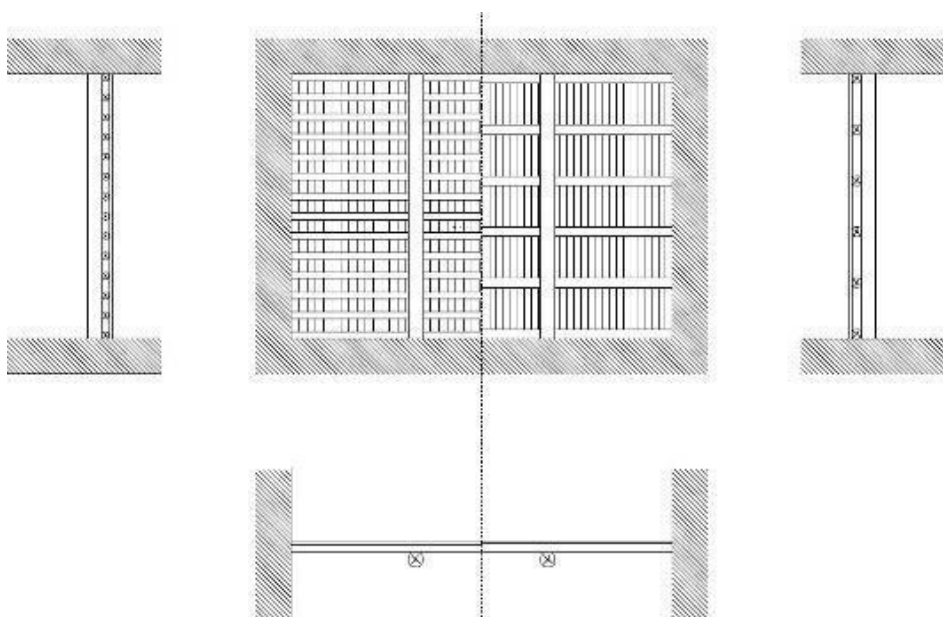


Figura 5.69 Pianta iposcopica del solaio ligneo di tipo (a).

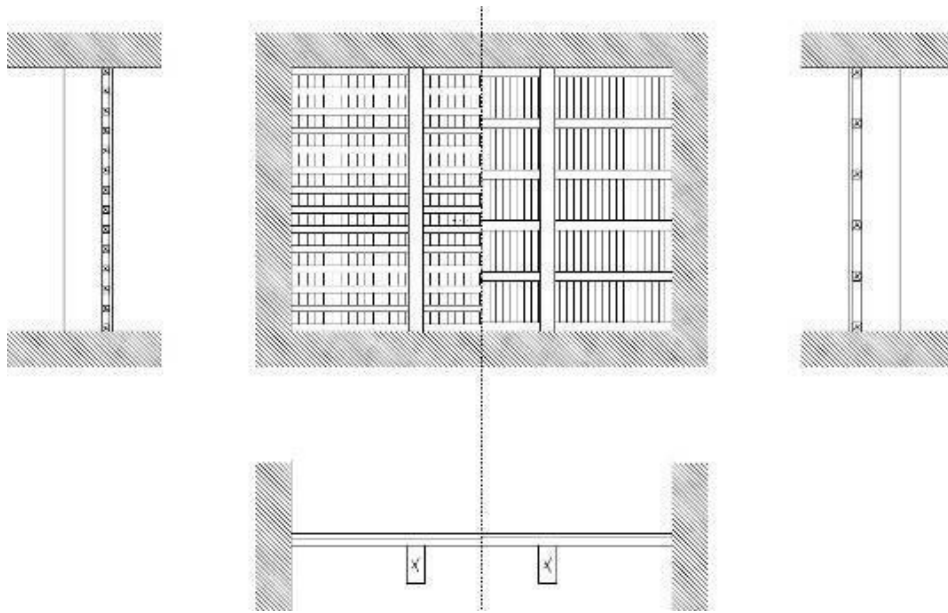


Figura 5.70 Pianta iposcopica del solaio ligneo di tipo (b).



Figura 5.71



Figura 5.72



Figura 5.73



#### 5.4 Fattori di resistenza della tecnica costruttiva locale

L'architettura storica di Faenza è dotata dei classici presidi antisismici che sono generalmente utilizzati nelle aree costruttive in zona sismica per migliorare le capacità della fabbrica muraria storica di opporsi alle azioni orizzontali indotte dai terremoti.

Dalle osservazioni speditive condotte sono stati rilevati con una certa ricorrenza capochiave metallici di varia forma e datazione sulle facciate degli edifici.

Gli incatenamenti alla quota dei solai intermedi sono ampiamente diffusi e si trovano quasi esclusivamente tra il primo e il secondo livello e solo sporadicamente alla quota di interpiano superiore (tra il secondo e il terzo livello).

Sono stati notati capochiave di maggiori dimensioni negli edifici di maggior pregio e di maggiore mole dimensionale (come le case a corte e palazzi) (figure 5.76 e 5.77)

Molto diffusi sono le legature tra la orditura lignea delle coperture e le cimase murarie; queste legature sono realizzate con elementi metallici (barre piatte) che piegate a 90 gradi vincolano la parete alla soprastante orditura lignea e svolgono ruolo di trattenimento delle alte pareti di timpano (figure 5.78 e 5.79).

Infine si rilevano molto spesso muri a scarpa, contrafforti (figure 5.79 e 5.80) e, più raramente, archi di sbatacchio.



Figura 5.76 Incatenamenti diffusi a più livelli.



Figura 5.77 Incatenamento al livello del solaio intermedio.



Figura 5.78 Legature con capochiave a gomito agganciati alle membrature di copertura.



Figura 5.79 Dettaglio di un capochiave a gomito.



Figura 5.80 Muro a scarpa sul corso Mazzini (V.01).



Figura 5.81 Contrafforti in muratura di laterizi (V.14).

## 5.5 Quadri fessurativi

Le considerazioni qui presentate discendono da un esame preliminare delle forme ricorrenti di dissesto rilevate nel centro storico di Faenza, sostanzialmente basato sulla osservazione dei soli fronti esterni dei fabbricati senza mettere in conto, se non sporadicamente, l'influenza dell'assetto strutturale complessivo degli edifici.

Ciò conferisce alla interpretazione dei quadri fessurativi rilevati un carattere fortemente congetturale e induce a ritenere l'interpretazione stessa come una prima traccia di ragionamento, che necessita di essere confermata attraverso un esame più approfondito dei singoli casi.

Fatta questa precisazione, i dissesti rilevati sembrano potersi quasi esclusivamente riferire a due categorie principali, le cui cause possono presentarsi in modi più o meno articolati e, a volte, interagenti: (i) dissesti da cedimenti di fondazione e (ii) dissesti da alterazioni dell'assetto strutturale originario.

Sono di fatto assenti i dissesti di origine sismica, fatta eccezione per pochi casi sporadici, per i quali, oltre tutto, si possono invocare anche cause diverse.

Di seguito si propone un elenco commentato di alcuni casi di dissesto riferibili alle due categorie, facendo seguire, a una breve elencazione dei fattori che possono condizionare ciascuna di esse, le particolari forme di dissesto ad essi associate. I casi esaminati sono localizzati nella planimetria seguente.



Figura 5.82 Localizzazione dei casi di dissesto esaminati (il percorso dei canali urbani, oggi interrati, è evidenziato dalla linea tratteggiata)

### 5.5.1 Cedimenti di fondazione

#### **Cause del dissesto**

I cedimenti di fondazione sono determinati da due fattori essenziali che, molto spesso, si presentano congiuntamente: la natura del terreno di fondazione e la configurazione dei piani basamentali degli edifici.

Il terreno interviene attraverso le caratteristiche meccaniche dello strato interessato dalle strutture di fondazione (profilo stratigrafico), le caratteristiche e lo stato di conservazione del sistema delle canalizzazioni sotterranee (fognature e adduzioni acqua), la presenza e il tracciato della rete di canali interrati: terreni di caratteristiche meccaniche scadenti, anche solo localmente, o alterati dalla circolazione di acqua per perdita dalle canalizzazioni sotterranee, o ancora fortemente disomogenei possono reagire alle azioni trasmesse dalle strutture sovrastanti in maniera anche molto diversa con conseguenti movimenti differenziali.

La configurazione del sistema basamentale dell'edificio interviene attraverso le modalità di trasmissione dei carichi al suolo: in caso di condizioni di appoggio singolari o comunque non uniformi al piede di uno stesso edificio, come pure tra edifici contigui, le pressioni di contatto trasmesse al terreno possono esibire concentrazioni o variazioni tali da determinare movimenti differenziali delle strutture di fondazione.

I cedimenti osservati si possono generalmente ricondurre alle consuete tipologie note in letteratura come: cedimento intermedio, cedimento terminale, traslazione orizzontale, con l'aggiunta di una forma peculiare che potremmo definire di cedimento diffuso. In generale non è stato possibile riconoscere univocamente la causa del cedimento, se non in pochi casi per i quali era possibile ipotizzare la presenza di alcuni dei fattori sopra richiamati. In ogni caso, così come esplicitamente rilevato in alcuni significativi casi, è molto probabile che i numerosi cedimenti differenziali rilevati nel centro siano spesso ascrivibili alla presenza di frequenti disomogeneità del sottosuolo in corrispondenza dei canali interrati.

#### **Forme del dissesto**

In generale i dissesti da cedimento fondale si manifestano con la comparsa nelle pareti coinvolte di lesioni diagonali inclinate (solitamente con andamento curvilineo), più raramente di lesioni verticali nelle porzioni sommitali.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Vi sono due modi, largamente equivalenti, di interpretare questi quadri fessurativi.

Secondo la traccia di ragionamento estesamente sviluppata nel classico trattato di Sisto Mastrodicica (S. Mastrodicica, *Dissesti statici delle strutture edilizie*, Milano 1978), le lesioni diagonali o verticali sono associate all'andamento delle isostatiche degli sforzi nelle pareti soggette al cedimento – considerate come solidi elastici omogenei – e si sviluppano lungo le isostatiche di compressione per superamento della resistenza della muratura in corrispondenza delle isostatiche di trazione, ortogonali alle prime. Le lesioni diagonali o verticali indicano allora il prevalere delle tensioni tangenziali su quelle normali – in presenza dei cosiddetti cedimenti brevi, nei quali la lunghezza della zona interessata dal cedimento è confrontabile con l'altezza complessiva della parete; le lesioni verticali sommitali indicano invece il prevalere delle tensioni normali su quelle tangenziali – in presenza viceversa di cedimenti lunghi, nei quali la lunghezza della zona interessata dal cedimento è sensibilmente maggiore dell'altezza della parete.

Secondo la traccia di ragionamento che deriva dalle più moderne modellazioni della muratura come solido non reagente a trazione (per tutti vedi: S. Di Pasquale, *Statica dei solidi murari: teoria ed esperienze*, Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Costruzioni, Pubblicazione n° 27, Febbraio 1986), le lesioni altro non sono che linee di separazione tra porzioni murarie

Rispetto agli andamenti fessurativi classici associati alle diverse tipologie di cedimento, i dissesti rilevati evidenziano, in alcuni casi, singolarità legate sia alla configurazione delle strutture di elevazione sia alle modalità dei cedimenti stessi.

***Influenza delle modalità del cedimento: cedimento intermedio, cedimento terminale, traslazione orizzontale*** (figure da 5.83 a 5.86)

Se il cedimento interessa la parte centrale di una parete muraria il comportamento ad arco nel piano della parete stessa si può sviluppare completamente dando luogo a fenomeni fessurativi che prevedono lesioni diagonali, disposte alle estremità della zona in moto relativo e inclinate verso la zona centrale di massimo abbassamento, il cui inviluppo consente di ricostruire il percorso ad arco degli sforzi di compressione. L'arco può essere più o meno inclinato in relazione alla lunghezza del tratto interessato dal cedimento: per cedimenti su tratti molto estesi le lesioni convergenti verso la zona di maggiore abbassamento sono pressoché verticali (coerentemente con l'interpretazione tensionale ricordata in nota).

Se il cedimento interessa la parte terminale di una parete muraria il comportamento ad arco determina allineamenti fessurativi anche in questo caso inclinati ma che, evidentemente, non possono richiudersi. Anche in questo caso, inoltre, a seconda della lunghezza del tratto interessato dal cedimento, si possono avere lesioni più o meno inclinate con tendenza alla verticalità per cedimenti lunghi.

Se infine il cedimento consiste in una traslazione orizzontale relativa del terreno di fondazione, compaiono lesioni verticali alla base dell'edificio con apertura più ampia in basso e decrescente verso l'alto fino a richiudersi.

***Influenza delle modalità del cedimento: cedimento diffuso*** (figura 5.87)

In presenza di cedimenti relativi disuniformi per una buona estensione della parete (ovvero cedimenti che non presentano un andamento continuo con un unico massimo, intermedio o terminale, ma presentano viceversa un andamento variabile) si possono creare lesioni verticali in corrispondenza dei punti di debolezza del tessuto murario, tipicamente gli allineamenti delle aperture, prive di una direzionalità chiaramente riconoscibile. Queste lesioni sembrano ragionevolmente interpretabili sulla base di un cinematismo che prevede movimenti verticali relativi delle porzioni murarie comprese tra allineamenti verticali consecutivi di bucatore, con gli elementi sottofinestra che si distaccano dalle porzioni suddette (con le lesioni verticali) per ristabilire la congruenza del cinematismo.

---

rispettivamente compresse e scariche e individuano pertanto i percorsi di sforzo che nascono nella parete per ricondurre a sole sollecitazioni di compressioni le azioni interne derivanti dai cedimenti fondali. Tali percorsi sono solitamente configurati ad arco e l'andamento diagonale o verticale delle lesioni è legato alla forma degli archi stessi.

Le due tracce di ragionamento sono entrambe approssimate – la muratura non è né un solido perfettamente omogeneo ed elastico né un solido indifferenziatamente non reagente a trazione – ed entrambe si prestano a cogliere, se non altro in maniera qualitativa, aspetti essenziali del comportamento strutturale. Il secondo approccio sembra, tuttavia, più aderente al dato fisico in quanto ritiene della muratura l'aspetto forse meccanicamente più rilevante (ovvero la limitata resistenza a trazione).

***Influenza delle modalità del cedimento: evoluzione del cinematismo*** (figura 5.88)

L'innescò di un funzionamento ad arco nel piano della parete, conseguente al cedimento fondale, determina come effetto principale il distacco delle porzioni murarie compresse (nelle quali si sviluppa la curva delle pressioni) da quelle scariche (che si abbassano seguendo il movimento del terreno). In relazione alla entità del cedimento (e alla estensione delle lesioni di distacco), come pure alla disposizione delle aperture, o ancora alla qualità muraria, possono verificarsi dei movimenti secondari nelle porzioni murarie non interessate dal primo distacco e la conseguente comparsa di lesioni con andamento grosso modo ortogonale a quello delle lesioni dell'arco principale (essenzialmente in corrispondenza degli spigoli delle finestre) che denunciano l'avvenuto assestamento delle porzioni stesse.

***Influenza della configurazione strutturale: le aperture*** (figure da 5.89 a 5.91)

La presenza di aperture nelle pareti interessate dal cedimento introduce, in relazione alla loro particolare configurazione (numero, dimensione, disposizione, modalità costruttive), linee di maggiore debolezza lungo le quali le fessure tendono a svilupparsi, comunque coerentemente con il percorso che seguirebbero nella parete piena corrispondente.

***Influenza della configurazione strutturale: resistenza e rigidità della parete*** (figure 5.92 e 5.93)

La presenza di pareti ortogonali a quella interessata dal cedimento determina diverse condizioni locali di rigidità e resistenza. In questi casi le lesioni derivanti dall'innescò del comportamento ad arco nel piano trovano un ostacolo alla propagazione e possono manifestare brusche variazioni nell'andamento.

Anche la presenza di un tessuto murario disomogeneo, con zone meglio costruite (o conservate) o meno alterate di altre può determinare una diversa risposta alle sollecitazioni derivanti dal cedimento che si può manifestare attraverso la dissimmetria dei meccanismi ad arco nel piano: le tensioni di trazione che determinano la frattura di una porzione muraria possono infatti essere assorbite da altre porzioni.

Analoghe considerazioni valgono in corrispondenza dell'attacco tra edifici contigui di diversa consistenza. Per questi, si tenga inoltre presente che spesso le lesioni di distacco che si producono seguono il profilo delle morsa di attesa.

***Influenza della configurazione strutturale: solai in c.a.*** (figura 5.94)

La presenza di solai in c.a. impostati su pareti murarie interessate da cedimenti fondali determina l'interruzione delle fessurazioni ad arco in corrispondenza del primo orizzontamento (che lavora a sbalzo a

partire dalle porzioni ferme) e la conseguente comparsa di lesioni orizzontali al di sotto dell'orizzontamento stesso (che denunciano il distacco della muratura sottostante). Altre lesioni orizzontali legate all'inflessione del solaio a sbalzo possono comparire nella muratura sovrastante.

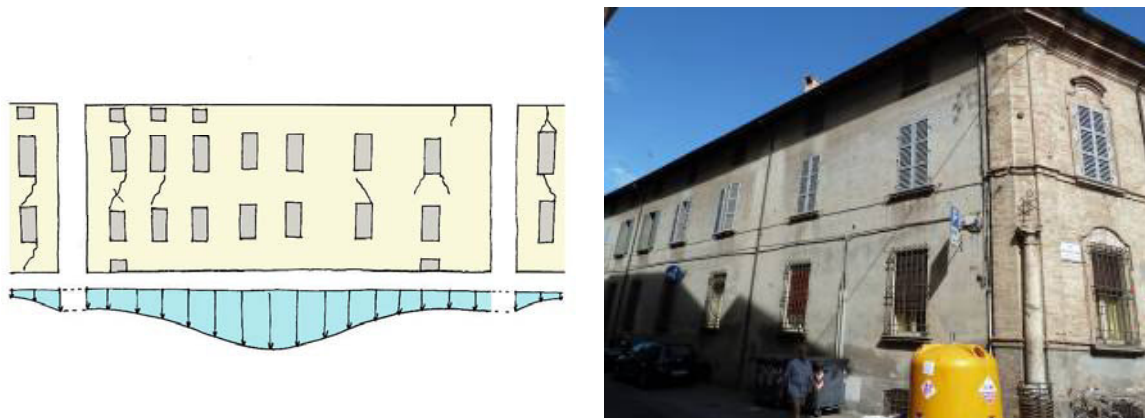


Figura 5.83 osservazione n. 1. Cedimento intermedio lungo nella facciata, con lesioni di estremità poco inclinate e pressoché simmetriche, accompagnato da cedimenti terminali corti nelle due pareti laterali, con lesioni più marcatamente diagonali, come conseguenza del trascinamento verticale su queste operato dall'abbassamento della facciata. Non è da escludere un'influenza locale delle strutture di copertura (spinta di eventuali paradossi angolari).

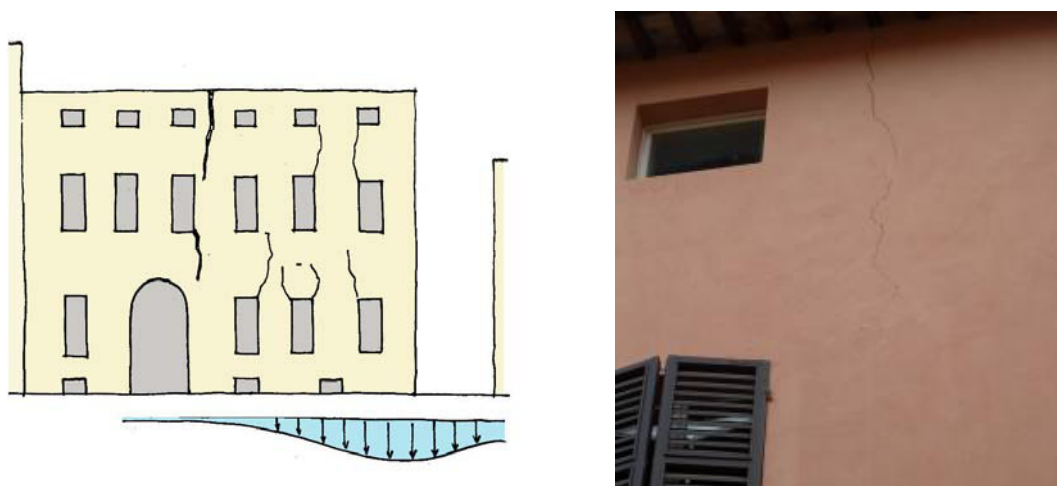


Figura 5.84 osservazione n. 2. Cedimento terminale lungo con una lesione sommitale, marcatamente verticale, più importante nella zona più distante dall'angolo (forse anche per una discontinuità di rigidezza legata alla parete dell'androne) e lesioni più sottili in prossimità dell'angolata, ma sempre poco inclinate.

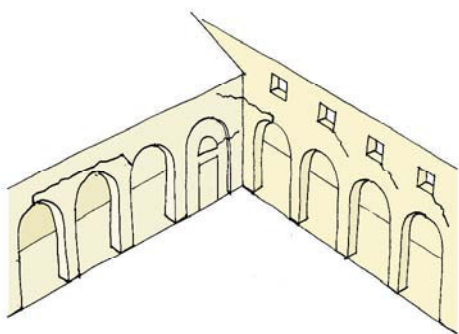


Figura 5.85 osservazione n. 3. In questo caso la presenza accertata del canale in prossimità della zona interessata dal forte cedimento evidenzia drammaticamente il ruolo delle condizioni del sottosuolo. La lesione ad arco interessa le due pareti ortogonali del cortile e appare addirittura in continuità in corrispondenza dello spigolo comune. Il cedimento è terminale per la parete nella quale si apre l'accesso al cortile e intermedio sulla parete con gli archi.

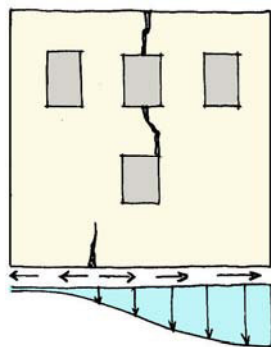


Figura 5.86 osservazione n. 4. Caso di incerta attribuzione. Le lesioni con maggiore apertura in basso potrebbero essere dovute a una traslazione orizzontale del terreno ma, in mancanza di informazioni più precise, si potrebbe anche pensare a un cedimento terminale della parete, come testimoniano le lesioni sommitali, seguito da un movimento secondario di assestamento responsabile delle lesioni alla base.



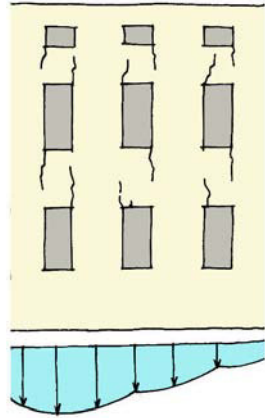


Figura 5.87 osservazione n. 5. Supponendo che dei due maschi murari centrali, quello di sinistra si abbassi più di quello di destra, i sottofinestra di destra sono forzati a ruotare con verso antiorario, quello di sinistra con verso orario, con conseguente apertura di lesioni verticali di distacco tra sottofinestra e maschi murari.

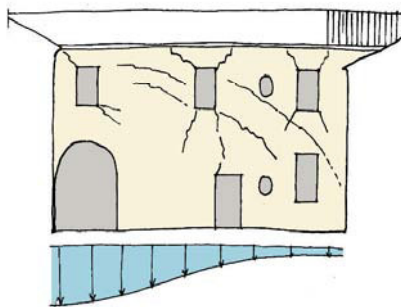


Figura 5.88 osservazione n. 6. Al cedimento intermedio principale – con massimo in corrispondenza dell'androne – con lesioni diagonali ad arco, soprattutto evidenti negli spigoli delle aperture, segue un assestamento secondario nella parte destra della facciata con lesioni diagonali tra gli spigoli contrapposti rispetto a quelli del meccanismo principale.

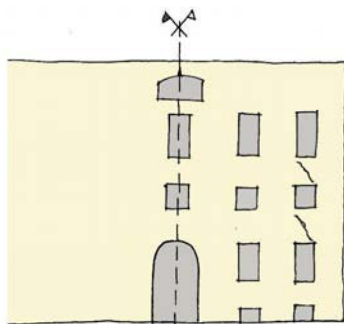


Figura 5.89 osservazione n. 7. cedimento intermedio corto con lesioni diagonali nei sottofinestra, simmetriche rispetto all'asse del prospetto, e lesione verticale in chiave dell'apertura sommitale centrale.

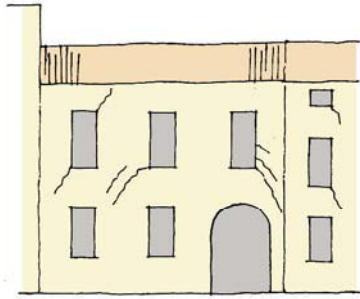


Figura 5.90 osservazione n. 8. cedimento intermedio corto con massimo disassato rispetto alla mezzeria dell'edificio e lesioni ad arco che interessano anche il fabbricato contiguo. Il minor numero di aperture fa sì che le lesioni interessino anche i pieni murari (ovvero, rispetto al caso precedente, esistono minori percorsi di debolezza).

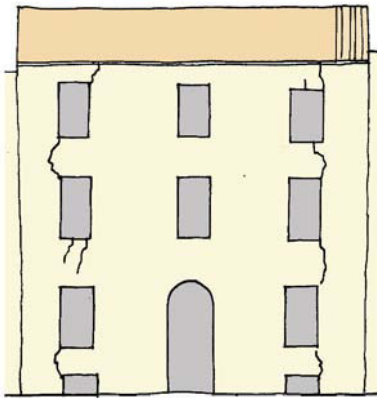


Figura 5.91 osservazione n. 9. . Le lesioni si sviluppano nei sottofinestra, quasi in verticale, ma con un andamento comunque direzionale che può essere anche qui ricondotto alla forma dell'arco. Non si può escludere una influenza dei piani interrati con concentrazione di carico in corrispondenza dell'asse del prospetto.

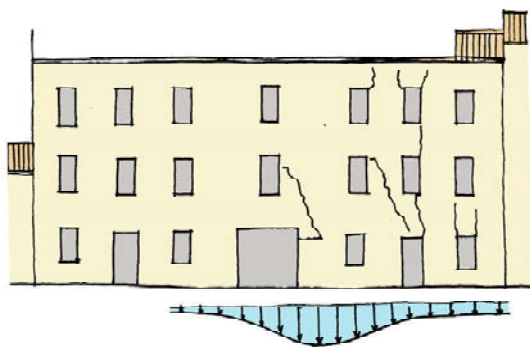


Figura 5.92 osservazione n. 10. La discontinuità costruttiva a sinistra dell'androne, associata alla minore entità del cedimento (il cui massimo è spostato rispetto alla discontinuità stessa) determina l'interruzione del meccanismo ad arco nella parete con comparsa della lesione verticale in corrispondenza della parete (ortogonale alla facciata) che delimita l'androne.

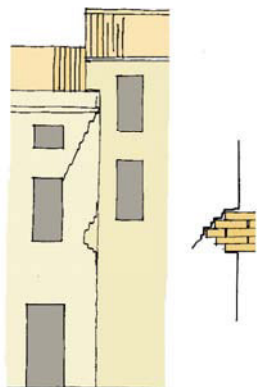


Figura 5.93 osservazione n. 11. La lesione tra i due fabbricati, presumibilmente dovuta all'abbassamento relativo del più pesante fabbricato di destra, segue il profilo delle morsa laterizie sviluppandosi comunque secondo il classico andamento diagonale.

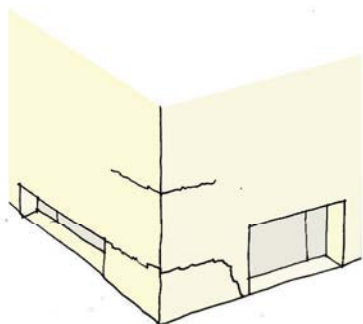


Figura 5.94 osservazione n. 12. Cedimento angolare di fabbricato con solai in c.a.. Il primo solaio lavora a sbalzo al di sopra della muratura sottostante che si abbassa, distaccandosi dal solaio, e la sua inflessione determina la comparsa di lesioni orizzontali anche nella muratura sovrastante.

## 5.5.2 *Alterazioni della fabbrica originaria*

### **Cause del dissesto**

Le alterazioni dell'assetto strutturale originario possono essere di diverso tipo: dalle alterazioni della maglia muraria originaria, derivanti sicuramente da sottrazioni (ma anche da aggiunte) di pareti, soprattutto se riguardanti i livelli più bassi dei fabbricati, all'incremento dei carichi dovuto a sopraelevazioni o variazioni nella consistenza (o tessitura) degli orizzontamenti.

In un esame limitato ai soli fronti esterni dei fabbricati le alterazioni rilevate sono essenzialmente riconducibili alla modifica delle aperture (soprattutto quelle dei piani terreni) delle facciate e alle sopraelevazioni.

### **Forme del dissesto** (figure da 5.95 a 5.97)

Con riferimento all'allargamento delle aperture dei piani terra si rileva come i quadri fessurativi siano sostanzialmente confrontabili con quelli derivanti da cedimenti intermedi o terminali di fondazione, con il classico andamento ad arco e le stesse particolarità prima rilevate legate alla disposizione delle aperture superiori, alla presenza di pareti ortogonali, etc.

Questo in ragione del fatto che dette aperture possono sia determinare concentrazioni di carico a livello del terreno con effettivo, conseguente, cedimento fondale sia abbassamenti differenziali delle porzioni murarie sovrastanti le nuove aperture senza coinvolgimento diretto del terreno ma con fenomenologie di dissesto comunque confrontabili.

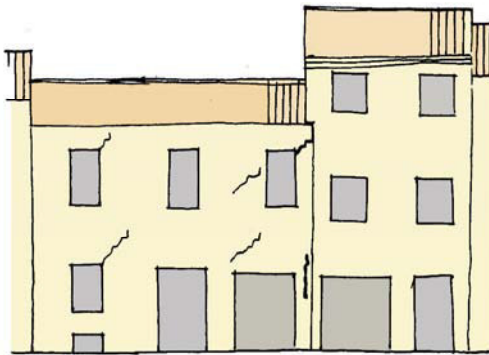


Figura 5.95 osservazione n. 13. Cedimento del terreno di fondazione conseguente alla concentrazione di carico derivante dalle aperture dei garage. La cellula più bassa esibisce le classiche lesioni da cedimento terminale.

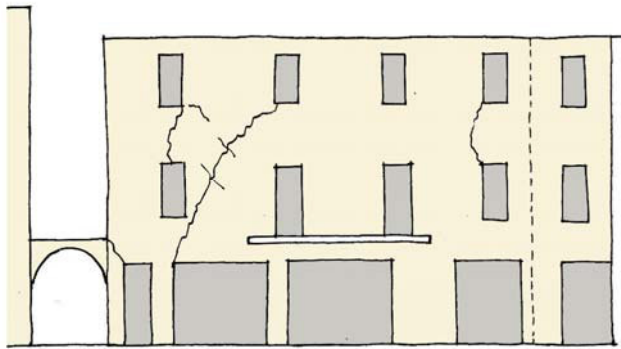


Figura 5.96 osservazione n. 14. La parete al piano terra è quasi scomparsa per le aperture dei negozi. I livelli superiori si abbassano e si creano lesioni diagonali ad arco alle estremità della zona interessata (visibili solo a sinistra; a destra sono probabilmente nascoste dal paramento in mattoni) e una lesione verticale nel parapetto tra le due finestre centrali – che corrisponde alla “chiave” dell’arco.

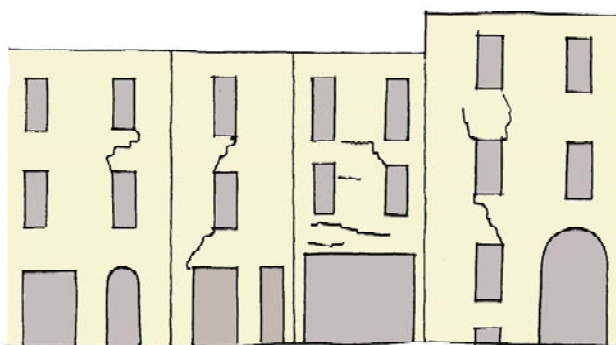


Figura 5.97 osservazione n. 15. Cedimento fondale dovuto all’allargamento dell’apertura al piano terra

## 5.6 La carta delle vulnerabilità osservate sul tessuto edilizio

L'individuazione delle vulnerabilità presenti sul tessuto edilizio faentino ha permesso la mappatura delle stesse sulla cartografia disponibile, alla scala 1:2000, per evidenziarne la diffusione sul tessuto storico; insieme alle vulnerabilità, sono stati individuati e localizzati alcuni punti di forza – o presidi – distribuiti sull'edificato.

La cartografia di base utilizzata è la base digitale aerofotogrammetrica del centro storico, fornita dal Comune di Faenza e aggiornata all'anno 1998; questa base cartografica è stata preferita a quella catastale (anch'essa vettoriale) in ragione di un più fedele aggiornamento della consistenza edilizia. Inoltre, l'uso della base digitale catastale, che contiene l'individuazione grafica di tutte le singole unità particellari, risulta meno idoneo alla scala 1:2000 rispetto alla base scelta, le cui informazioni grafiche individuano piuttosto i perimetri complessivi degli aggregati e, in secondo ordine, le principali differenze volumetriche dell'edificato. Nella cartografia di base, sono individuati il perimetro degli aggregati edilizi (per come definiti al paragrafo 5.1) e le campiture che distinguono il tessuto edilizio storico dalle fabbriche speciali, escluse dall'indagine.

Le tipologie edilizie escluse dall'indagine sono gli edifici religiosi, i palazzi monumentali e i fabbricati con struttura diversa da quella muraria e altre tipologie edilizie speciali. Alla prima categoria appartengono le chiese e i complessi conventuali non trasformati in residenze, che abbiano quindi una destinazione pubblica o di uso pubblico (scuole, ospedali, ecc.). Le tipologie palaziali escluse dall'indagine sono quelle monumentali, che si distinguono dai palazzi di limitate dimensioni per luci più ampie e altezze maggiori, ma soprattutto per la destinazione che spesso è diventata di uso pubblico; a questa categoria appartengono anche tutti quegli edifici speciali a destinazione pubblica, quali i teatri o cinema, le scuole, gli ospedali, ecc. Infine, sono esclusi anche tutti gli edifici con struttura diversa da quella muraria, in massima parte costituiti da palazzi con struttura a telaio di calcestruzzo armato; sono invece incluse le fabbriche a struttura mista, tipiche della ricostruzione post-bellica, che costituiscono ben ampia porzione dell'edificato del centro storico faentino.

Dei fattori di vulnerabilità osservati sul campo, si è ritenuto opportuno individuare sulla cartografia cinque di essi, che per diffusione e caratteristiche peculiari sono significativi nell'ambito della valutazione generale della vulnerabilità sismica di un tessuto storico come quello faentino. Tali fattori sono riferiti alle caratteristiche proprie dell'edificato (presenza di volumi svettanti, disallineamento degli orizzontamenti di edifici in adiacenza, disallineamento verticale delle aperture in facciata, ridotto spessore dell'architrave in corrispondenza della cimasa), ma anche derivati da modificazioni antropiche, delle quali la più influente ed evidente è l'allargamento delle aperture al piano terreno.

I punti di forza degli edifici storici faentini sono invece rappresentati da presidi posti in opera (spesso durante la costruzione delle fabbriche) grazie alla consapevolezza costruttiva degli operatori del passato:

muri a scarpa, contrafforti, incatenamenti a livello di solai intermedi o della copertura sono i presidi più influenti nella valutazione in esame.

La scala di rappresentazione della carta impedisce la localizzazione puntuale dei singoli fattori di vulnerabilità e dei punti di forza individuati, ma piuttosto suggerisce una riproduzione sintetica degli stessi, che ne possa testimoniare la presenza negli aggregati edilizi e allo stesso tempo la loro distribuzione nell'ambito dell'intero centro storico.

Alcuni dei fenomeni osservati, infatti, sono più rilevanti in zone specifiche del tessuto urbano piuttosto che in altre, e ciò principalmente in ragione delle caratteristiche che distinguono le diverse aree del nucleo antico di Faenza. Ad esempio, si riscontra una particolare concentrazione degli allargamenti delle aperture al piano terra in corrispondenza delle strade a maggiore vocazione commerciale, a causa della realizzazione delle ampie vetrine dei negozi, ma anche in alcune zone quasi esclusivamente residenziali per la formazione di autorimesse. Inoltre, è tipico il fenomeno dei volumi svettanti, assai concentrati dove le proprietà immobiliari sono maggiormente frammentate e cioè dove è sopravvissuto il tessuto antico delle case a schiera.

Il rilevamento delle vulnerabilità e delle resistenze è stato condotto seguendo specifici criteri per ogni singolo fenomeno, tali da consentire un campionamento quanto più omogeneo sull'ampio tessuto urbano indagato. Di seguito sono specificati i criteri adottati.

Per quanto riguarda i fenomeni di vulnerabilità: i corpi svettanti sono definiti come volumi che si elevano, rispetto ai fabbricati adiacenti, per altezze corrispondenti ad almeno un interpiano; gli allargamenti di aperture al piano terreno sono quelli operati su strutture murarie, in genere per ricavare autorimesse o per le vetrine delle attività commerciali; il disallineamento degli orizzontamenti tra fabbricati contigui, che si può verificare in presenza di altezze di interpiano anomale, è stato rilevato in presenza di notevoli sfalsamenti, prossimi al mezzo interpiano; il disallineamento delle aperture in facciata è definito come lo sfalsamento delle bucatore rispetto all'ipotetica infilata verticale. Infine, la presenza di architravi di spessore ridotto in corrispondenza della cimasa muraria è stata considerata come forma di vulnerabilità quando la porzione muraria soprastante la bucatore raggiunge al massimo lo spessore doppio di un'architrave lignea di dimensioni ordinarie (quindi, una dimensione di circa 40-50 cm al massimo); sono quindi esclusi i casi in cui è presente un cornicione sulla cimasa, che nel caso più generale ha dimensioni maggiori della porzione muraria definita come sopra.

Alcune forme di vulnerabilità sono caratteristiche dei collegamenti tra l'edilizia di base e gli edifici speciali, esclusi dall'indagine. Nel caso più generale, le notevoli altezze di interpiano e le dimensioni monumentali di edifici come chiese, conventi o palazzi, generano, al contatto con edifici di minori dimensioni, ricorrenti casi di sfalsamento degli orizzontamenti e di presenza di volumi svettanti. Tali

ricorrenze non sono state riportate nel computo delle vulnerabilità osservate per non falsare i dati, raccolti per l'edilizia di base, ma saranno tenuti in considerazione nelle successive fasi di lavoro.

I dispositivi strutturali che rappresentano le forme di resistenza del tessuto edilizio, sono definiti in base alla posizione e alla tipologia di presidio, rilevati nel numero riscontrabile dall'osservazione del solo perimetro dell'aggregato. Gli incatenamenti dei solai intermedi o delle coperture, in qualsiasi forma siano presenti, sono definiti in base al posizionamento, appunto all'altezza dei solai o delle orditure di copertura. I muri a scarpa e gli speroni o contrafforti sono invece raggruppati nella stessa categoria di forme di resistenza.

La rappresentazione dei fenomeni di vulnerabilità e punti di forza è riassunta in una serie di ideogrammi racchiusi entro un blocco grafico, che riporta i simboli dei singoli fenomeni e il numero delle ricorrenze osservate, oltre al codice identificativo dell'aggregato. Il metodo impiegato è stato approntato ad hoc, sia nei simboli utilizzati che nel modo di raggrupparli, utile nella rappresentazione grafica ma anche nella creazione di un database di informazioni. Infatti, al blocco grafico è associato un blocco vettoriale CAD, che permette l'inserimento e la gestione dei dati numerici con facilità.

I dati numerici associati a vulnerabilità e punti di forza, letti insieme alle caratteristiche dimensionali e tipologiche dell'aggregato, forniscono il grado di incidenza dei singoli fenomeni sull'aggregato. Infatti, il numero di ricorrenze di ogni fenomeno è significativo in relazione alle dimensioni dell'aggregato (l'intensità del fenomeno è inversamente proporzionale alle dimensioni dell'aggregato), ma anche in virtù dei tipi edilizi presenti nell'aggregato, per esempio in relazione alle presenze di volumi svettanti di cui si è detto.



Figura 5.98 Stralcio della base cartografica catastale: ogni particella è distinta dalle limitrofe all'interno di ogni isolato, per mezzo di una polilinea chiusa.





Figura 5.99 Stralcio aerofotogrammetrico: qui le polilinee chiuse individuano l'isolato, con spessore maggiore rispetto alle partizioni interne che distinguono le superfici di copertura.



Figura 5.100 Legenda delle vulnerabilità e delle resistenze osservate nel centro storico di Faenza.



Figura 5.101 Due casi di corpi svettanti: nel tessuto edilizio con case a schiera e proprietà frammentate (Aggregato G.08) e sul retro di palazzetti (Aggregato R.04).



ALLARGAMENTO DELLE APERTURE  
AL PIANO TERRENO



Figura 5.102 Aperture allargate al piano terra



D'ISALLINEAMENTO DEGLI  
ORIZZONTAMENTI



Figura 5.103 .Due casi di solai sfalsati tra edifici contigui (Aggregati G.04 e V.05).



DISALLINEAMENTO DELLE  
APERTURE IN FACCIATA



Figura 5.104 Due casi di disallineamento delle aperture



RIDOTTO SPESSORE DELL'ARCHITRAVE IN  
CORRISPONDENZA DELLA CIMASA MURARIA



Figura 5.105 Architrave di spessore ridotto di un edificio a due livelli con interpiano di altezza ordinaria (Aggregato B.03) e in corrispondenza del piano sottotetto (Aggregato N.06).



INCATENAMENTI SUI SOLAI  
INTERMEDI



Figura 5.106 Il capochiave a bolzone di una catena isolata (Aggregato V.04) e un incatenamento multilpo su un solaio (Aggregato V.07).



INCATENAMENTI SULLE ORDITURE  
DI COPERTURA



Figura 5.107 Incatenamento multiplo delle orditure di copertura (Aggregato B.03) e dettaglio della piastra metallica piegata che “arpiona” la membratura lignea al muro (Aggregato B.08).



## MURI A SCARPA - CONTRAFFORTI



Figura 5.108 Muri a scarpa al piano terra (Aggregato V.01) alla base della parete (Aggregato V.05).



Figura 5.109 Stralcio della carta delle vulnerabilità e delle resistenze osservate nel centro storico di Faenza: i simboli che ne rappresentano le ricorrenze osservate sono racchiusi entro un "blocco grafico".

## **ALLEGATO**

proposte per la Identificazione di un aggregato campione  
da analizzare nella seconda fase di lavoro

## 1. PREMESSA

Sulla base dell'analisi speditiva condotta sui 121 aggregati identificati nel centro storico di Faenza, ne sono stati individuati alcuni che, per caratteristiche di impianto, tipologie edilizie e processi evolutivi, si possono ritenere rappresentativi delle diverse situazioni riscontrate nella fase di ricognizione preliminare e che si prestano pertanto a fornire una rappresentazione sintetica delle più evidenti problematiche sismiche ricorrenti del centro storico.

Due di questi aggregati, in particolare, esemplificano alcune tra le situazioni maggiormente diffuse e ciascuno di essi sembra sufficientemente significativo da poter essere assunto quale aggregato campione per la successiva fase di lavoro – che prevede appunto il passaggio dalla disamina speditiva estesa all'intero centro storico (Fase 1) alla analisi di dettaglio di un singolo aggregato (Fase 2), con la finalità di definire per questo opportuni interventi di mitigazione sismica attraverso la interpretazione puntuale delle vulnerabilità e resistenze in esso presenti e la conseguente prefigurazione di uno scenario di danno sismico.

Nella presente relazione si riferisce innanzitutto sugli aggregati ritenuti rappresentativi delle situazioni ricorrenti, fornendo per ciascuno di essi, uno per ogni rione, una descrizione sintetica e riportando l'estratto corrispondente della carta delle vulnerabilità (cfr., § 5.6).

Successivamente, nello stesso spirito sintetico, ma con qualche maggiore dettaglio, si descrivono i due aggregati proposti alla Amministrazione Comunale per la scelta di quello da studiare nella seconda fase.

## 2. ALCUNI AGGREGATI SIGNIFICATIVI

### – *Aggregato B.11*

L'aggregato appartiene al rione ottocentesco in cui le case a schiera risultano essere la tipologia più diffusa e la loro aggregazione in isole di notevole estensione longitudinale è caratteristica che contraddistingue la nascita del rione Bianco.

Si sviluppa con il lato maggiore sul tracciato storico della via Emilia (percorso matrice), come è peculiare nei borghi di espansione delle città murate, ed è organizzato in serie chiusa con contrade di case a schiera contrapposte, con fronti sul corso Europa (via Emilia) e su via Mura Polveriera.

L'isolato si presenta pressoché saturo: gli spazi vuoti interni sono i residui delle aree di pertinenza delle case a schiera affiancate tra loro.

Gli edifici delle due contrade contrapposte dell'aggregato, che si affacciano su percorsi di importanza diversa (p. matrice e p. di collegamento) hanno caratteristiche ben distinte tra loro sia per consistenza che per densità: sul corso Europa i fabbricati sono tutti a tre livelli (figg. 1 e 2), mentre sulla parallela via Mura Polveriera gli edifici sono alti mediamente due piani con presenza di sporadici lotti liberi.

Alcuni edifici sono frutto di ricostruzioni post-belliche, che ripetono in buona parte l'impianto tipologico originario e che riutilizzano il sedime degli edifici preesistenti.

L'importanza commerciale del corso Europa ha inoltre determinato una notevole concentrazione degli allargamenti delle aperture al piano terra (mediamente una per edificio) per dar luogo alle vetrine dei negozi, sebbene anche sul fronte retrostante si riscontri lo stesso fenomeno, pur se con incidenza minore, motivato dalla presenza delle autorimesse.

Il diverso grado di compattezza e uniformità in elevato dei due fronti determina condizioni di vulnerabilità fortemente differenziate (figg. da 3 a 6), così come la sistematica sottrazione muraria al piano terra introduce una evidente condizione di precarietà.

Rilevante diffusione, su tutti i fronti, ha la contenuta dimensione del muro al di sopra delle aperture dell'ultimo livello; tale configurazione limita il benefico effetto di ricucitura della cellula muraria alla quota di cimasa.

#### – *Aggregato G.01*

L'aggregato distribuisce i suoi volumi in modo non uniforme sia in pianta che in altezza. Si sviluppa su un impianto planimetrico a "C" tra due piazze pubbliche di grandi dimensioni ed è caratterizzato da una forte presenza di edifici monumentali (palazzi, torre civica).

L'aggregato costituisce l'edificato di testata della piazza del Mercato e chiude sul fronte est piazza del Popolo, fronte reso omogeneo dall'aggiunta di un portico che realizza una sorta di quinta scenica per l'edificato esistente; i fronti retrostanti, che si affacciano sulla piazza del Mercato sono assai più eterogenei.

Il palazzo di maggior pregio è quello localizzato a nord, dietro al portico tra la piazza e il corso Saffi; è costituito da muratura portante a vista di mattoni caratterizzato da merlature in cimasa e da una scala con loggia che collega il livello della piazza del Mercato alla prima elevazione (fig. 8). A tale palazzo si aggancia, attraverso un arco, la torre principale della città (fig. 7).

Il restante edificato a nord, tra il corso Saffi e la piazza del Mercato sembra in gran parte ricostruito con alcune porzioni in cemento armato (fig. 9).

Sulla facciata prospettante piazza del Popolo, in particolare in corrispondenza del portico, è sistematico il fenomeno dell'ampliamento delle aperture del piano terra per la realizzazione di attività commerciali (fig. 10).

Nella porzione sud dell'aggregato, le ricostruzioni sembrano più rare ma anche in questo caso l'edificato, su qualsiasi fronte, è interessato da alcuni rimaneggiamenti come ampliamenti facciata delle aperture e sopraelevazioni (fig. 11).

#### – *Aggregato N.15*

L'aggregato ha impianto ad "L" ed è costituito da tipologie di palazzi con corte interna che si innestano tra le file di schiere.



I due bracci della L sono distesi lungo percorsi viari che occupano ruoli molto diversi nella gerarchia del tessuto faentino: un braccio si sviluppa lungo il centralissimo corso Garibaldi, l'altro lungo la stretta via Acquatino, mentre il "retro" dell'aggregato si snoda con i fronti su via Emiliani, via Pezzi e via Costa. Una netta distinzione tra le varie parti dell'aggregato corrisponde agli affacci sulle strade: i palazzi sul corso principale, con corte retrostante, si innestano sul tessuto delle case a schiera con affaccio doppio sulle vie Acquatino e Pezzi; la soluzione angolare tra i due tessuti è affidata a due fabbricati di modeste dimensioni, frutto della ricostruzione post-bellica su lotti tipici delle case a schiera.

Il fronte dei palazzi lungo il corso Garibaldi (fig. 12) si presenta compatto, con altezze da due a tre livelli, e comprende le uniche forme di vulnerabilità nello svettamento di uno dei palazzi, che si eleva di un interpiano rispetto agli edifici adiacenti, e nello sfalsamento degli orizzontamenti dello stesso palazzo rispetto alla casa a schiera adiacente, a causa della differente altezza degli interpiani che corrisponde alla distinzione tra le due tipologie. Le fabbriche lungo via Acquatino, invece, presentano le forme di vulnerabilità tipiche del tessuto a schiera: alta concentrazione di volumi svettanti, a causa dell'elevata frammentazione delle proprietà, e numerosi ampliamenti delle aperture al piano terra per ricavare autorimesse (figg. 14 e 15). L'edificio all'angolo tra via Pezzi e via Emiliani, già parzialmente svettante, presenta una parete a bandiera in sommità, in corrispondenza di una terrazza con sopraelevazione (fig. 16).

Gli edifici dell'aggregato, in massima parte sopravvissuti alle distruzioni belliche, mostrano i caratteri, così come i dispositivi di presidio, tipici delle costruzioni storiche: sono frequenti gli incatenamenti dei solai e delle membrature di copertura (fig. 13), numerosi soprattutto negli edifici della parte retrostante il corso Garibaldi. Inoltre, l'edificio d'angolo su via Costa, originario retro di uno dei palazzi affacciati sul corso principale, ha un muro a scarpa (fig. 17).

#### – *Aggregato R.34*

Il piccolo aggregato è situato al margine settentrionale del centro storico, e ne occupa parte del recinto munito con alcune abitazioni, costruite sopra le mura e la torre semicircolare lungo via IV Novembre (figg. 18 e 19). Su via Naviglio due edifici con struttura in calcestruzzo armato fungono da testata dell'aggregato (figg. 20 e 21), mentre la parte opposta dell'isolato è costituita da una sola fila di edifici (quelli collocati sopra le mura), anche qui con struttura intelaiata in c.a.

Le poche costruzioni murarie superstiti sono collocate nella parte centrale dell'aggregato: poche case a schiera lungo le mura in prossimità della torre semicircolare, e due fabbricati lungo via Fornace. L'unica forma di vulnerabilità riscontrata – caratteristica delle case a schiera - è lo spessore ridotto di alcune architravi in corrispondenza della cimasa, presente sui fronti prospicienti il vicolo privato con accesso da via Fornace (fig. 22); nelle stesse case a schiera, sulle pareti costruite sopra le mura, è stata rilevata la presenza di una sola catena metallica.

Le mura, escluse dall'indagine, presentano numerose aperture praticate lungo il viale IV Novembre, per ricavare delle autorimesse (fig. 23).

– *Aggregato V.16*

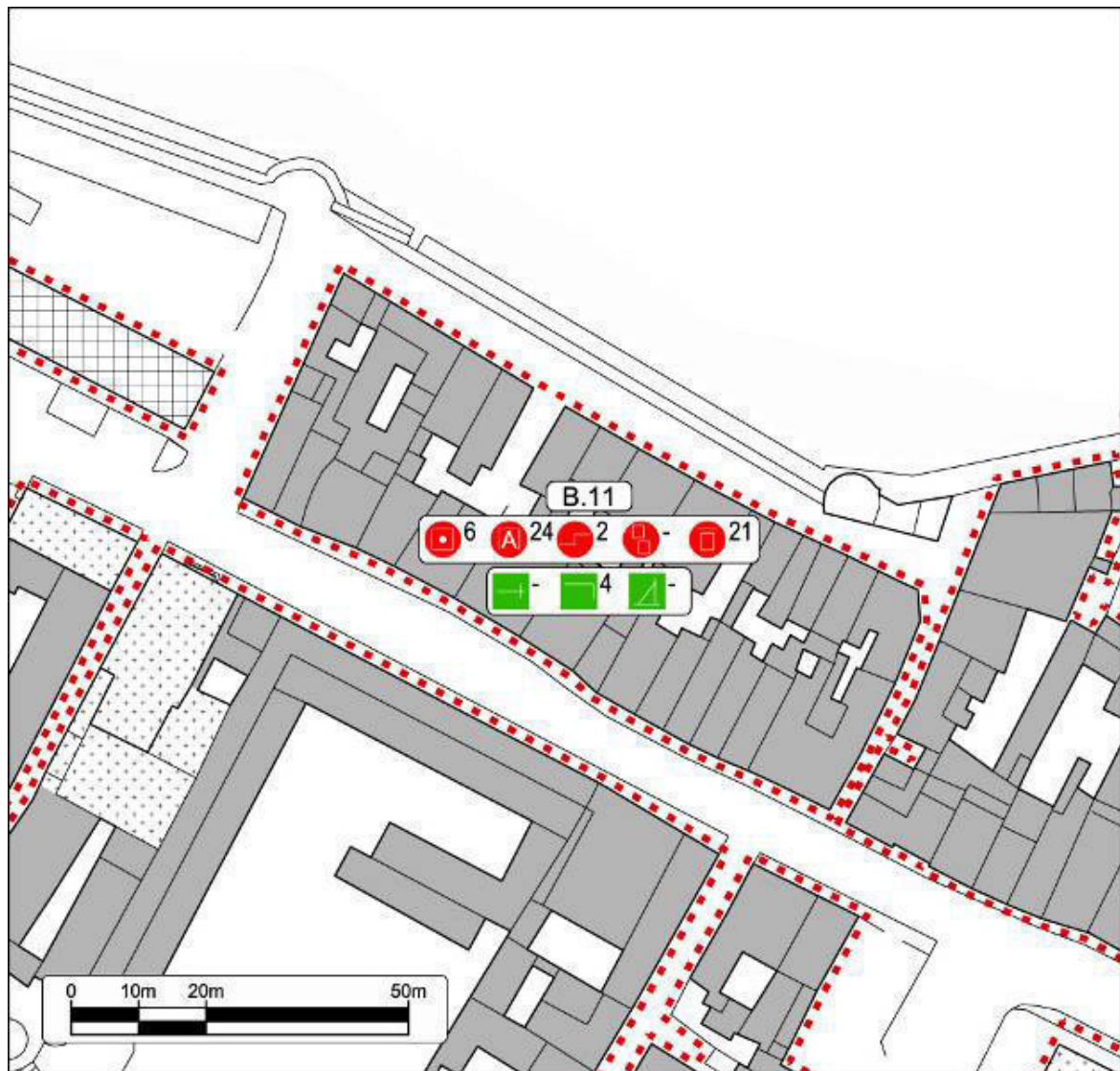
L'aggregato ha dimensioni considerevoli, forma irregolare e risulta eterogeneo per le tipologie edilizie che lo compongono, sebbene con una forte presenza di palazzi con corte interna. Alcuni vuoti interrompono la continuità del perimetro, reso irregolare dalla presenza di riseghe in corrispondenza degli edifici isolati su via S. Bartolo e via Sauro, e dell'angolo tra via Scaletta e via Castellani. Gli edifici che compongono l'aggregato sono in massima parte palazzi di medie dimensioni con corte retrostante e destinazione prevalentemente residenziale, misti a fabbricati più piccoli in linea o a schiera.

I palazzi con affaccio su via Severoli formano un fronte compatto con altezza costante di tre livelli (fig. 24), con accesso alla corte retrostante mediato dalla presenza di androni carrabili; questa porzione di aggregato risulta meno compatta nella profondità dei lotti, dove si alternano corpi di fabbrica più o meno profondi, con propaggini parziali che incorniciano le corti retrostanti. Come nella maggior parte delle tipologie palaziali, non sono visibili dispositivi di presidio come catene sulle facciate principali; i volumi svettanti non sono numerosi e tutti concentrati sul retro dei fabbricati, dove si riscontra anche la presenza di portici (fig. 25).

Il tessuto dell'aggregato si sfrangia su via Sauro, dove si alternano fabbricati di medie e piccole dimensioni, con altezze differenti, a vuoti urbani frutto di demolizioni recenti (fig. 26); qui si riscontrano forme di vulnerabilità tipiche del tessuto minuto, quali l'apertura di vetrine al piano terra o architravi di spessore ridotto in corrispondenza della cimasa: le prime sono motivate dalla vicinanza col centrale corso Matteotti, le seconde dall'aver ricavato spazi abitabili nei sottotetti.

Lungo il corso Matteotti, un grande edificio a destinazione residenziale (oggetto di ristrutturazione) contribuisce a rendere compatto l'intero fronte, che invece su via Scaletta si presenta discontinuo, con un grande vuoto che ne interrompe la regolarità e un edificio con struttura a telaio di calcestruzzo armato; qui, un edificio (in linea?) è l'unico di questo aggregato a presentare evidenti interventi di presidio con incatenamenti al livello dei solai intermedi (fig. 27). Il fronte su via Castellani è interrotto dall'accesso a un vicolo (fig. 28), sul quale si affacciano i retri degli edifici adiacenti, con alcuni accessi ad autorimesse ricavati allargando aperture ai piani terra (fig. 29).

## AGGREGATO B.11



TESSUTO URBANO		VULNERABILITA' E RESISTENZE OSSERVATE			
	PERIMETRO AGGREGATO		PRESENZA DI CORPI SVETTANTI		INCATENAMENTI SUI SOLAI INTERMEDI
	EDIFICI OGGETTO DELL'INDAGINE		ALLARGAMENTO DELLE APERTURE AL PIANO TERRENO		ARPIONI SULLE ORDITURE DI COPERTURA
	CHIESE E CONVENTI		DISALLINEAMENTO DEGLI ORIZZONTAMENTI		MURI A SCARPA - CONTRAFFORTI
	PALAZZI E ALTRI EDIFICI SPECIALI (SCUOLE, TEATRI, OSPEDALI, ECC.)		DISALLINEAMENTO DELLE APERTURE IN FACCIATA		
	EDIFICI CON STRUTTURA DIVERSA DA QUELLA MURARIA		RIDOTTO SPESSORE DELL'ARCHITRAVE IN CORRISPONDENZA DELLA CIMASA MURARIA		

## AGGREGATO B.11

### Documentazione fotografica

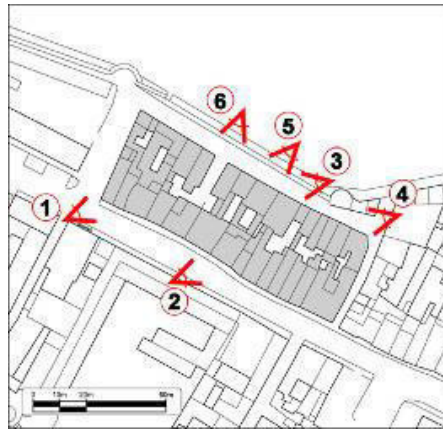


Fig. 12 – Fronti su corso Europa



Fig. 13 – Fronti su corso Europa



Fig. 14 – Fronti su via Mura Polveriera



Fig. 15 – Fronti su via Mura Polveriera

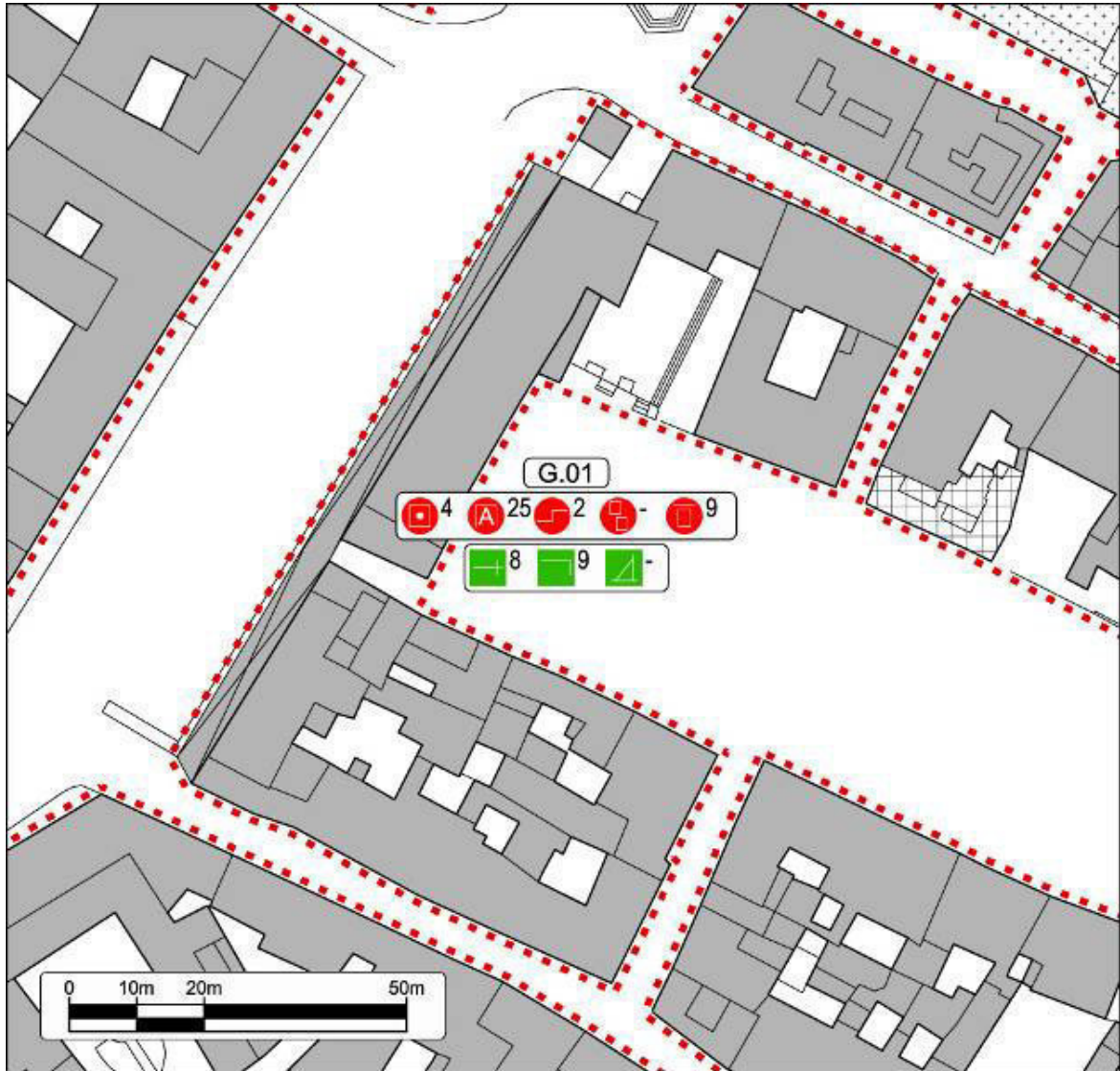


Fig. 16 – Edificio ricostruito su via Mura Polveriera

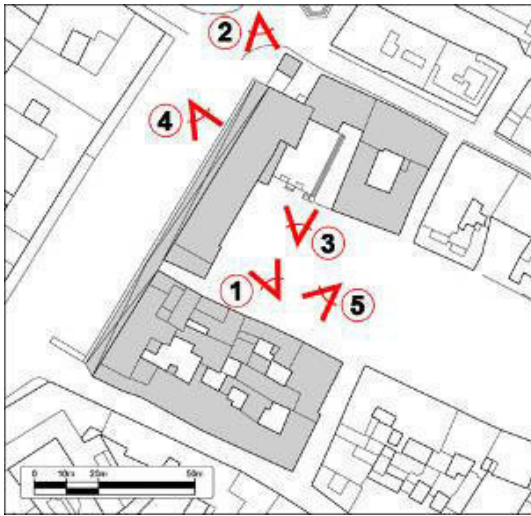


Fig. 17 – Vuoto urbano su via Mura Polveriera

## AGGREGATO G.01



TESSUTO URBANO		VULNERABILITA' E RESISTENZE OSSERVATE	
	PERIMETRO AGGREGATO		PRESENZA DI CORPI SVETTANTI
	EDIFICI OGGETTO DELL'INDAGINE		ALLARGAMENTO DELLE APERTURE AL PIANO TERRENO
	CHIESE E CONVENTI		DISALLINEAMENTO DEGLI ORIZZONTAMENTI
	PALAZZI E ALTRI EDIFICI SPECIALI (SCUOLE, TEATRI, OSPEDALI, ECC.)		DISALLINEAMENTO DELLE APERTURE IN FACCIATA
	EDIFICI CON STRUTTURA DIVERSA DA QUELLA MURARIA		RIDOTTO SPESSORE DELL'ARCHITRAVE IN CORRISPONDENZA DELLA CIMASA MURARIA
			INCATENAMENTI SUI SOLAI INTERMEDI
			ARPIONI SULLE ORDITURE DI COPERTURA
			MURI A SCARPA - CONTRAFFORTI



**AGGREGATO G.01**

**Documentazione fotografica**



Fig. 7 – Torre e portico su piazza del popolo.



Fig. 8 – Palazzo sulla piazza del mercato.



Fig. 9 – Porzione di edificio in c.a.

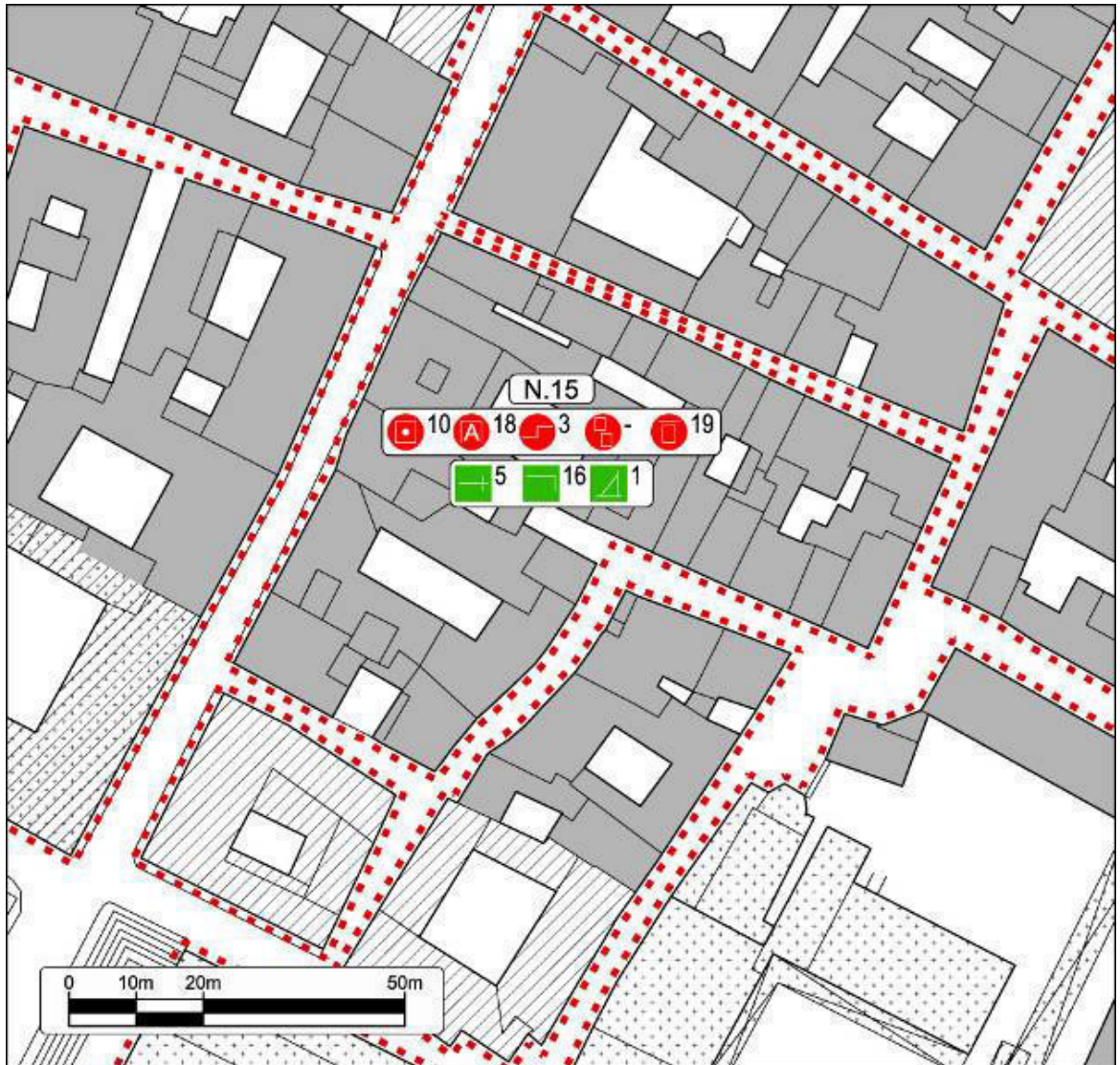


Fig. 10 – Ampliamenti murari.



Fig. 11 – Ampliamenti murari al piano terra e sopraelevazioni su piazza del mercato.

## AGGREGATO N.15



TESSUTO URBANO		LEGENDA		VULNERABILITA' E RESISTENZE OSSERVATE	
	PERIMETRO AGGREGATO		PRESENZA DI CORPI SVETTANTI		INCATENAMENTI SUI SOLAI INTERMEDI
	EDIFICI OGGETTO DELL'INDAGINE		ALLARGAMENTO DELLE APERTURE AL PIANO TERRENO		ARPIONI SULLE ORDITURE DI COPERTURA
	CHIESE E CONVENTI		DISALLINEAMENTO DEGLI ORIZZONTAMENTI		MURI A SCARPA - CONTRAFFORTI
	PALAZZI E ALTRI EDIFICI SPECIALI (SCUOLE, TEATRI, OSPEDALI, ECC.)		DISALLINEAMENTO DELLE APERTURE IN FACCIATA		
	EDIFICI CON STRUTTURA DIVERSA DA QUELLA MURARIA		RIDOTTO SPESSORE DELL'ARCHITRAVE IN CORRISPONDENZA DELLA CIMASA MURARIA		

## AGGREGATO N.15

### Documentazione fotografica

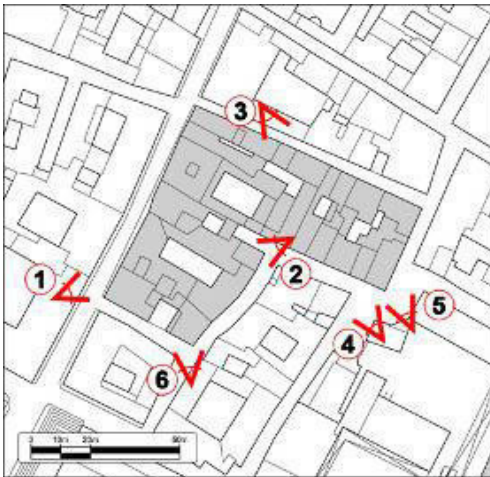


Fig. 12 – Il fronte dei palazzi sul corso Garibaldi



Fig. 13 – incatenamenti delle membrature di copertura su un edificio di via Pezzi



Fig. 14 – Allargamenti murari in via Acquatino



Fig. 15 – Fronte dell'aggregato su via Pezzi



Fig. 16 – Sopraelevazione all'angolo tra via Pezzi e via Emiliani



Fig. 17 – Muro a scarpa in via Costa



## AGGREGATO R.34



### LEGENDA

TESSUTO URBANO	VULNERABILITA' E RESISTENZE OSSERVATE	
PERIMETRO AGGREGATO	PRESENZA DI CORPI SVETTANTI	INCATENAMENTI SUI SOLAI INTERMEDI
EDIFICI OGGETTO DELL'INDAGINE	ALLARGAMENTO DELLE APERTURE AL PIANO TERRENO	ARPIONI SULLE ORDITURE DI COPERTURA
CHIESE E CONVENTI	DISALLINEAMENTO DEGLI ORIZZONTAMENTI	MURI A SCARPA - CONTRAFFORTI
PALAZZI E ALTRI EDIFICI SPECIALI (SCUOLE, TEATRI, OSPEDALI, ECC.)	DISALLINEAMENTO DELLE APERTURE IN FACCIATA	
EDIFICI CON STRUTTURA DIVERSA DA QUELLA MURARIA	RIDOTTO SPESSORE DELL'ARCHITRAVE IN CORRISPONDENZA DELLA CIMASA MURARIA	

## AGGREGATO R.34

### Documentazione fotografica

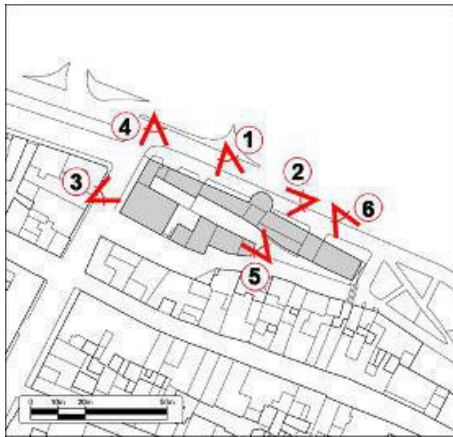


Fig. 18 – Case sulle mura di via IV Novembre



Fig. 19 – La torre semicircolare su via IV Novembre



Fig. 20 – fronte su via Naviglio



Fig. 21 – Innesso di un edificio in calcestruzzo armato sopra le mura

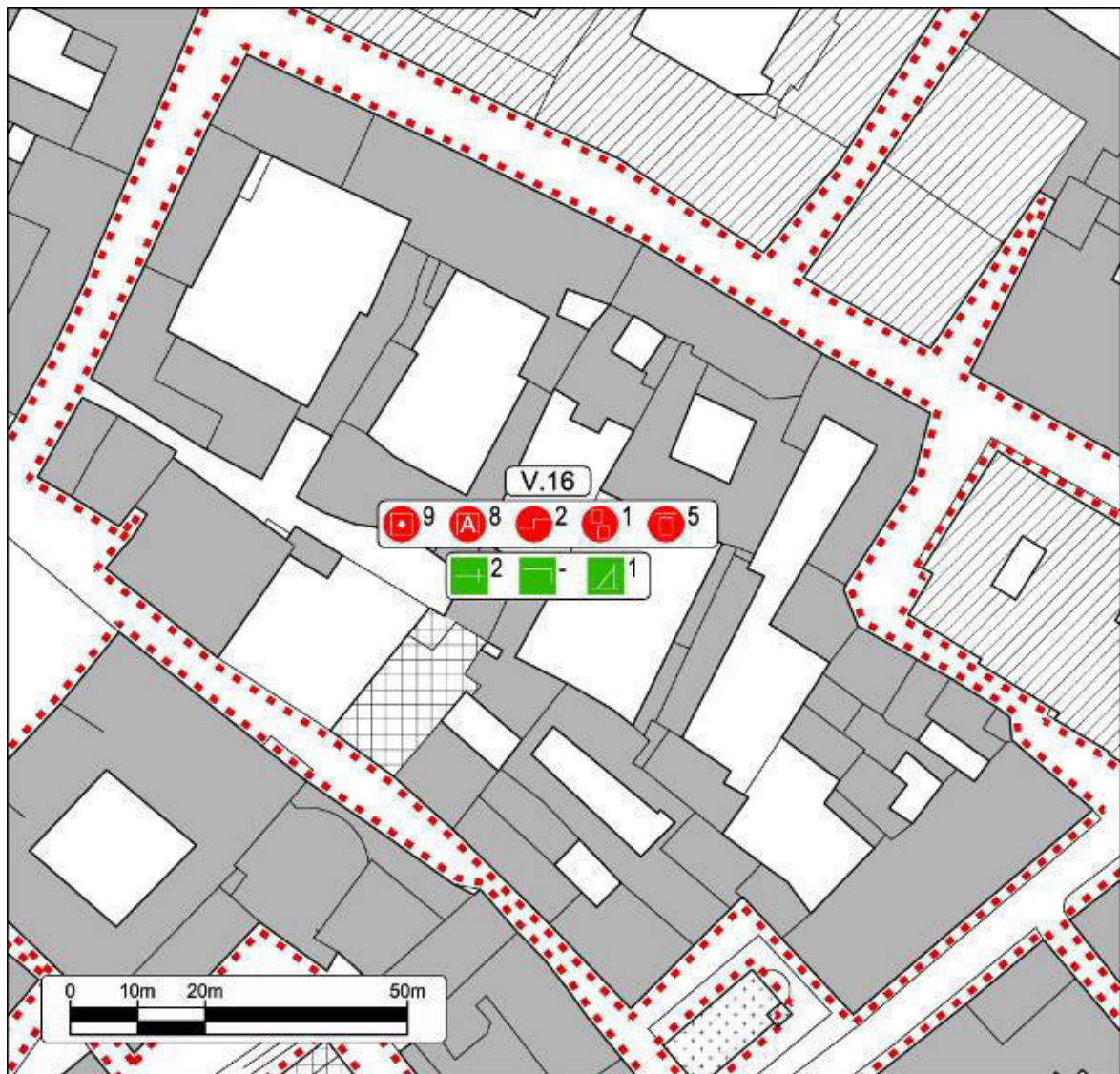


Fig. 22 – Case a schiera (sulla destra) su vicolo privato



Fig. 23 – Aperture per autorimesse ricavate nelle mura

## AGGREGATO V.16



LEGENDA		
TESSUTO URBANO	VULNERABILITA' E RESISTENZE OSSERVATE	
PERIMETRO AGGREGATO	PRESENZA DI CORPI SVETTANTI	INCATENAMENTI SUI SOLAI INTERMEDI
EDIFICI OGGETTO DELL'INDAGINE	ALLARGAMENTO DELLE APERTURE AL PIANO TERRENO	ARPIONI SULLE ORDITURE DI COPERTURA
CHIESE E CONVENTI	DISALLINEAMENTO DEGLI ORIZZONTAMENTI	MURI A SCARPA - CONTRAFFORTI
PALAZZI E ALTRI EDIFICI SPECIALI (SCUOLE, TEATRI, OSPEDALI, ECC.)	DISALLINEAMENTO DELLE APERTURE IN FACCIATA	
EDIFICI CON STRUTTURA DIVERSA DA QUELLA MURARIA	RIDOTTO SPESSORE DELL'ARCHITRAVE IN CORRISPONDENZA DELLA CIMASA MURARIA	

## AGGREGATO V.16

### Documentazione fotografica

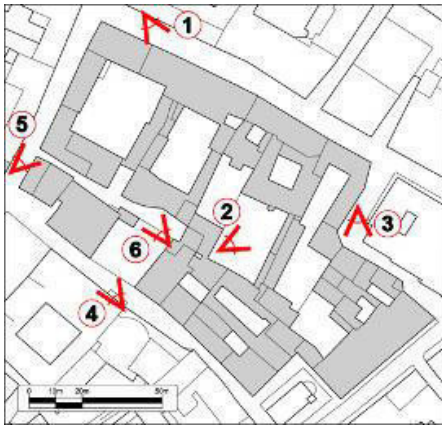


Fig. 24 – Il fronte dei palazzi via Severoli



Fig. 25 – corte interna con accesso da via Severoli



Fig. 26 – Fronti su via Sauro



Fig. 27 – Edificio su via Scaletta



Fig. 28 – Accesso al vicolo su via Castellani



Fig. 29 – Autorimesse sul vicolo

### 3. PROPOSTE PER LA SCELTA DELL'AGGREGATO CAMPIONE

I due aggregati che si ritiene possano essere scelti come aggregati campione per la successiva fase di lavoro presentano caratteristiche differenziate ma entrambi riassumono, in maniera sufficientemente estesa, le situazioni e le problematiche ricorrenti nel centro storico e che, nella sezione precedente, sono state sintetizzate con riferimento ad alcuni aggregati significativi.

Il primo (aggregato G.11) è un aggregato di medie dimensioni, molto compatto, con tipologie miste di palazzi di varia dimensione (con e senza corte) e la presenza di alcune schiere frutto di articolati processi evolutivi.

Il secondo (aggregato R.36) è un aggregato con un impianto allungato e poco profondo, saturo all'interno, costituito da schiere doppie contrapposte con corte interna, un solo palazzo e 7 palazzetti con corte, anche questo caratterizzato da consistenti processi di trasformazione.

#### – **Aggregato G.11**

L'aggregato appartiene al rione giallo, ed è ubicato in prossimità delle due più grandi piazze monumentali.

È un aggregato che si posiziona a metà tra la fascia degli aggregati al confine del perimetro del rione giallo e quelli che ne costituiscono la parte centrale, in cui sono concentrati soprattutto palazzi e case palazzate.

Sulla via Zuffe e sulla via Evangelista Torricelli, prospettano tre palazzi e quattro case palazzate con corte interna. Si tratta di strade in cui queste tipologie abitative prevalgono rispetto alla tipologia della schiera, escludendo una casa a schiera ad una sola apertura e quattro livelli di cui si ha un altro esempio su via San Giovanni del Bosco. Difatti edifici dello stesso tipo (palazzi e case palazzate) si ritrovano negli aggregati che prospettano sulle stesse vie.

I palazzetti presenti hanno solitamente una corte interna (collocata al centro o in fondo al lotto), con tre livelli, tre aperture e portone d'ingresso decentrato.

I palazzi presenti nell'aggregato sono due e si tratta di edifici con corte interna loggiata.

Il palazzo all'angolo tra via Zuffe e via Torricelli è frutto di un articolato processo evolutivo per rifusione da schiere preesistenti, come risulta evidente dalla differenza nelle altezze delle linee di gronda, dalla mancanza di allineamento delle quote delle aperture sul prospetto su via Zuffe, dal leggero disallineamento del prospetto su via Zuffe, dai segni di vecchie aperture ad arco acuto tamponate o demolite per la creazione di un nuovo partito architettonico su strada.

Nella corte, uno dei prospetti interni è stato fortemente rimaneggiato, con l'aggiunta di balconi con soletta in cemento armato e con la reimpaginazione delle aperture. All'interno sono ancora presenti orizzontamenti lignei a doppia orditura, la tipologia più diffusa nel centro storico.

Il palazzo su via Torricelli, in posizione centrale rispetto alle altre unità abitative, segue una direzione diversa da quella del prospetto dell'unità abitativa successiva, creando un angolo che ospita aperture a tutti i livelli e su entrambi i lati.

Il palazzo ad angolo tra via Evangelista Torricelli e via San Michele ha la sua corte in fondo e si sviluppa su tre livelli con finestre su tutti e due i prospetti su strada. Il portale d'ingresso era originariamente sul lato corto e forse l'ingresso che si trova oggi sulla via San Michele è il frutto di una trasformazione degli spazi interni e di una finestra del primo livello. Un grande cornicione in mattoni aggettante, unico esempio in questo aggregato, corona l'edificio.

Gran parte delle case a schiera si concentrano sulle strade tra via San Michele e via San Giovanni Bosco.

Gli edifici su via San Giovanni Bosco in prossimità di via Zuffe, sono con buona probabilità edifici fortemente trasformati o ricostruiti sull'impianto della schiera.

Sulla via San Giovanni Bosco si trova un'altra schiera ad una sola apertura, a tre livelli dello stesso tipo di quella che si trova su via Evangelista Torricelli. È molto probabile che si tratti di "occlusioni" di piccole vie che attraversavano l'aggregato o di sottopassi inglobati da nuove strutture murarie che li hanno trasformati in unità abitative molto simili alle schiere, anche dotate di corte, ma con un passo che corrisponde al solo ingresso all'edificio.

Sulla stessa via sono presenti tre edifici che, per le geometrie riscontrate in pianta e in prospetto, potrebbero essere delle ricostruzioni o delle profonde trasformazioni.

Sono stati rilevati 10 corpi svettanti, alcuni dei quali sono il risultato di sopraelevazione di palazzetti. È evidente, osservando il fenomeno degli svettamenti e in particolare l'accostamento tra gli angoli dei cornicioni, che in alcune occasioni anche le coperture sono state oggetto di profonde trasformazioni.

La presenza di ridotti spessori dell'architrave in corrispondenza della cimasa muraria si registra principalmente su un palazzo e una casa a schiera. In particolare è presente in corrispondenza delle piccole aperture all'ultimo livello del palazzo tra via Evangelista Torricelli e via Zuffe (aperture utili per ricavare volumi nel sottotetto) e in una casa a schiera.

L'ampliamento delle aperture è il frutto delle trasformazioni dei piani terra per essere utilizzate, in questo aggregato, principalmente come ingresso ai garage tra via San Giovanni Battista e via San Michele e per attività commerciali tra via Evangelista Torricelli e via Zuffe.

Gli unici incatenamenti osservati sono presenti nell'angolo del palazzo tra la via Evangelista Torricelli e la via Zuffe.

## – **Aggregato R.36**

L'aggregato si trova in prossimità del perimetro esterno del rione rosso e si compone, come la maggior parte degli aggregati che si trovano in questa parte del centro storico, di numerose case a schiera con impianto del tipo a fila doppia con corte al centro.

Sulle strade principali si colloca un palazzo su via Naviglio e due case palazzate con corte su corso Giuseppe Garibaldi.

Sulle strade secondarie sono presenti quasi esclusivamente case a schiera tutte con corte, all'infuori di quella ad angolo tra via Calingheri e via Naviglio. In posizione centrale rispetto alla dimensione delle due strade secondarie si trovano tre case palazzate, anche queste con un impianto doppio con corte contigua.

Non essendo stato possibile accedere all'interno delle unità abitative, alcune informazioni sono state raccolte parlando con i proprietari. Si è così appreso che nell'edificio contiguo alla schiera ad angolo su via Caligherie, sono state effettuate numerose trasformazioni interne, soprattutto al piano terra, consistenti nella eliminazione di pareti murarie; e sembra ragionevole ipotizzare che lo stesso tipo di trasformazione possa avere interessato anche altre unità abitative. Di fatti quasi tutti i piani terra dell'aggregato R36 hanno subito l'ampliamento delle aperture al piano terra, sia perché gli spazi al piano terra sono stati utilizzati come garage sia perché in alcuni di questi si sono ricavati spazi da destinare ad attività di tipo commerciale. Gli ampliamenti delle aperture si trovano anche in prossimità dell'angolo, come nel caso di quello dell'apertura sull'angolo tra via Naviglio e via Caligherie e nell'angolo tra Corso Giuseppe Garibaldi e via Caligherie.

Le schiere presenti in tutto l'aggregato sono a tre livelli, in pochi casi (la schiera ad angolo su via Naviglio e una schiera su via Caligherie) a due livelli. Alcune delle schiere presentano all'ultimo livello, il sistema delle piccole finestre rettangolari che illuminano il sottotetto. Quando si è in presenza di queste finestre si riscontrano quasi sempre ridotti spessori dell'architrave in corrispondenza delle cimase.

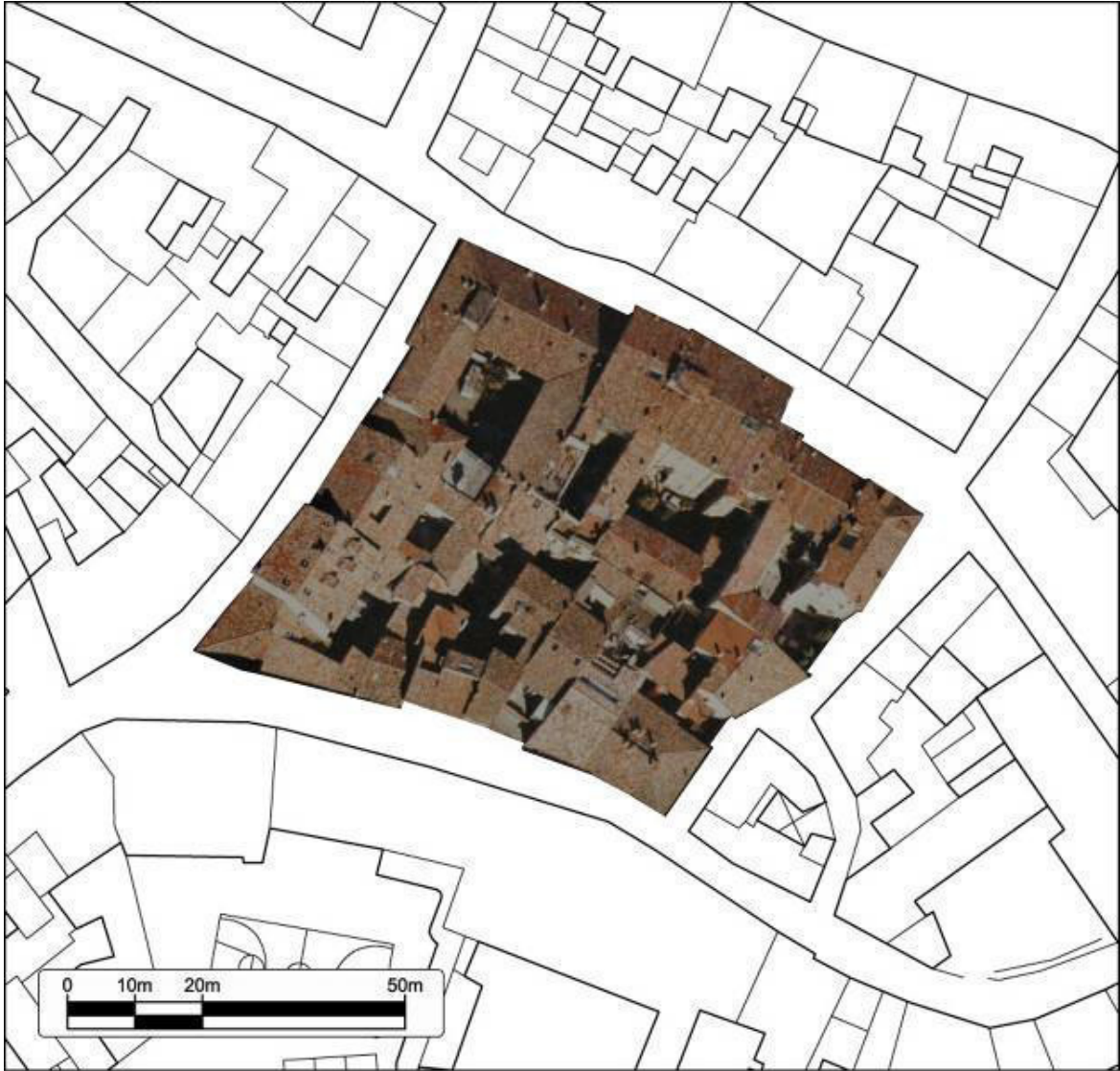
È presente una schiera ad una sola apertura su via Caligherie e una su via Dionigi Strocchi. Entrambe potrebbero essere il risultato di "occlusioni" di precedenti percorsi di attraversamento dell'aggregato o della trasformazione in unità abitative di vecchi sottopassi. Le due "occlusioni" si trovano sulle due strade secondarie parallele fra loro, non sono allineate,, ma entrambe, si collegavano ai due sistemi di corti interne contigue al centro dell'aggregato.

Le altezze delle linee di colmo non mostrano grandi differenze, anche se si registrano alcune presenze di corpi svettanti che, in alcuni casi, sono il frutto di sopraelevazioni o trasformazioni dell'ultimo livello.

Il palazzo su via Naviglio è un edificio con corte e ingresso principale decentrati. È molto probabile che, per il tipo di impianto (anomalo come palazzo), per il tipo di scansione delle aperture (non simmetriche rispetto all'apertura principale), per il tipo di finiture esterne (non ci sono fasce marcapiano, basamenti, portali, cornicioni sagomati), possa trattarsi di una trasformazione che ha inglobato altre unità edilizie (due o tre schiere), creandone una di dimensioni maggiori

**Aggregato G11**

**Foto aerea**





## Aggregato G.11

### Tipologie edilizie



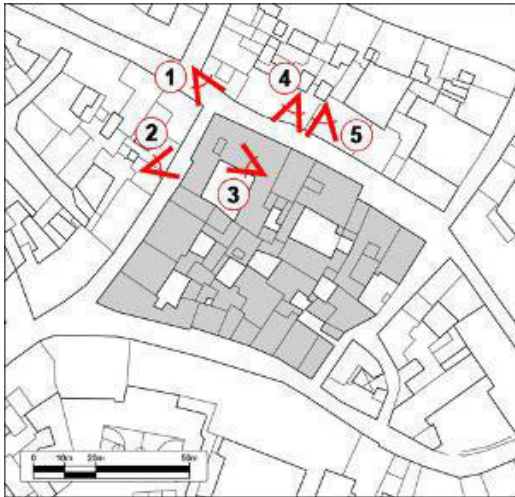
- PALAZZO
- CASA PALAZZATA
- CASA A SCHIERA

R? POSSIBILI RICOSTRUZIONI

## Aggregato G.11



TESSUTO URBANO		VULNERABILITA' E RESISTENZE OSSERVATE	
	PERIMETRO AGGREGATO		PRESENZA DI CORPI SVETTANTI
	EDIFICI OGGETTO DELL'INDAGINE		ALLARGAMENTO DELLE APERTURE AL PIANO TERRENO
	CHIESE E CONVENTI		DISALLINEAMENTO DEGLI ORIZZONTAMENTI
	PALAZZI E ALTRI EDIFICI SPECIALI (SCUOLE, TEATRI, OSPEDALI, ECC.)		DISALLINEAMENTO DELLE APERTURE IN FACCIATA
	EDIFICI CON STRUTTURA DIVERSA DA QUELLA MURARIA		RIDOTTO SPESSORE DELL'ARCHITRAVE IN CORRISPONDENZA DELLA CIMASA MURARIA
			INCATENAMENTI SUI SOLAI INTERMEDI
			ARPIONI SULLE ORDITURE DI COPERTURA
			MURI A SCARPA - CONTRAFFORTI



**Aggregato G.11**  
**Documentazione fotografica**



1



2



3

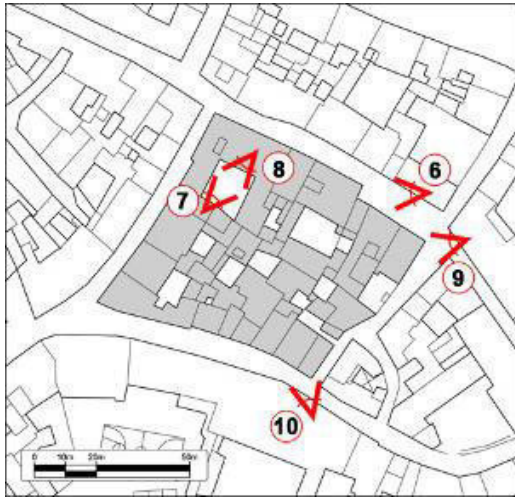


4



5

**Aggregato G.11**  
**Documentazione fotografica**



6



7



8

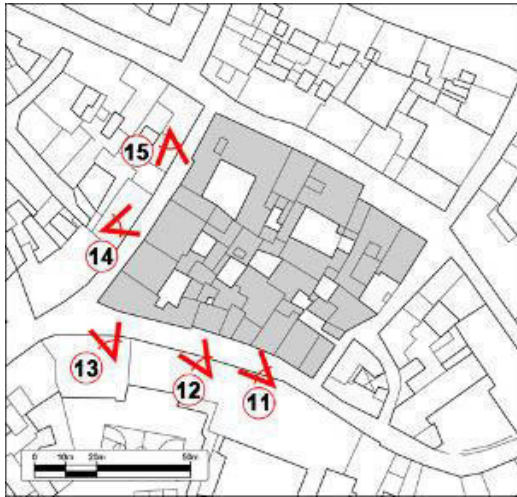


9



10

Aggregato G.11  
Documentazione fotografica



11



12



13



14



15

-Aggregato R.36

Foto aerea



## Aggregato R.36

### Tipologie edilizie



- |   |                |   |                         |
|---|----------------|---|-------------------------|
|  | PALAZZO        |  | POSSIBILI RICOSTRUZIONI |
|  | CASA PALAZZATA |  | RICOSTRUZIONI           |
|  | CASA A SCHIERA |   |                         |

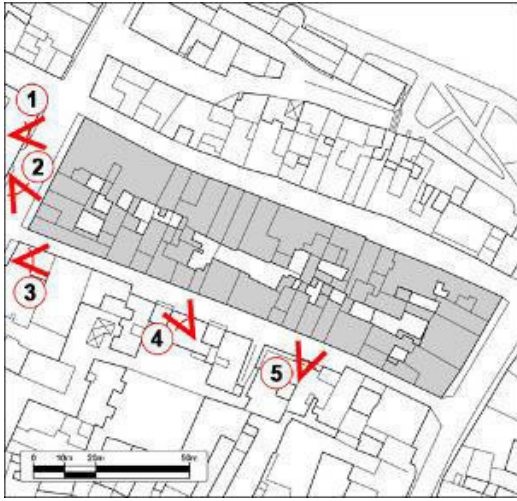
## Aggregato R.36



TESSUTO URBANO		VULNERABILITA' E RESISTENZE OSSERVATE			
	PERIMETRO AGGREGATO		PRESENZA DI CORPI SVETTANTI		INCATENAMENTI SUI SOLAI INTERMEDI
	EDIFICI OGGETTO DELL'INDAGINE		ALLARGAMENTO DELLE APERTURE AL PIANO TERRENO		ARPIONI SULLE ORDITURE DI COPERTURA
	CHIESE E CONVENTI		DISALLINEAMENTO DEGLI ORIZZONTAMENTI		MURI A SCARPA - CONTRAFFORTI
	PALAZZI E ALTRI EDIFICI SPECIALI (SCUOLE, TEATRI, OSPEDALI, ECC.)		DISALLINEAMENTO DELLE APERTURE IN FACCIATA		
	EDIFICI CON STRUTTURA DIVERSA DA QUELLA MURARIA		RIDOTTO SPESSORE DELL'ARCHITRAVE IN CORRISPONDENZA DELLA CIMASA MURARIA		



**Aggregato R.36**  
**Documentazione fotografica**



1



2



3

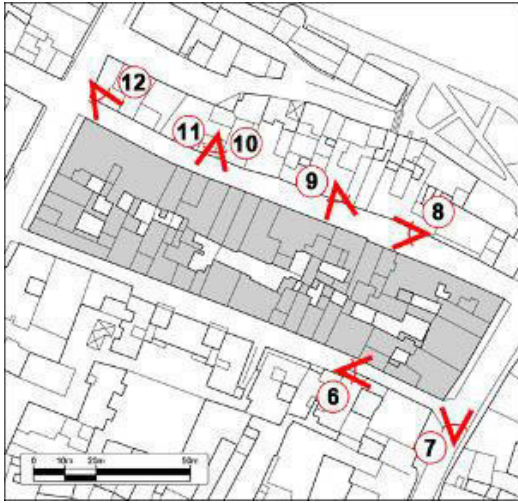


4



5

Aggregato R.36  
Documentazione fotografica



6



7



8

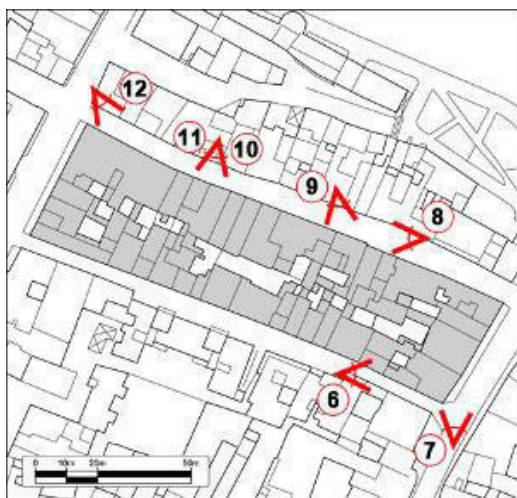


9



10

**Aggregato R.36**  
**Documentazione fotografica**



11



12



**Analisi dell'isolato campione**  
(FASE 2)

*Responsabile:*

Caterina F. Carocci

*Gruppo di lavoro:*

Cesare Tocci, Maria Rosaria Vitale, Zaira Barone, Chiara Circo, Pietro Copani,  
Margherita Costa, Luciano Scuderi, Lucia Marchetti



## INDICE

1.     PREMESSA
  
2.     RILIEVO DELL'AGGREGATO CAMPIONE
  - 2.1    Introduzione
  - 2.2    Descrizione delle fasi di lavoro
  - 2.3    Osservazioni sugli elementi costruttivi osservati
  - 2.4    Definizione di una legenda specifica
  - 2.5    Alcune osservazioni
  
3.     COSTRUZIONE DELLO SCENARIO DI DANNO
  - 3.1    Introduzione
  - 3.2    Criteri per la costruzione dello scenario di danno
  - 3.3    Individuazione di alcuni parametri quantitativi per lo scenario di danno
  - 3.4    Considerazioni critiche
  
4.     INDICAZIONI DI PROGETTO PER LA CONSERVAZIONE E PER LA MITIGAZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA
  - 4.1    Introduzione
  - 4.2    Elementi strutturali
  - 4.3    Impianto strutturale
  - 4.4    Considerazioni finali
  
5.     DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





## 1- Premessa

La presente relazione illustra i risultati della Fase II della attività di studio oggetto della convenzione stipulata in data 21 luglio 2011 (prot. n. 657) tra il Comune di Faenza e il Dipartimento di Architettura della Università di Catania (DARC) “per la realizzazione delle analisi di vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi nel centro storico di Faenza”.

Detta fase ha per oggetto la descrizione di una procedura di analisi e interpretazione di un aggregato campione del centro storico la cui scelta è stata concordata, a valle del completamento della Fase I, con i tecnici dell'Amministrazione Comunale e la cui finalità consiste nella individuazione dei criteri di mitigazione della vulnerabilità sismica compatibili con le caratteristiche ricorrenti dell'edificato del centro storico di Faenza.

Lo studio dell'aggregato campione non è finalizzato alla elaborazione di un intervento specifico ma all'approfondimento conoscitivo relativo alla consistenza e ai caratteri costruttivi dell'edificato del centro storico al fine di definire i criteri di progetto per la conservazione e la sicurezza sismica.

Nel paragrafo 2, dopo una descrizione delle fasi di lavoro attraverso le quali si è articolato il processo di indagine, si descrivono brevemente i risultati conseguiti per l'aggregato campione commentando gli elaborati grafici nei quali detti risultati sono riassunti e che sono allegate alla presente relazione.

Nel paragrafo 3 si descrivono i criteri assunti per la costruzione dello scenario di danno sismico e si espongono i risultati preliminari di una proposta di definizione di alcuni parametri quantitativi che sembrano indicare la possibilità di associare agli scenari di danno stessi assegnati livelli di accelerazione sismica e, conseguentemente, la possibilità di costruire scenari di danno differenziati in funzione della accelerazione attesa.

Nel paragrafo 4, infine, si riassume criticamente il complesso delle analisi effettuate e si propone una sintesi ragionata delle problematiche di vulnerabilità ricorrenti nell'aggregato con la indicazione delle soluzioni progettuali che occorrerebbe mettere in atto con finalità preventiva.

Alla presente relazione sono allegate le tavole di seguito elencate che illustrano i risultati della analisi effettuate sull'aggregato campione.

Tav. 01: Rilievo critico: pianta piano seminterrato

Tav. 02: Rilievo critico: pianta piano terra

Tav. 03: Rilievo critico: pianta piano primo

Tav. 04: Rilievo critico: pianta piano secondo

Tav. 05: Rilievo critico: pianta piano terzo

Tav. 06: Rilievo critico: pianta coperture

Tav. 07: Rilievo critico: prospetti

Tav. 08: Interpretazione e scenario di danno: prospetto su via Zuffe

Tav. 09: Interpretazione e scenario di danno: prospetto su via Torricelli

Tav. 10: Interpretazione e scenario di danno: prospetto su via S. Giovanni Bosco

Tav. 11: Interpretazione e scenario di danno: prospetto su via S. Michele

Tav. 12: Interpretazione: sezioni

## **2. Rilievo dell'aggregato campione**

### **2.1 Introduzione**

L'aggregato analizzato è identificato, secondo la numerazione adottata nella Fase I, con il codice alfanumerico G11. Si tratta di un esteso isolato posto nella parte più antica della città, in cui sono presenti palazzi con corti, palazzetti con e senza corte e alcune schiere frutto di articolati processi evolutivi.

L'isolato presenta anche casi di parziale e totale ricostruzione sulla stessa sagoma ascrivibili alla ricostruzione avvenuta nel secondo dopoguerra; questi casi – che sono peculiari dell'assetto degli aggregati del tessuto di Faenza - devono essere accuratamente analizzati soprattutto in relazione loro confini adiacenti o in comune coi fabbricati contermini.

I risultati ottenuti sono il frutto di sopralluoghi estesi a tutti gli spazi che compongono l'aggregato con osservazioni e rilievi del costruito condotte dall'esterno all'interno delle corti e negli spazi interni degli aggregati. La scala del rilievo è quella architettonica, con approfondimenti tematici che sintetizzano le osservazioni sul campo e che permettono le successive osservazioni interpretative e la costruzione dello scenario qualitativo del danneggiamento sismico.

### **2.2 Descrizione delle fasi di lavoro**

*Lavoro preparatorio alla fase di rilievo sul campo:*

Prima del sopralluogo si è svolto un lavoro preparatorio necessario a organizzare il materiale già raccolto sull'isolato prescelto nella fase 1, che quello successivamente fornito dal comune (planimetrie catastali in scala 1:200).

Sulla base delle conoscenze acquisite nella fase 1 si è proceduto a definire una bozza di legenda mediante la definizione di simboli grafici da associare alle informazioni da raccogliere da precisare durante la successiva fase di rilievo diretto.

Sia le planimetrie catastali in scala 1:200 (presenti nella quasi totalità dei subalterni che compongono l'aggregato campione) che le pratiche edilizie reperite presso gli archivi del comune (composte da relazioni e disegni dello stato di fatto e di progetto che evidenziano le trasformazioni o le complete ricostruzioni di alcune delle particelle comprese nell'aggregato campione) che, infine le foto aeree fornite anche queste dal comune, sono stati usati per la predisposizione di planimetrie in scala 1:200 di tutti i livelli dell'isolato.

Un ulteriore sussidio al lavoro di montaggio sono state le viste e le ulteriori foto aeree reperite su alcuni motori di ricerca (*google maps e bing*).

Durante tale lavoro preliminare di costruzione delle planimetrie murarie è emersa la assenza di informazioni relative ad alcune porzioni. Si tratta ad esempio di alcuni ambienti interrati e di vani sottotetto (soffitte e sottotetti) spesso interessati da trasformazioni non ancora aggiornate nelle planimetrie catastali o non reperite tra le pratiche edilizie.

Inoltre, nonostante il rispetto degli spessori indicati nei disegni e l'attento montaggio delle particelle adiacenti, sono emerse alcune differenze di geometria e orientamento dell'isolato rispetto al perimetro base e desunto dalle carte tecniche comunali usate nella prima fase dello studio. Per gli alzati il layout preparatorio per il sopralluogo è stato sviluppato sulla scorta delle dimensioni e delle aperture in pianta e delle immagini fotografiche realizzate durante la prima fase.

Dalla verifica così condotta sono emerse le porzioni e le questioni da chiarire durante il sopralluogo e in tal modo si è definita la programmazione del lavoro sul campo.

Durante la successiva fase di lavoro sul campo, le planimetrie in scala 1:200 sono state utilizzate come base per la annotazione dei dati relativi alle osservazioni critiche e di quelli di controllo geometrico.

#### *Rilievo sul campo*

Il controllo diretto e il rilievo è stato realizzato in tutti i luoghi in cui è stato possibile accedere; si può approssimativamente stimare che è stato rilevato l' 80% degli ambienti e degli spazi aperti interni che compongono l'intero isolato.

Di seguito - in sequenza cronologica - sono riportate le operazioni eseguite nella fase di rilievo diretto:

#### Rilievo fotografico.

Durante il sopralluogo è stato sistematicamente effettuato il rilievo fotografico dei prospetti e più in dettaglio delle aperture al livello terreno; inoltre con la medesima sistematicità sono state realizzate riprese fotografiche delle lesioni e degli attacchi tra gli edifici adiacenti.

Anche con riferimento agli ambienti interni sono state realizzate riprese fotografiche delle singole particelle e delle corti.

In tutti i casi in cui è stato possibile sono stati inoltre documentati gli assetti degli elementi costruttivi (ad esempio la posizione e il numero delle travi in legno dei solai, delle volte, delle scale).

#### Rilievo del profilo orizzontale dell'aggregato.

A valle del montaggio delle planimetrie di base e degli elementi critici evidenziati, si è deciso di procedere alla verifica del profilo orizzontale esterno del perimetro dell'aggregato; tale verifica è stata effettuata mediante la costruzione di una poligonale chiusa esterna.

Il contestuale livellamento dei quattro prospetti esterni alla quota 1,20m – necessario alla suddetta costruzione – è stato anche utilizzato al fine di fissare punti di riferimento noti da cui misurare anche le altezze dei fronti e la dimensione e posizione delle aperture.

### Rilievo delle altezze dei fronti.

Dai punti livellati e contrassegnati sui prospetti esterni e sui prospetti delle corti interne sono state rilevate tutte le altezze dei fronti.

Inoltre, durante l'accesso agli ambienti interni delle abitazioni sono state sistematicamente rilevate le dimensioni di interpiano e delle finestre.

### Raccolta dei dati durante il sopralluogo e digitalizzazione.

Sulla scorta della legenda predisposta nella fase preparatoria sono stati raccolti i dati necessari relativi alla caratterizzazione materica, tecnico-costruttiva e sullo stato di conservazione (rilievo critico) dell'aggregato campione.

La successiva digitalizzazione dei dati è stata raccolta in dodici tavole tematiche.

Durante la digitalizzazione dei dati del rilievo del perimetro esterno e delle corti, in cui sono state verificate dimensioni e orientamento, è stata completata la verifica e l'inserimento (soprattutto per quei casi in cui non si avevano dati catastali) degli spessori murari, delle larghezze dei vani, delle diagonali, della posizione e dello spessore dei muri portanti, delle aperture interne ed esterne, della proiezione delle volte e delle travi dei solai e della dimensione e geometria delle scale.

I prospetti e le sezioni (scelte tenendo conto della necessità di evidenziare le differenti tipologie edilizie presenti nell'isolato e nelle corti) sono stati elaborati sulla scorta dei dati raccolti e con riferimento alle planimetrie di rilievo.

## **2.3 Osservazioni sugli elementi costruttivi osservati**

### *Pareti murarie*

Per quanto riguarda gli spessori murari sono stati selezionati dei range (L1, L2, L3, L4...) riconosciuti come una costante costruttiva, dipendente dal numero di "teste" di mattone che definiscono lo spessore murario.

La lettera L indica la natura laterizia della struttura, accompagnata dal numero di "teste". La dimensione della larghezza del muro varia in funzione dell'accostamento dei mattoni da costruzione, mentre non si è data indicazione dell'apparecchio interno, visto che nella maggior parte dei casi le superfici risultano intonacate.

Si è notato che le pareti costruite con ciottoli di fiume arrotondati si trovano esclusivamente nelle pareti degli interrati, in particolare in quelle costruite con una sequenza di archi (di fondazione) successivamente chiusi da queste pareti in cui c'è una forte presenza di ciottoli nella tessitura muraria.

La osservazione delle tessiture e degli apparecchi è stata possibile solo in limitati casi (in assenza di intonaco, ma in riferimento agli spessori rilevati e di assenza di ulteriori campagne di analisi ci si può riferire ai campioni definiti nella fase I.

### *Archi e volte e orizzontamenti lignei*

Si è rilevato che, rispetto ai vari livelli che compongono l'isolato, la distribuzione tipologica degli orizzontamenti si ripete sistematicamente:

- volte in mattoni al piano seminterrato
- solai in legno o, più raramente, volte in mattoni al piano terra
- solai in legno ai piani superiori
- copertura con travi di legno con sistema a capriata

In alcuni casi in cui sono state apportate parziali modifiche nel tempo, anche se non si tratta di particelle di ricostruzione, possono essere presenti solai in latero-cemento al posto delle strutture tradizionali. In questo caso i solai in latero-cemento poggiano su strutture murarie in mattoni.

Archi e volte in mattoni realizzano anche la struttura portante della maggior parte delle scale. È interessante rilevare che nella totalità dei casi analizzati queste sono bene conservate, non mostrano segni di dissesto ma solo segni di assenza di manutenzione e degrado legato essenzialmente all'usura e all'erosione dei giunti di malta.

Per quanto riguarda le tecniche costruttive nella maggior parte dei casi si riconoscono degli standard seriali ma anche dei casi speciali che non si ripetono in modo sistematico ma che fanno supporre che siano comunque configurazioni della tecnica costruttiva locale. Un esempio sono la presenza di elementi lignei (una sorta di trave-dormiente) nel sistema delle volte o nei prospetti (indicato nella legenda del rilievo critico come "ripartitore" di legno in volta di laterizio).

## **2.4 Definizione di una legenda specifica**

### *Illustrazione della legenda*








La legenda predisposta preliminarmente alla effettiva esecuzione del rilievo diretto è stata modificata a valle delle informazioni raccolte e ottimizzata nella fase di ridisegno.

Tali modifiche sono state realizzate a valle di alcune considerazioni sviluppate durante il rilievo sul campo e dopo avere constatato la necessità di evidenziare alcune particolarità precedentemente non ritenute significative.

## RILIEVO CRITICO



### ORIZZONTAMENTI

 solaio in legno	 volta in laterizio (di coltello)
 solaio in latero-cemento (1)	 volta in laterizio (in foglio)
 solaio in ferro e laterizio	 volta in canne e gesso
 solaio in ferro e laterizio (vorticciole)	 controsoffitto
 solaio in ferro e calcestruzzo armato	 balcone in cemento armato
 solaio in ferro (soppalco)	 balcone in putrelle e calcestruzzo
 trave in cemento armato	 balcone in legno
 trave-putrella di ferro	 verso di pendenza della falda inclinata
 orditura inclinata della copertura in legno	 tetto spingente
 orditura inclinata della copertura in latero-cemento	 coperture piane (terrazze e simili)
 orditura inclinata della copertura metallica	 coperture a falde inclinate
 arco	 coperture leggere (tettoie e simili)

### COLLEGAMENTI E SCALE

 catena o tirante	 scala in laterizio con volta in foglio
 incatenamenti su orditure di copertura ( <i>squadri</i> )	 scala in pietra (2)
 scala in legno	 scala in cemento armato
 scala in laterizio	 scala in ferro

### PARETI DI ELEVAZIONE




 muratura in laterizio pieno a n teste L1 (16-18 cm), L2 (30-36 cm), L3 (42-52 cm), L4 (55-68 cm), L5 (72-82 cm), L6 (ca. 91 cm), L7 (ca. 106 cm), L8 (ca. 121 cm)	 architrave in cemento armato o putrelle di ferro
 pilastro in cemento armato	

Figura 2.1 Legenda del rilievo critico (parte relativa alla tecnica costruttiva)

La legenda è organizzata in 2 sezioni principali: la prima dedicata alle informazioni sulla tecnica costruttiva e definisce le caratteristiche degli elementi componenti dalle pareti verticali agli orizzontamenti e alle scale e segnala inoltre la presenza di tiranti o catene (posizionate mediante l'osservazione dei capochiave visibili dall'esterno) o altri dispositivi di collegamento tra i differenti elementi dell'edificio (come le connessioni metalliche tra coperture e cimase murarie diffuse sull'edilizia del centro storico e indicati in legenda con la denominazione di "squadri") (fig. 2.1).

La seconda parte della legenda invece raccoglie le informazioni relative a particolarità osservate, alcune delle quali inerenti a fasi di evoluzione/trasformazione dell'isolato (come ad esempio gli accostamenti murari, i cantonali inglobati, le finestre tamponate), altre invece relativi a alcune particolarità non chiarite (discontinuità e presenza di elementi lignei nella tessitura delle volte). A tale parte è associata quella relativa alla localizzazione dei segni di degrado osservati (che come si evince sono per tipologia e estensione contenuti): si tratta dei quadri fessurativi e deformativi rilevati, assieme alla segnalazione dei casi di non ottimale stato di conservazione delle orditure lignee (fig. 2.2).













DISCONTINUITA'			
	cantonale		ringrosso a scarpa
	cantonale smussato		sottofinestra sottile
	apertura tamponata priva di ammorsature		"ripartitore" di legno in volta di laterizio
	raddoppio murario		discontinuità costruttiva nell'apparecchio di volta in laterizio
DEGRADO			
	fuori piombo		lesione su orizzontamenti
	lesione su parete di elevazione		orditura solaio fatiscente / travi inflesse
	corti scoperte e spazi vuoti		edifici ricostruiti o ampiamente rimaneggiati dopo il 1945

Figura 2.2 Legenda del rilievo critico (parte relativa alla segnalazione di discontinuità e degrado)

Le informazioni riportate in legenda sono localizzate nel disegno mediante uno specifico simbolo contenuto all'interno di un cerchio o di un quadrato per distinguere la informazione accertata (cerchio) da quella ipotetica (quadrato).

Gli edifici in cui non è stato possibile accedere sono stati riportati sulla planimetria utilizzando le piante catastali a disposizione o in mancanza di queste ultime usando le pratiche edilizie depositate nell'archivio comunale. Le informazioni desunte dalle pratiche edilizie sono stati considerate come accertati.

## 2.5 Alcune osservazioni sul configurazione dell'aggregato

Durante la fase di elaborazione del rilievo sono state identificate alcune ricorrenze e particolarità che vengono qui segnalate e che potrebbero essere - in uno studio successivo – oggetto di approfondimento conoscitivo.

a) la presenza degli ambienti interrati è associata al perimetro esterno dell'isolato (aerazione garantita da aperture a "bocca di lupo" legate alla presenza di lunette di connessione alla volta (a crociera o a botte) posta a copertura dell'ambiente stesso). Di norma i piani seminterrati non sono mai presenti in corrispondenza dell'androne passante alle corti interne (ingresso diretto senza salti di quota o ingresso attraverso vano scala);

b) presumibile presenza di doppi muri; indicata nelle planimetrie con linea tratteggiata;

c) lo spessore delle pareti perpendicolari alle facciate (di separazione tra le diverse cellule murarie) è compreso tra le 3 e le 4 teste (40-50 cm).

d) Come la maggior parte degli isolati del centro storico anche questo contiene alcune porzioni ricostruite a seguito dei danni bellici (segnalate nelle planimetrie con campitura di colore gialli) per le quali



un approfondimento conoscitivo nella fase di realizzazione dei progetti edilizi legati alle trasformazioni ordinarie dovrà essere previsto, soprattutto in relazione alle interazioni con gli edifici adiacenti in parte o in tutto realizzati in struttura muraria tradizionale.

### **3- Costruzione dello scenario di danno sismico**

#### **3.1 Introduzione**

La costruzione dello scenario di danno sismico per l'isolato campione, inteso come prefigurazione del (di un) probabile quadro di danneggiamenti che è ragionevole attendersi a seguito dell'occorrenza di un evento sismico, è una operazione nella quale il ruolo delle assunzioni soggettive è inevitabilmente assai pesante.

Allo scopo di circoscrivere i margini di incertezza e precisare i limiti entro i quali si può riconoscere all'operazione un connotato minimo di oggettività è essenziale per un verso individuare i parametri che si ritiene abbiano una influenza significativa sul danno e, procedere alla loro raccolta e interpretazione sistematica, per altro verso definire con chiarezza le ipotesi che si assumono a fondamento della prefigurazione dello scenario.

Da questo punto di vista, il complesso delle informazioni acquisite mediante il rilievo critico dell'isolato campione – e che vanno dalle dimensioni geometriche d'insieme e di dettaglio (altezze complessive e di interpiano, luci libere delle pareti esposte, spessori murari ai diversi livelli, ...) alle caratteristiche costruttive (tipologia e tessitura degli orizzontamenti, presenza ed efficacia dei presidi antisismici, ...) agli stati di dissesto in atto – costituisce una base conoscitiva fondamentale per impostare in termini razionali la previsione del danno facendola derivare da un insieme di parametri oggettivamente identificabili.

#### **3.2 Criteri per la costruzione dello scenario di danno**

Quanto alle ipotesi sulla base delle quali lo scenario viene materialmente costruito valgono alcune considerazioni generali che si elencano ordinatamente.

Posto che ciascuno dei fronti esposti dell'isolato (facciate su strada) può essere investito dall'azione sismica ortogonalmente o parallelamente al proprio piano medio, i danni sismici consisteranno essenzialmente nell'innescarsi di cinematiche di ribaltamento fuori piano delle porzioni più vulnerabili delle pareti di facciata, per azioni sismiche ortogonali alle pareti stesse, oppure nel danneggiamento per taglio delle suddette pareti, in presenza di azioni sismiche ad esse parallele.

Il danneggiamento per ribaltamento fuori piano delle pareti esposte si presenta solitamente con alcune caratteristiche ricorrenti che si possono assumere come altrettante ipotesi per la costruzione dello scenario di danno: (i) le porzioni di parete più vulnerabili sono in generale quelle sommitali (cimase murarie o ultimi piani) dove non solo l'azione sismica è amplificata rispetto alle porzioni sottostanti ma soprattutto sono meno rilevanti alcuni contributi resistenti (come l'ammorsatura con le pareti ortogonali che, essendo legata all'attrito in corrispondenza delle connessioni, è più forte in basso dove è maggiore il peso), oppure sono presenti singolarità geometriche (come rastremazioni consistenti degli spessori), o ancora si sommano

effetti spingenti delle coperture; (ii) il ribaltamento dei fronti esposti con cerniera posta al piede del livello terreno (ribaltamento totale) non è a priori da escludere ma è comunque molto raro richiedendo il concorso di diverse circostanze solitamente non tutte verificate (assenza di rastremazioni della parete esposta o rastremazione modesta, orditure degli orizzontamenti e delle coperture tessute a tutti i livelli parallelamente al fronte, assenza di presidii antisismici a tutti i livelli, ...); (iii) raramente il ribaltamento delle pareti esposte, anche limitato alle sole porzioni sommitali, coinvolge l'intera estensione (larghezza) di una facciata, interessando, quasi sempre, porzioni più limitate solitamente individuate dalla posizione delle aperture (che creano percorsi di debolezza nella compagine muraria lungo i quali si sviluppano più facilmente le fessurazioni) e aventi conformazione tendenzialmente parabolica (nel senso che la maggiore estensione della porzione in moto è quella sommitale e va restringendosi man mano che si scende verso la cerniera del ribaltamento).

Il danneggiamento per taglio si può ipotizzare in generale: (i) per le porzioni terminali di ciascun fronte esposto, che non possono contare sull'effetto di contenimento di cui si avvalgono invece le porzioni intermedie (dove le cellule si appoggiano l'una sull'altra e si sostengono reciprocamente) e per le quali si possono ipotizzare meccanismi locali di fessurazione diagonale che seguono comunque i percorsi di maggiore debolezza della parete (da una apertura all'altra); (ii) per le porzioni intermedie dei fronti che risultino, per conformazione geometrica e posizione, particolarmente vulnerabili alle sollecitazioni nel piano (come, ad esempio, maschi murari non sufficientemente larghi, al livello terreno, oppure parti sveltanti di cellule intermedie che si trovano di fatto nella stessa condizione, sia pure limitatamente alla parte sommitale, delle porzioni terminali dei fronti).

Per entrambe le forme di danneggiamento – fuori piano e nel piano – è poi evidente come la presenza, entità e configurazione dei dissesti presenti sulle pareti esposte (nel caso in esame quasi sempre riconducibili a cedimenti fondali) possano introdurre ulteriori punti di debolezza in grado di modificare più o meno significativamente la forma finale dei meccanismi prevedibili in loro assenza.



**Figura 3.1.** Scenario di danno sismico per il fronte su via Zuffe (particolare) in assenza di fenomeni di dissesto (in alto) e in presenza dei dissesti rilevati (in basso). La campitura azzurra individua i meccanismi fuori piano, quella rossa i meccanismi nel piano; in basso sono anche indicati, a tratteggio verticale, i cedimenti di fondazione probabilmente responsabili di alcune delle lesioni rilevate.

Per questo motivo lo scenario di danno è stato costruito, per l'isolato campione, in due diverse ipotesi (fig. 3.1).

Nella prima ipotesi i meccanismi cinematici che interessano le pareti esposte (facciate su strada), distinti con una diversa campitura in meccanismi fuori piano o nel piano, sono costruiti a partire dal quadro conoscitivo derivante dal rilievo critico per la parte riguardante i parametri di natura geometrica (altezze complessive e di interpiano, luci libere, spessori murari ai diversi livelli, ...) e costruttiva (tipologia e tessitura degli orizzontamenti, presenza ed efficacia di presidi antisismici, ...) ma escludendo qualunque riferimento ai dissesti in atto.

Nella seconda ipotesi si mette esplicitamente in conto il contributo del quadro fessurativo rilevato con la conseguenza di avere uno scenario in generale più gravoso a meno che le condizioni delle pareti esposte, in tema di configurazione ed entità del dissesto, non siano tali da indurre ad escludere un aggravio del danno sismico dovuto alle lesioni pregresse.

Dei due scenari così costruiti, il primo si riferisce alla vulnerabilità dell'isolato nella condizione precedente allo sviluppo dei dissesti, il secondo alla vulnerabilità nella condizione attuale. La opportunità di distinguere le due condizioni deriva dalla possibilità di fornire una rappresentazione del danno sismico che, oltre a delineare una previsione di scenario per l'isolato in esame, nello stato attuale, si possa estendere anche ad altri isolati, comparabili dal punto di vista dell'assetto geometrico e costruttivo ma, in linea generale, inevitabilmente caratterizzati da un diverso andamento dei fenomeni fessurativi pregressi.

Un ulteriore aspetto merita di essere precisato.

In linea di principio lo scenario di danno dovrebbe essere riferito a un prefissato livello di intensità sismica dal momento che i diversi meccanismi di danno possono essere innescati in generale da differenti valori di accelerazione al suolo. Si dovrebbero cioè, a rigore, costruire scenari distinti per intensità e progressivamente più onerosi, dal punto di vista del danno, al crescere della intensità sismica, fino alla massima intensità attesa per il sito.

È però evidente che questo tipo di operazione richiederebbe una quantificazione, anche solo di larga massima, delle accelerazioni di innesco dei singoli meccanismi di danno ipotizzati nello scenario ovvero la disponibilità di una serie di informazioni di dettaglio incompatibili con il livello di approfondimento della analisi condotta sull'isolato campione.

Lo scenario di danno costruito, nella doppia ipotesi sopra ricordata, è dunque da intendere nel nostro caso semplicemente come una individuazione – oggettiva, ma comunque qualitativa – delle porzioni più vulnerabili dei fronti esposti per i quali è lecito attendersi lo sviluppo di importanti meccanismi di danneggiamento sismico e, la sua finalità è essenzialmente quella di indirizzare l'attenzione progettuale verso le suddette porzioni in vista della predisposizione di una consapevole strategia di miglioramento sismico.

### **3.3 Individuazione di alcuni parametri quantitativi per lo scenario di danno**

Tuttavia, anche senza pretendere di quantificare il livello di intensità sismica associato a ciascuno dei meccanismi di danno ipotizzati nello scenario, è comunque possibile associare alle singole pareti, sede dei meccanismi stessi, un indicatore numerico in qualche misura rapportato al livello di accelerazione in grado di innescare in quelle pareti meccanismi elementari di ribaltamento (fuori piano). Tale indicatore potrebbe essere utilizzato per istituire, sia pure per via indiretta, una graduatoria dei diversi meccanismi dello scenario riconoscendo quelli che richiedono, per essere attivati, intensità maggiori (perché relativi a pareti caratterizzate da valori più alti dell'indicatore) e differenziando in tal modo lo scenario di partenza. Peraltro, poiché (come spiegato di seguito) l'indicatore risulta funzione di un numero limitato di parametri, acquisibili in maniera speditiva, esso potrebbe essere facilmente valutato anche in isolati diversi da quello campione ottenendo una misura di vulnerabilità estesa all'intero centro storico che, per quanto rozza, avrebbe comunque il pregio di essere fondata su una procedura non solo sostanzialmente oggettiva ma soprattutto ripetibile.

Nessuna delle due operazioni citate – costruzione di scenari differenziati per intensità ed estensione a scala urbana della analisi di vulnerabilità – è stata compiuta in questa fase. Ma la procedura per la definizione di un indicatore associato alla accelerazione di innesco del danno nelle pareti esposte dell'isolato campione è stata comunque impostata.

L'indicatore scelto è definito, coerentemente con l'impostazione concettuale delle NTC e della relativa Circolare esplicativa, come il moltiplicatore di innesco del moto per ribaltamento ( $\alpha_0$ ) di una parete

monolitica, priva di aperture, avente le stesse dimensioni geometriche (spessori e altezze di piano) della facciata che si intende modellare. La maggiore limitazione della procedura consiste proprio nella sostituzione della parete reale dotata di aperture con un solido monolitico, ma si tratta di una limitazione che, sebbene rilevante da un punto di vista concettuale, potrebbe nei fatti risultare poco influente dal momento che la maggiore debolezza introdotta dalle aperture è compensata dalla resistenza alla scompaginazione del tessuto murario (che occorrerebbe mettere in conto qualora si ipotizzassero meccanismi più articolati del ribaltamento monolitico prevedendo la formazione di lesioni nel corpo murario). Il ribaltamento può avvenire attorno allo spigolo di base di un piano qualsiasi in dipendenza dalle seguenti circostanze: (i) presenza ed entità di rastremazioni da un piano all'altro, (ii) direzione della tessitura dei solai (parallela o ortogonale alla parete), (iii) presenza di incatenamenti di piano, (iv) efficacia della ammorsatura con le pareti ortogonali.

Attraverso il calcolo dei moltiplicatori di innesco del moto per tutte le pareti esposte dell'isolato campione e la elaborazione statistica dei risultati ottenuti si è potuto riconoscere come detti moltiplicatori dipendano da un numero limitato di parametri geometrici e tipologici significativi e si è arrivati alla costruzione di semplici relazioni che, in funzione dei parametri prescelti, forniscono una stima preliminare dei moltiplicatori di innesco del moto.

I parametri che entrano in gioco nella definizione approssimata dei moltiplicatori di innesco del moto (e che nelle tavole 8-11 sono rappresentati come fattori di vulnerabilità e resistenza) sono di seguito elencati:

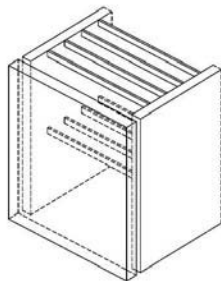
- $S_1$  spessore della parete al piano terra
- $H$  altezza totale della parete
- $L$  distanza tra le pareti di controvento
- $N$  numero totale di piani
- $p$  numero di piani privi di catene (contati dall'alto)
- $k$  direzione della tessitura del solaio  
( $k=1$ : solaio parallelo alla facciata;  $k=3$ : solaio perpendicolare alla facciata)
- $r$  ammorsatura con le pareti di controvento ( $r=0$ : ammorsatura assente)

Le diverse configurazioni in cui ciascuna parete si può trovare (per numero di piani, presenza di tiranti, orditura dei solai) si possono raggruppare essenzialmente in due tipologie (di seguito denominate *configurazione base* e *configurazione variata*), per ciascuna delle quali si può mettere (o meno) in conto l'ammorsatura con le pareti di controvento.

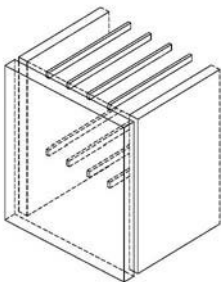
La configurazione base è caratterizzata dal contemporaneo verificarsi di due circostanze: (i) non sono presenti tiranti, e quindi il numero di piani senza tiranti coincide con il numero totale di piani ( $N = p$ ); (ii) i solai sono tessuti parallelamente alla facciata, e quindi ( $k = 1$ ).

Le configurazioni variate sono caratterizzate dal venir meno di una o tutte e due le circostanze suddette, e quindi ( $N > p$ ) e/o ( $k = 3$ ).

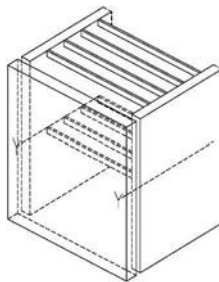
Per una parete a due piani la configurazione base e alcune possibili configurazioni variate sono schematizzate nella fig. 3.2.



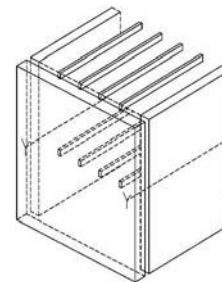
configurazione base  
( $N = p$ ), ( $k = 1$ )



configurazione variata  
( $N = p$ ), ( $k = 3$ )



configurazione variata  
( $N > p$ ), ( $k = 1$ )



configurazione variata  
( $N > p$ ), ( $k = 3$ )

**Figura 3.2.** Configurazioni base e variate per una parete a due piani.

Il moltiplicatore di innesco del moto assume espressioni diverse per la configurazione base e per quella variata e per entrambe il contributo dell'ammorsatura con le pareti di controvento agisce sulla relazione allo stesso modo (ovvero con un termine additivo).

Le due espressioni sono le seguenti:

$$\alpha_0 \approx (1+r) \cdot \frac{S_l}{H}$$

per la configurazione base: ( $N=p$ ) e ( $k=1$ )

$$\alpha_0 \approx (1+r) \cdot 0.3 \cdot \left( \frac{S_l}{H} \right)^{\left( 1 - \frac{n}{100} \right)}$$

per la configurazione variata: ( $N>p$ ) e/o ( $k=3$ )

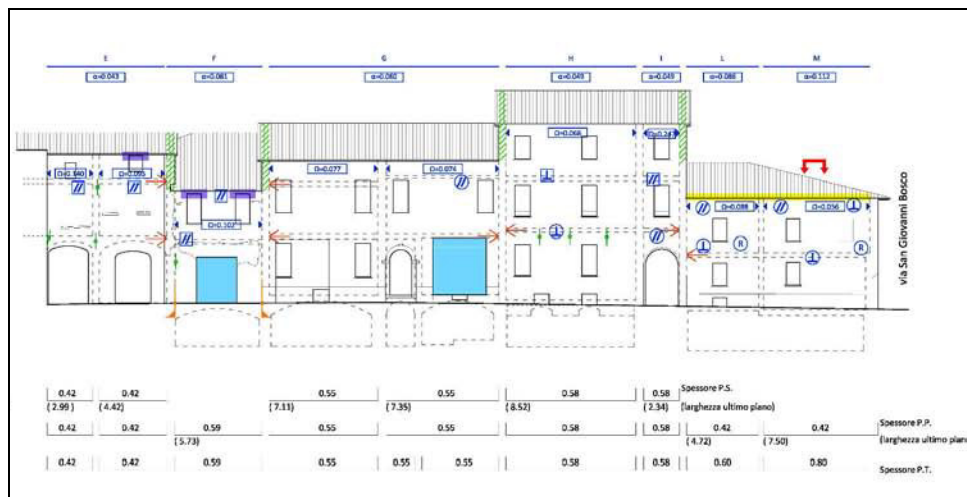
dove  $S_1$  e  $H$ , già definiti, indicano rispettivamente lo spessore della parete al piano terra e la sua altezza totale, e i due parametri  $r$  (che misura l'influenza dell'ammorsatura con le pareti di controvento) ed  $n$  (che dipende dal numero di piani privi di catene, rapportati al numero totale di piani) sono dati dalle relazioni:

$$r = 0.01 \cdot (9 - L) \cdot \frac{(p + 1)^2}{k}$$

$$\begin{cases} n = 72 & \text{se } N = p \\ n = 83 - 21p + 13 \cdot (p + 1) \cdot \frac{(k - 1)}{2} & \text{se } N > p \end{cases}$$

essendo  $L$  la distanza tra le pareti di controvento,  $p$  il numero di piani privi di catene (contati dall'alto),  $k$  dipendente dalla tessitura dei solai ( $k=1$ : solaio parallelo alla facciata;  $k=3$ : solaio perpendicolare alla facciata) – e tenendo conto che l'espressione di  $r$  vale solo per  $L < 9$  m, valore (peraltro mai raggiunto nell'isolato in esame) oltre il quale si rileva la sostanziale inefficacia della ammorsatura ovvero è lecito porre  $r=0$ .

Nelle tavole contenenti gli scenari di danno per i quattro fronti dell'isolato campione – oltre ai parametri che definiscono i fattori di vulnerabilità e resistenza dei fronti stessi – è riportato anche, per ciascun tratto di parete esposta compreso tra due pareti di controvento, il rapporto  $\alpha = S_1/H$  dal quale dipende in maniera prevalente il corrispondente moltiplicatore di innesco del moto per ribaltamento  $\alpha_0$  (fig. 3.3).



**Figura 3.3.** Fattori di vulnerabilità e di resistenza per il fronte su via Zuffe (particolare): spessori delle pareti ai diversi livelli, distanza tra le pareti di controvento, direzione dell'orditura dei solai, posizione degli incatenamenti, rapporti  $\alpha = S_1/H$  (spessore parete al piano terra/altezza totale parete) e  $\Omega = S/L$  (spessore parete ultimo livello/interasse pareti controvento).

## 2. Considerazioni critiche



A conclusione di questo capitolo vale la pena precisare una considerazione già formulata nel paragrafo precedente.

Pur avendo individuato i parametri che si prestano a fornire una misura quantitativa dello scenario di danno e derivato da questi un indicatore numerico correlato – sia pure in termini approssimati – alla accelerazione di innesco del moto dei diversi meccanismi, non si è comunque ritenuto opportuno differenziare le due tipologie di scenario ipotizzate (con e senza dissesti in atto) sulla base dell'indicatore stesso, costruendo scenari caratterizzati da diverse accelerazioni (intensità) sismiche né si è ritenuto di estendere la valutazione dell'indicatore stesso all'intero centro storico.

La ragione di tale scelta risiede nel fatto che il modello di valutazione proposto per la accelerazione di innesco del moto è così brutalmente semplificato da rendere irrealistica una utilizzazione dell'indicatore ottenuto come misura oggettiva della accelerazione sismica in grado di innescare un assegnato panorama di danno sismico. Detto modello è piuttosto da intendere come dimostrazione della possibilità di istituire una correlazione tra diversi parametri (di natura geometrica, materiale, costruttiva) che influiscono sulla entità degli scenari di danno, nel senso che alla presenza di certi parametri e alla loro interazione secondo modalità differenziate corrispondono, a parità di accelerazione attesa, danni più o meno pesanti. In questo senso è dunque lecito adottare il modello proposto per ottenere una misura relativa del livello di accelerazione richiesto per produrre danni di onerosità crescente ma è illusorio pensare di ottenere dal semplice indicatore proposto una valutazione assoluta del livello di accelerazione associato a uno scenario di danno assegnato. Da questo punto di vista è, infine, superfluo sottolineare che non è possibile confrontare le accelerazioni ricavate dal modello semplificato proposto con le accelerazioni di riferimento che la normativa attuale (NTC2008) indica per Faenza.



## **4- Indicazioni di progetto per la conservazione e per la mitigazione della vulnerabilità sismica**

### **4.1 Introduzione**

Le informazioni raccolte sull'aggregato campione consentono di precisare le indicazioni derivanti dalla lettura speditiva dell'intero centro storico evidenziando in generale i punti deboli delle singole unità edilizie e del loro assemblaggio e, in particolare, i fattori di vulnerabilità sismica.

A partire da questa conoscenza puntuale e sulla base della conseguente previsione di scenario, è possibile definire alcune categorie generali di intervento che si prestano a costituire il fondamento di una consapevole strategia di prevenzione sismica. La definizione delle suddette categorie generali di intervento non può prescindere, naturalmente, dalle esigenze di conservazione del costruito storico per quanto riguarda gli aspetti legati sia alle peculiarità della tecnica costruttiva locale sia alla particolare organizzazione del tessuto urbano.

Vale la pena precisare che, per il livello di dettaglio raggiunto nella Fase II, la definizione degli interventi di mitigazione e prevenzione sismica non può che essere fatta per categorie generali e non è realistico pensare di poter individuare interventi specifici finalizzati alla risoluzione dei problemi particolari evidenziati dallo studio. Non solo, infatti, per questi ultimi servirebbe un approfondimento conoscitivo spinto a un livello di dettaglio non raggiunto in questa fase ma, soprattutto, la finalità dello studio della Fase II stessa non è quella di precisare un complesso di soluzioni tecniche specifiche bensì di definire uno strumento di approfondimento del piano urbanistico.

Ciò premesso, una prima suddivisione delle problematiche di conservazione e miglioramento sismico può essere basata su una distinzione tra (i) problemi (e interventi) legati alla configurazione complessiva delle unità edilizie che costituiscono l'aggregato (in tema sia di organizzazione planimetrica e in elevato di ciascuna unità edilizia sia di relazione planimetrica e in elevato di unità contigue) e (ii) problemi (e interventi) legati alla efficienza originaria e alle condizioni di conservazione dei singoli elementi strutturali.

Tale distinzione deriva dal riconoscimento che la qualità dell'edificio murario ben costruito – ovvero costruito a regola d'arte – deriva per un verso dalla qualità e condizione di conservazione dei singoli elementi costruttivi e per altro verso dal corretto assemblaggio di tali elementi all'interno di un impianto strutturale razionalmente organizzato (maglia muraria).

### **4.2 Elementi strutturali**

*Riparazione elementi degradati o dissestati*

Un criterio generale che si può assumere come premessa a qualunque disamina di dettaglio delle problematiche riguardanti i singoli elementi strutturali consiste nella necessità di riparare gli elementi che presentino forme significative di degrado o di dissesto.

Si tratta di una prescrizione che, pur prescindendo da qualunque considerazione riguardante il problema sismico (essendo evidentemente necessaria anche solo per garantire il mantenimento della efficienza statica degli elementi strutturali), nondimeno si rivela essenziale anche in considerazione della maggiore vulnerabilità degli elementi degradati o dissestati rispetto agli stessi elementi nella loro condizione originaria.

Una semplice, ma significativa, dimostrazione di questo asserto deriva dal confronto tra gli scenari di danno costruiti per l'aggregato con riferimento allo stato attuale (in presenza di dissesti) e allo stato originario (in assenza di dissesti) una esemplificazione del quale si ha nella figura 3.1 (vedi paragrafo precedente): è evidente come la presenza delle lesioni incrementi, in alcuni casi sensibilmente, le porzioni murarie coinvolte nei meccanismi di danneggiamento per azioni sia fuori piano sia nel piano, risultando le pareti lesionate più vulnerabili delle stesse pareti in assenza di lesioni.

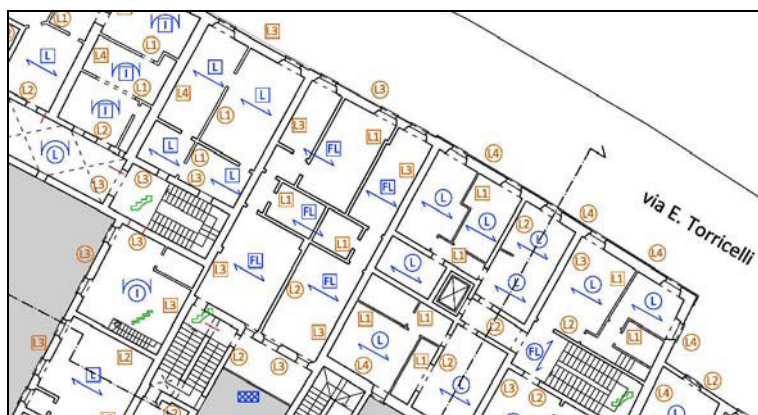
Un criterio generale di intervento, tanto semplice quanto efficace, consiste dunque nella riparazione – quando presenti – delle lesioni.

La riparazione dovrebbe essere effettuata, preferibilmente, adoperando materiali e tecniche compatibili con i materiali e le tecniche originali non solo perché in questo modo è implicitamente assicurato un maggior grado di conservazione delle caratteristiche dell'edificio storico ma anche perché è più facile garantire una omogeneità di comportamento meccanico e strutturale che l'adozione di nuovi materiali e nuove tecniche rende oggettivamente più problematica.

#### *Integrazione elementi insufficienti*

Anche in assenza di fenomeni di degrado o dissesto significativo, si danno casi in cui singoli elementi strutturali possono essere intrinsecamente insufficienti o perché dimensionalmente carenti, rispetto alle prescrizioni della normativa attuale, o perché realizzati senza prevederne il cimento sismico.

Tralasciando i casi (che pure non si possono escludere ma che non possono essere evidenziati da una analisi qualitativa, seppure di dettaglio) di orditure lignee, di piano o di copertura, sottodimensionate – e per i quali sono da prevedere opportuni interventi di rinforzo locale – un caso maggiormente significativo in prospettiva sismica, e rilevato nell'isolato campione, è rappresentato dalla presenza, in diverse unità edilizie, di solai lignei poggianti su pareti sottili (muri a una testa) (fig. 4.1).

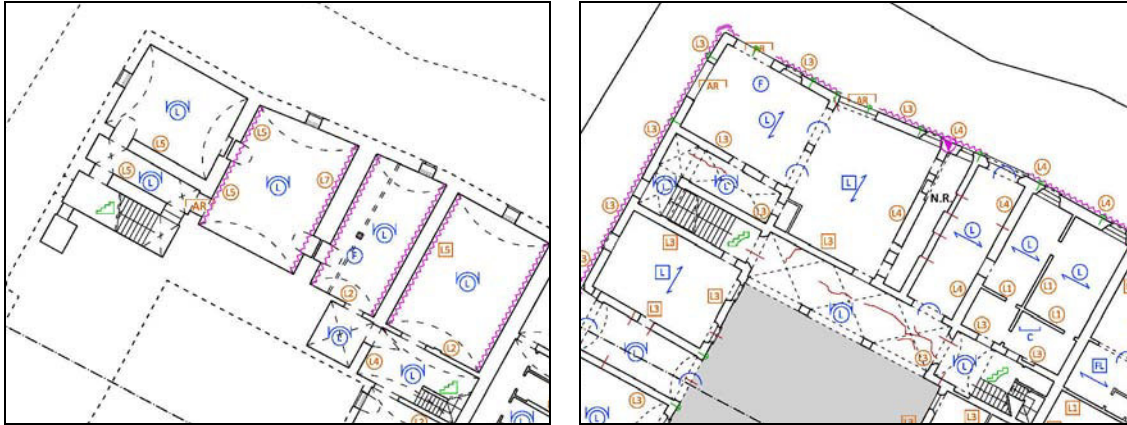


**Figura 4.1.** Solai in legno e solai in ferro e laterizio poggianti su pareti sottili in diverse unità prospettanti su via Torricelli. Si osservi come, in aggiunta alla precarietà della soluzione tecnologica, tale disposizione influisca negativamente sullo stesso impianto strutturale (cfr. par. 4.3): la parete di facciata viene infatti ad essere caratterizzata da luci libere notevoli ed è contemporaneamente priva del contenimento garantito dal solaio (tessuto parallelamente alla facciata stessa).

Si tratta di un caso particolarmente insidioso perché è spesso associato a un difetto nella maglia muraria (vedi par. 4.3) che risulta carente in tema di pareti di adeguato spessore, in entrambe le direzioni planimetriche. Ma anche prescindendo da quest'ultimo difetto, un solaio poggiante su sostegni sottili è più sensibile alle sollecitazioni dinamiche indotte dal terremoto, perché più facilmente soggetto a fenomeni di instabilità dell'equilibrio, e perciò meno adatto ad esplicare la funzione di diaframma orizzontale rigido a causa della maggiore flessibilità complessiva che lo caratterizza.

Non sempre la risoluzione di questo problema passa per l'ispessimento della parete sottile, soluzione peraltro che appare ottimale quando serve a risolvere contestualmente il problema di una maglia muraria troppo lasca (par. 4.3), nel senso che detto ispessimento potrebbe essere precluso dalle particolari condizioni di appoggio della parete stessa.

Ad esempio, nell'isolato campione si rilevano, al piano terra, casi di pareti in falso sulle volte dei sottostanti piani interrati (fig. 4.2): è evidentemente auspicabile non incrementare lo spessore di tali pareti e, qualora queste reggano un solaio ligneo sovrastante, è preferibile un intervento di irrigidimento della parete, ad esempio con una struttura reticolare (lignea o metallica) ad essa affiancata e avente la finalità di rendere meno cedevole l'appoggio del solaio senza incrementare il carico al piede della parete.



**Figura 4.2.** Pareti in falso sulle sottostanti volte dei piani interrati all'angolo tra via Torricelli e via Zuffe. Nelle due cellule d'angolo su via Torricelli si osserva inoltre la presenza di due archi spingenti contro la parete di facciata (cfr. par. 4.3).

#### *Miglioramento elementi manomessi*

Si danno numerosi casi di manomissioni (relativamente) recenti agli orizzontamenti o alle coperture con la sostituzione delle orditure originarie, lignee o metalliche, con più pesanti solai in cemento armato (fig. 4.3). Tali sostituzioni sono da riguardare con particolare attenzione soprattutto quando riguardano le coperture perché introducono un carico assai maggiore di quello originario nelle parti alte dell'edificio, dove non solo le forze di inerzia di origine sismica assumono valori più elevati che nelle porzioni inferiori ma gli stessi spessori delle pareti di imposta risultano solitamente assai ridotti. Si tratta dunque di una manomissione che, sebbene non problematica in condizioni ordinarie, rischia di diventare un pericoloso elemento di vulnerabilità in occasione di un terremoto. Una corretta strategia di prevenzione non può non tenerne adeguato conto.

Peraltro la presenza di solai in cemento armato (nelle cellule manomesse) a fianco di solai in legno (nelle cellule originarie) crea problemi di interazione che sono difficilmente prevedibili e quantificabili ma che sono puntualmente ed inesorabilmente evidenziati in occasione di ogni evento sismico.



**Figura 4.3.** presenza di solai in cemento armato e solai in legno in cellule contigue all'angolo tra via Zuffe e via San Giovanni Bosco. Nella stessa parte di aggregato è anche evidente la rilevanza dei fenomeni di sostituzione di estese porzioni edilizie (evidenziate in giallo) come conseguenza delle ricostruzioni operate dopo la seconda guerra mondiale (cfr. par. 4.3).

Una manomissione altrettanto, se non più, frequente riguarda gli allargamenti delle aperture dei piani terra per la realizzazione di accessi ai garage. Anche qui si tratta di una situazione che si rivela particolarmente insidiosa in prospettiva sismica, sebbene anche in condizioni ordinarie sia responsabile di alcune forme di dissesto ricorrente nel centro storico (caratterizzate dalla concentrazione di carico in fondazione, in corrispondenza degli stipiti delle aperture, e dal conseguente innesco di fenomeni di cedimento differenziale). La condizione più problematica è quella delle cellule d'angolo per le quali la riduzione della muratura resistente a taglio, nel piano della facciata, può rivelarsi fatale, nell'occorrenza di un sisma (a differenza delle cellule intermedie che possono comunque contare sul contraffortamento delle cellule contigue). È evidente come una strategia di prevenzione debba considerare in maniera differenziata le due situazioni suddette.

### **4.3 Impianto strutturale**

#### *Presidi antisismici storici*

Per quanto riguarda l'impianto strutturale complessivo generato dall'assemblaggio delle singole unità edilizie all'interno dell'aggregato e dei singoli elementi costruttivi all'interno delle unità, rileviamo innanzitutto come la diffusa presenza, all'interno del tessuto urbano, di dispositivi tradizionali di rinforzo – muri a scarpa, catene metalliche, arpioni di copertura – denunci la consapevolezza del maggiore punto di debolezza della costruzione muraria (ovvero la assenza di connessioni tenaci tra le parti) e la volontà di supplire a tale carenza introducendo vincoli più efficaci (fig. 3.1). In tale volontà si può ravvisare sicuramente una esplicita finalizzazione antisismica della tecnica muraria tradizionale ma non è da escludere che anche la necessità di convivere con un sottosuolo particolarmente inaffidabile – come emerso in occasione della analisi speditiva della Fase I – abbia indotto i costruttori ad adottare un complesso di dispositivi in grado di connettere più efficacemente le singole parti della scatola muraria.

Quale che sia la motivazione della diffusa presenza dei citati dispositivi di rinforzo sembra evidente la opportunità di renderne sistematico l'uso, introducendoli laddove non presenti e migliorandoli laddove insufficienti.

Tale indicazione ha una duplice implicazione: per un verso essa induce a ritenere essenziale – per la redazione dei progetti sulle singole unità – la esecuzione di indagini finalizzate alla formulazione di un giudizio sulla efficacia dei dispositivi di rinforzo esistenti (tiro delle catene, conservazione degli ancoraggi, etc.) e, per altro verso, suggerisce di completare il sistema dei rinforzi esistenti nella maniera meccanicamente più coerente – ovvero in ossequio al requisito di omogeneità meccanica già emerso a proposito degli interventi sui singoli elementi strutturali.

### *Maglia muraria*

Il difetto delle maglie murarie troppo lasche, per la presenza, all'interno degli edifici, di pareti sottili in luogo di pareti di spessore adeguato, è stato già ricordato parlando delle condizioni di insufficienza degli elementi strutturali (par. 4.2). Il difetto si riscontra abbastanza sistematicamente nell'isolato campione e, derivando dalla particolare soluzione tecnologica adottata per la realizzazione dei solai, rappresenta probabilmente un carattere ricorrente nell'intero centro storico. Peraltro, tale difetto si manifesta con connotati di particolare gravità quando le pareti sottili (interne) si accompagnano a orditure dei solai lignei parallele alle pareti di facciata perché, in questo caso, alla presenza delle notevoli luci libere che si rilevano per queste ultime si aggiunge la impossibilità di compensarle con la azione di contenimento che travi opportunamente ancorate alle pareti stesse potrebbero fornire (fig. 4.1).

La sostituzione delle pareti sottili con pareti di spessore adeguato, o in alternativa il loro ispessimento, sebbene rappresentino le soluzioni strutturalmente più efficaci non sono sempre perseguibili – come già sottolineato a proposito delle pareti in falso (par. 4.2) – ma, soprattutto, rappresentano una forma di intervento piuttosto impegnativa non solo dal punto di vista dei requisiti di conservazione ma anche per quanto riguarda gli aspetti realizzativi. Il ricorso a strutture reticolari affiancate alle pareti sottili, allo scopo di irrigidire la scatola muraria ripartendo tra i diversi ordini di pareti le azioni sismiche, costituisce senza dubbio una ipotesi di lavoro interessante ma è altrettanto, se non più, impegnativa delle più invasive soluzioni di ispessimento o sostituzione e richiede una attenzione progettuale ed esecutiva anche maggiore.

In ogni caso il problema delle pareti sottili costituisce una delle precarietà più gravi, e non solo dal punto di vista della resistenza sismica, rilevate nell'isolato campione (e, forse, in tutto il centro storico) e merita di essere inserito tra le priorità di qualunque strategia di prevenzione sismica.

### *Edifici ricostruiti a seguito dei danni bellici*

La presenza di edifici integralmente ricostruiti a seguito delle distruzioni provocate dai bombardamenti dell'ultima guerra costituisce un problema piuttosto diffuso all'interno dell'isolato campione. In assenza di una conoscenza anche solo approssimativa della configurazione strutturale degli edifici ricostruiti è difficile precisare gli elementi di precarietà che tali ricostruzioni possono introdurre all'interno di un aggregato compatto: ma è evidente che, in presenza di soluzioni tecnologiche diverse tra edifici contigui, si innescano forme di interazione difficilmente prevedibili (fig. 4.3).

Tali forme di interazione devono essere attentamente valutate perché qualunque soluzione progettuale non può che fondarsi su una loro comprensione e sulla adozione delle misure più idonee al loro controllo.

### *Vulnerabilità specifiche*

Infine, sempre in tema di impianto strutturale complessivo occorre prestare grande attenzione ad alcune forme di vulnerabilità che, sebbene relative a singoli elementi strutturali, chiamano in causa il comportamento complessivo di porzioni estese di aggregato.



Si tratta, ancora una volta, quasi sempre di problemi di interazione che si manifestano al contatto tra unità edilizie contigue, in planimetria o in elevato, e che introducono forti elementi di complessità sia nella fase progettuale vera e propria (comportando la necessità di analisi strutturali tutt'altro che banali) sia nella fase di materiale esecuzione degli interventi dal momento che possono coinvolgere proprietà diverse.

Alcuni di questi problemi, rilevati nell'isolato campione, sono di seguito elencati.

Un caso frequente (e già discusso nel par. 4.2) è quello dei solai in cemento armato che vengono a trovarsi a fianco di solai in legno. Le soluzioni possono coprire un campo piuttosto ampio di possibilità, dalla sostituzione con orditure leggere di tipo tradizionale (evidentemente molto impegnativa, al limite della impraticabilità, dal punto di vista sia tecnico sia economico) al rinforzo delle pareti murarie allo scopo di renderle idonee a sostenere i maggiori carichi derivanti dal più pesante solaio in cemento armato.

Un problema analogo è quello della presenza di volte a fianco di solai in legno o in metallo. In questo caso il problema maggiore è quello della necessità di controllare il regime delle spinte associate al funzionamento statico delle volte allo scopo di evitare la trasmissione di azioni orizzontali non adeguatamente contenute a unità edilizie che non siano in grado di assorbirle ovvero che, dovendo assorbire tali spinte, non abbiano poi sufficienti riserve di resistenza per opporsi alle azioni orizzontali indotte dal terremoto. La necessità di prevedere adeguati dispositivi di contrasto delle spinte si presenta allo stesso modo in corrispondenza di archi spingenti contro le pareti di facciata oppure nelle volte dei portici. In tutti questi casi il ricorso ai tradizionali incatenamenti metallici sembra la soluzione più conservativa e strutturalmente efficace.

#### **4.4 Considerazioni finali**

La individuazione delle categorie generali di intervento desunte dallo studio dell'aggregato campione e articolate come indicato nei paragrafi precedenti costituisce una griglia preliminare di riferimento che, articolata e generalizzata sull'intero centro storico, potrà eventualmente essere inserita nel Regolamento Urbanistico Edilizio.

Deve comunque essere sottolineato che tali indicazioni di intervento sono di natura esplicitamente prestazionale e definiscono i criteri compatibili con l'edilizia storica necessari a soddisfare i requisiti di mitigazione della vulnerabilità all'interno di un approccio di tipo conservativo nei confronti del costruito del tessuto murario storico.

La differenza tra le indicazioni di progetto desunte dalla analisi dell'aggregato campione e quelle contenute in un manuale di interventi tecnici è chiara: mentre quest'ultimo elenca una serie di possibili (e alternative) tecniche di intervento, il primo esplicita i requisiti da raggiungere e demanda la definizione della tecnica più appropriata al progetto di livello edilizio che necessariamente dovrà essere corredato di adeguati approfondimenti conoscitivi.



## **5- Documentazione fotografica**

La documentazione fotografica si riferisce all'aggregato campione, compreso tra le vie Torricelli, S. Michele, S. Giovanni Bosco e Zuffe. Le immagini rappresentano gli elementi più significativi – macroscopici e di dettaglio – dell'aggregato, dai prospetti sulle quattro strade fino ad alcuni particolari riscontrati durante le operazioni di rilievo.

Le immagini sono raggruppate per argomenti:

1. fronti si strada
2. corti interne all'aggregato
3. lesioni e quadri fessurativi
4. dettagli significativi



## 1. Fronti su strada

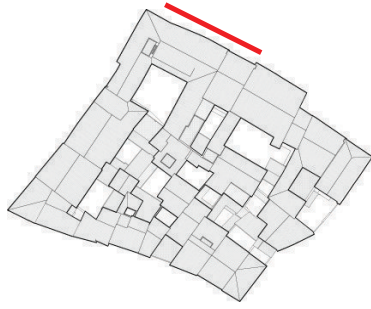


Figura 1.1 Fronti su via Torricelli

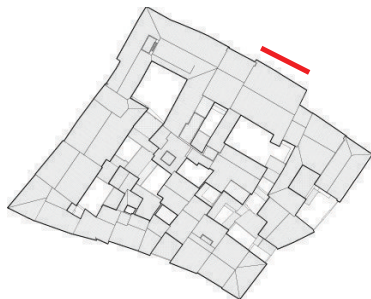


Figura 1.2 Fronti su via Torricelli

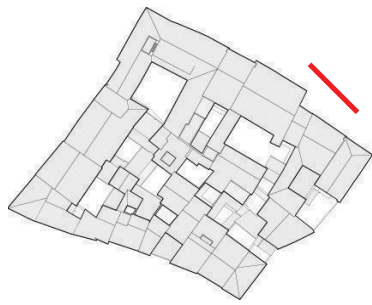


Figura 1.3 Fronti su via Torricelli



Figura 1.4 Fronti su via Torricelli

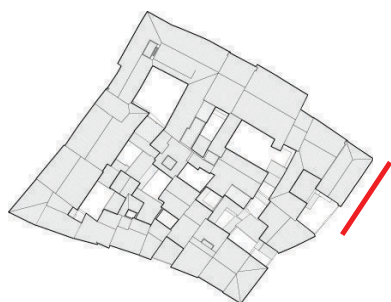


Figura 1.5 Fronti su via S. Michele

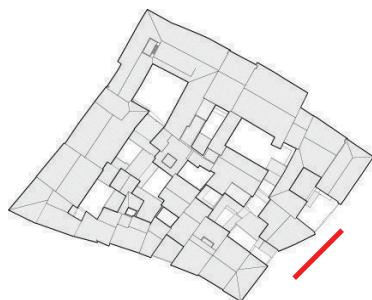


Figura 1.6 Fronti su via S. Michele

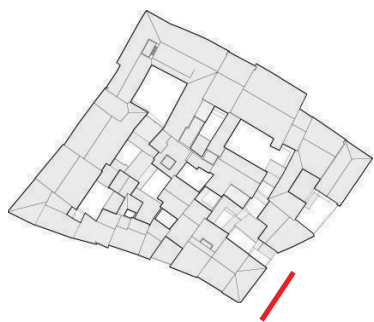


Figura 1.7 Fronti su via S. Michele

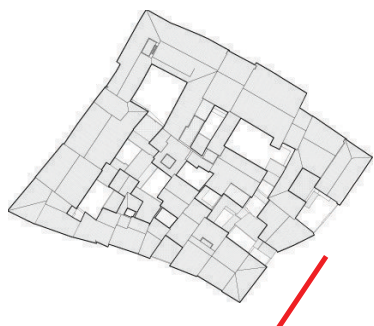


Figura 1.8 Fronti su via S. Michele



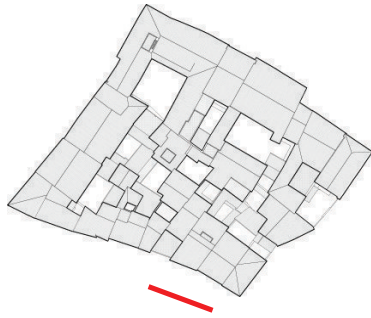


Figura 1.9 Fronti su via S. Giovanni Bosco

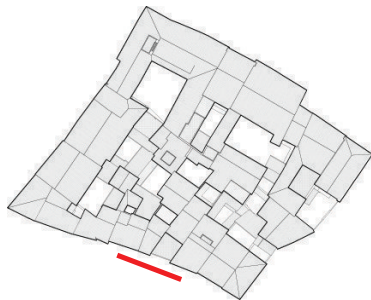


Figura 1.10 Fronti su via S. Giovanni Bosco.

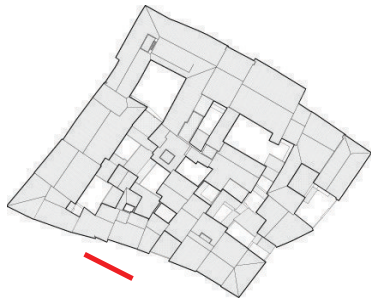


Figura 1.11 Fronte su via S. Giovanni Bosco.

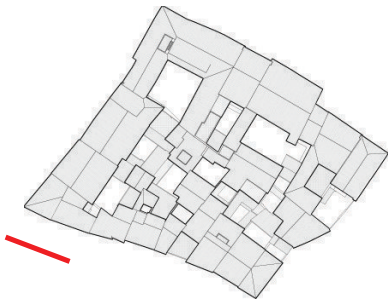


Figura 1.12 Fronti su via S. Giovanni Bosco.

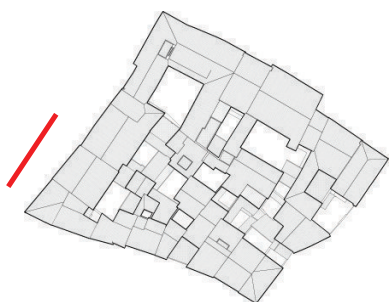


Figura 1.13 Fronti su via Zuffe

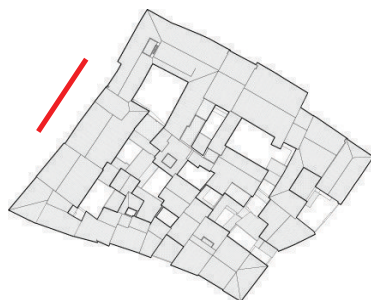


Figura 1.14 Fronti su via Zuffe



Figura 1.15 Fronti su via Zuffe



Figura 1.16 Fronti su via Zuffe

## 2. corti interne all'aggregato



Figura 2.1 Fronti della corte con ingresso da via Torricelli e da via Zuffe



Figura 2.2 Fronti della corte con ingresso da via Torricelli e da via Zuffe



Figura 2.3 Fronti della corte con ingresso da via Torricelli e da via Zuffe



Figura 2.4 Fronti della corte con ingresso da via Torricelli e da via Zuffe



Figura 2.5 Fronti della corte con ingresso da via Torricelli e da via Zuffe



Figura 2.6 Fronti delle corti con ingresso da via Torricelli 25



Figura 2.7 Fronti delle corti con ingresso da via Torricelli 25





Figura 2.8 Fronti delle corti con ingresso da via Torricelli 25



Figura 2.9 Fronti delle corti con ingresso da via Torricelli 25



Figura 2.10 Fronti delle corti con ingresso da via Torricelli 25



Figura 2.11 Fronti delle corti con ingresso da via Torricelli 25



Figura 2.12 Fronti delle corti con ingresso da via Torricelli 25

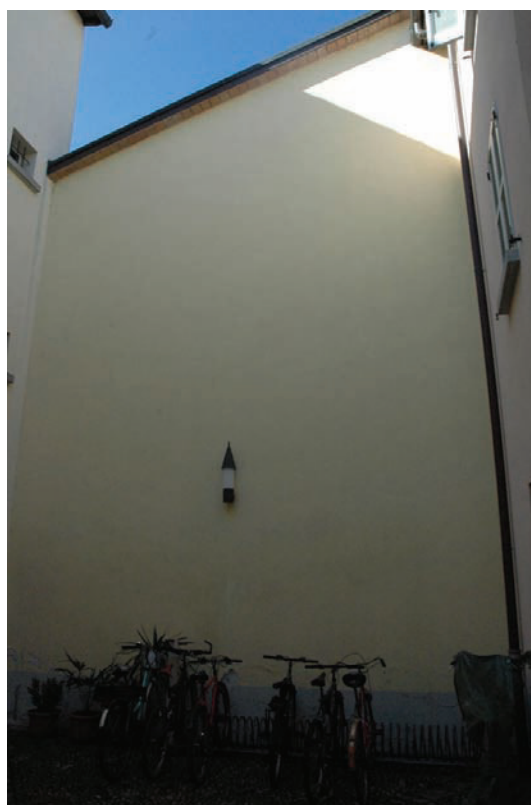


Figura 2.13 Fronti delle corti con ingresso da via Torricelli 25



Figura 2.14 Fronti delle corti con ingresso da via Torricelli 25

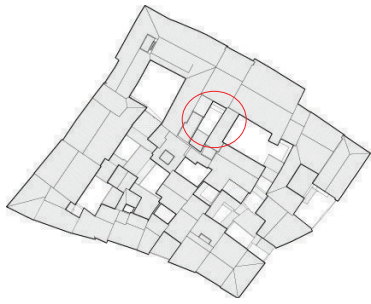


Figura 2.15 Fronte della corte con ingresso da via Torricelli 23



Figura 2.16 Fronte della corte con ingresso da via Torricelli 23



Figura 2.17 Fronte della corte con ingresso da via San Giovanni 16



Figura 2.18 Fronte della corte con ingresso da via San Giovanni 20



Figura 2.19 Fronte della corte con ingresso da via San Giovanni 20



Figura 2.20 Fronte della corte con ingresso da via San Giovanni 18



Figura 2.21 Fronte della corte con ingresso da via San Giovanni 18





Figura 2.21 Fronte della corte con ingresso da via San Giovanni 18



Figura 2.21 Fronte della corte con ingresso da via San Giovanni 18

### 3. Lesioni e quadri fessurativi



Figura 3.1 Paramento murario con lesioni diffuse su via Zuffe (p.lla 110).

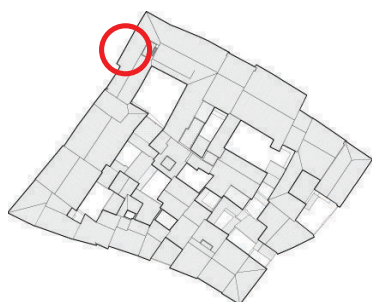


Figura 3.2 Lesioni diffuse su pannello sottofinestra (p.lla 110).



Figura 3.3 Lesione inclinata su pannello sottofinestra (p.lla 122).

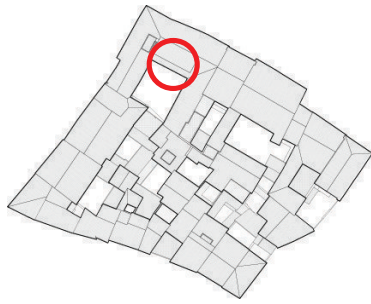


Figura 3.4 Volta della loggia su corte interna (p.lla 110).

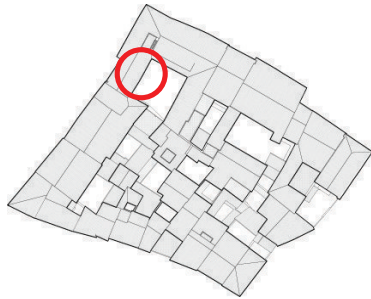


Figura 3.5 Gravi lesioni inclinate tra bucatore su corte interna (p.lla 110).



Figura 3.6 Lesioni diffuse sulla connessione tra fabbricati adiacenti (p.lle 125 e 126).



Figura 3.7 Lesione tra la chiave dell'arco del portone d'ingresso e la finestra soprastante (p.lla 114).



Figura 3.8 Lesione tra la chiave dell'arco del portone d'ingresso e la finestra soprastante (p.lla 125).

#### 4. Dettagli significativi

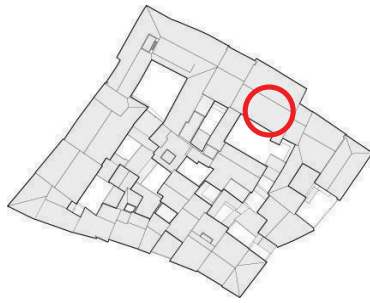


Figura 4.1 Intradosso di una volta in foglio che sottende una scala: i primi filari di mattoni sono posati con giacitura orizzontale, solo dopo in verticale in foglio (p.lla 119).

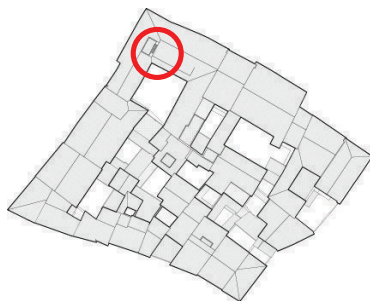


Figura 4.2 Intervento recente con putrelle prefabbricate di calcestruzzo su solaio tradizionale di legno (p.lla 110).



Figura 4.3 Bocca di lupo su via Zuffe: si intravede il bordo della lunetta della volta interna (p.lla 111).



Figura 4.4 Griglia di aerazione su via Torricelli per i locali cantinati (p.lla 118).

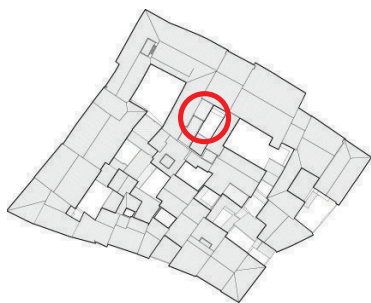


Figura 4.5 Balcone in voltine con ampliamento sostenuto da putrelle di ferro (p.lla 118).

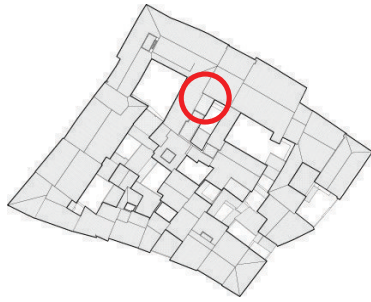


Figura 4.6 "Ripartitore" di legno su volta laterizia nei locali cantinati (p.la 118).



Figura 4.7 "Ripartitore" di legno su volta laterizia nei locali cantinati (p.la 119).



Figura 4.8 Inserto di legno su tessitura muraria di laterizi, su via Zuffe (p.la 110).



Figura 4.9 Ripresa costruttiva su volta di laterizi (p.lla 537).



Figura 4.10 Ripresa costruttiva su volta di laterizi (p.lla 125).



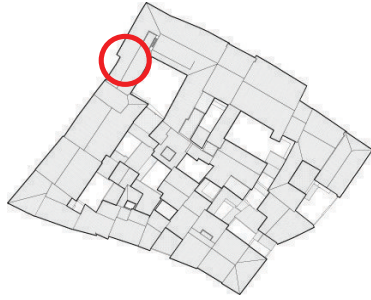


Figura 4.11 Chiusura con laterizi posti in verticale di una canna fumaria (p.lla 110).



Figura 4.12 Ringrosso a scarpa su via Zuffe (p.lla 110).





**RILIEVO CRITICO**

accertato □ congetturale

**ORIZZONTAMENTI**

- [L] solaio in legno
- [LC] solaio in latero-cemento (1)
- [FL] solaio in ferro e laterizio
- [FV] solaio in ferro e laterizio (volticciole)
- [FC] solaio in ferro e calcestruzzo armato
- [F] solaio in ferro (soppalco)
- [T] trave in cemento armato
- [F] trave-putrella di ferro
- [L] orditura inclinata della copertura in legno
- [LC] orditura inclinata della copertura in latero-cemento
- [F] orditura inclinata della copertura metallica
- [A] arco
- [L] volta in laterizio (di cottello)
- [L] volta in laterizio (in foglio)
- [L] volta in canne e gesso
- [C] controsoffitto
- [C] balcone in cemento armato
- [C] balcone in putrelle e calcestruzzo
- [C] balcone in legno
- [D] verso di pendenza della falda inclinata
- [D] tetto spingente
- [D] coperture piane (terrazze e simili)
- [D] coperture a falde inclinate
- [D] coperture leggere (tettoie e simili)

**COLLEGAMENTI E SCALE**

- [C] catena o tirante
- [C] incatenamenti su orditure di copertura (squadri)
- [C] scala in legno
- [C] scala in laterizio
- [C] scala in laterizio con volta in foglio
- [C] scala in pietra (2)
- [C] scala in cemento armato
- [C] scala in ferro

**PARETI DI ELEVAZIONE**

- [Ln] muratura in laterizio pieno a n teste  
L1 (16-18 cm), L2 (30-36 cm), L3 (42-52 cm), L4 (55-68 cm), L5 (72-82 cm), L6 (ca. 91 cm), L7 (ca. 106 cm), L8 (ca. 121 cm)
- [P] pilastro in cemento armato
- [A] architrave in cemento armato o putrelle di ferro

**DISCONTINUITA'**

- [C] cantonale
- [C] cantonale smussato
- [C] apertura tamponata priva di ammassature
- [C] raddoppio murario
- [C] ringrosso a scarpa
- [C] sottofinestra sottile
- [C] "ripartitore" di legno in volta di laterizio
- [C] discontinuità costruttiva nell'apparecchio di volta in laterizio

**DEGRADO**

- [C] fuori piombo
- [C] lesione su parete di elevazione
- [C] lesione su orizzontamenti
- [C] orditura solaio fatiscente / travi inflesse

[G] corti scoperte e spazi vuoti

[G] edifici ricostruiti o ampliamenti rimaneggiati dopo il 1945

(1) Se congetturale, il solaio potrebbe essere costituito da putrelle di ferro e riempimenti.  
(2) In alcuni casi, la tipologia delle scale con gradini di pietra è replicata con conglomerato lapideo.

PIANTA PIANO INTERRATO



COMUNE DI FAENZA  
PROVINCIA DI RAVENNA

**CONVENZIONE TRA IL COMUNE DI FAENZA E  
L'UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA  
DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA (DARC)  
"PER LA REALIZZAZIONE DELLE ANALISI DI VULNERABILITA' SISMICA  
DEGLI AGGREGATI EDILIZI NEL CENTRO STORICO DI FAENZA"**

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
Arch. Ennio Nonni

**FASE 2  
ANALISI DELL'ISOLATO CAMPIONE**

---

ELABORATO

tavola **01**

**PIANTA PIANO SEMINTERRATO**

SCALA 1:200

REVISIONE	FASE
01	CONSEGNA FASE 2
02	
03	
04	

**DARC**  
Dipartimento di  
Architettura

RESPONSABILE  
SCIENTIFICO  
Arch. Caterina F. Carocci

GRUPPO DI LAVORO  
Arch. Cesare Tocci  
Arch. Maria Rosaria Vitale  
Arch. Zaira Barone  
Arch. Chiara Circo  
Arch. Pietro Copani  
Arch. Margherita Costa  
Arch. Luciano Scuderi





**RILIEVO CRITICO**

accertato  congetturale

**ORIZZONTAMENTI**

- solai in legno
- solai in latero-cemento (1)
- solai in ferro e laterizio
- solai in ferro e laterizio (volticciole)
- solai in ferro e calcestruzzo armato
- solai in ferro (soppalco)
- trave in cemento armato
- trave-putrella di ferro
- orditura inclinata della copertura in legno
- orditura inclinata della copertura in latero-cemento
- orditura inclinata della copertura metallica
- arco
- volta in laterizio (di cottello)
- volta in laterizio (in foglio)
- volta in canne e gesso
- controsoffitto
- balcone in cemento armato
- balcone in putrelle e calcestruzzo
- balcone in legno
- verso di pendenza della falda inclinata
- tetto spingente
- coperture piane (terrazze e simili)
- coperture a falde inclinate
- coperture leggere (tettoie e simili)

**COLLEGAMENTI E SCALE**

- catena o tirante
- incatenamenti su orditure di copertura (squadri)
- scala in legno
- scala in laterizio
- scala in laterizio con volta in foglio
- scala in pietra (2)
- scala in cemento armato
- scala in ferro

**PARETI DI ELEVAZIONE**

- muratura in laterizio pieno a n teste L1 (16-18 cm), L2 (30-36 cm), L3 (42-52 cm), L4 (55-68 cm), L5 (72-82 cm), L6 (ca. 91 cm), L7 (ca. 106 cm), L8 (ca. 121 cm)
- pilastro in cemento armato
- architrave in cemento armato o putrelle di ferro

**DISCONTINUITA'**

- cantonale
- cantonale smussato
- apertura tamponata priva di ammassature
- raddoppio murario
- ringrosso a scarpa
- sottofinestra sottile
- "ripartitore" di legno in volta di laterizio
- discontinuità costruttiva nell'apparecchio di volta in laterizio

**DEGRADO**

- fuori piombo
- lesione su parete di elevazione
- lesione su orizzontamenti
- orditura solaio fatiscente / travi inflesse

grigi corti scoperte e spazi vuoti

gialli edifici ricostruiti o ampiamente rimaneggiati dopo il 1945

(1) Se congetturale, il solaio potrebbe essere costituito da putrelle di ferro e riempimenti.  
 (2) In alcuni casi, la tipologia delle scale con gradini di pietra è replicata con conglomerato lapideo.

COMUNE DI FAENZA  
PROVINCIA DI RAVENNA

CONVENZIONE TRA IL COMUNE DI FAENZA E  
L'UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA  
DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA (DARC)  
"PER LA REALIZZAZIONE DELLE ANALISI DI VULNERABILITA' SISMICA  
DEGLI AGGREGATI EDILIZI NEL CENTRO STORICO DI FAENZA"

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
Arch. Ennio Nonni

**FASE 2**  
**ANALISI DELL'ISOLATO CAMPIONE**

ELABORATO

tavola **02**

**PIANTA PIANO TERRA**

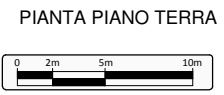
SCALA 1:200

REVISIONE	FASE
01	CONSEGNA FASE 2
02	
03	
04	

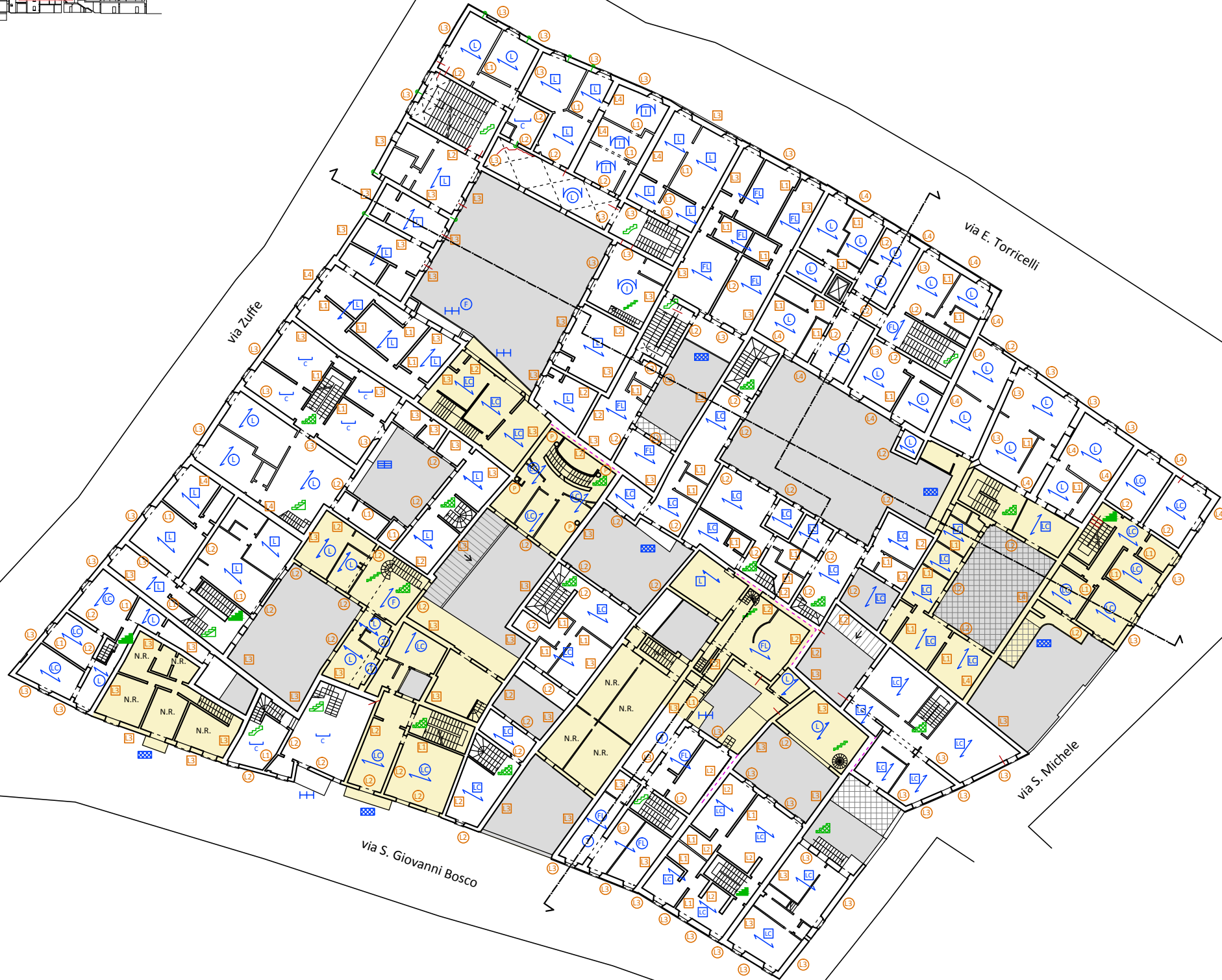
**DARC**  
Dipartimento di Architettura

RESPONSABILE SCIENTIFICO  
Arch. Caterina F. Carocci

GRUPPO DI LAVORO  
Arch. Cesare Tocci  
Arch. Maria Rosaria Vitale  
Arch. Chiara Barone  
Arch. Chiara Circo  
Arch. Pietro Copani  
Arch. Margherita Costa  
Arch. Luciano Scuderi







**RILIEVO CRITICO**

accertato □ congetturale

**ORIZZONTAMENTI**

- solai in legno
- solai in latero-cemento (1)
- solai in ferro e laterizio
- solai in ferro e laterizio (volticciole)
- solai in ferro e calcestruzzo armato
- solai in ferro (soppalco)
- trave in cemento armato
- trave-putrella di ferro
- orditura inclinata della copertura in legno
- orditura inclinata della copertura in latero-cemento
- orditura inclinata della copertura metallica
- arco
- volta in laterizio (di cottello)
- volta in laterizio (in foglio)
- volta in canne e gesso
- controsoffitto
- balcone in cemento armato
- balcone in putrelle e calcestruzzo
- balcone in legno
- verso di pendenza della falda inclinata
- tetto spingente
- coperture piane (terrazze e simili)
- coperture a falde inclinate
- coperture leggere (tettoie e simili)

**COLLEGAMENTI E SCALE**

- catena o tirante
- Incatenamenti su orditure di copertura (squadri)
- scala in legno
- scala in laterizio
- scala in laterizio con volta in foglio
- scala in pietra (2)
- scala in cemento armato
- scala in ferro

**PARETI DI ELEVAZIONE**

- muratura in laterizio pieno a n teste L1 (16-18 cm), L2 (30-36 cm), L3 (42-52 cm), L4 (55-68 cm), L5 (72-82 cm), L6 (ca. 91 cm), L7 (ca. 106 cm), L8 (ca. 121 cm)
- pilastro in cemento armato
- architrave in cemento armato o putrelle di ferro

**DISCONTINUITA'**

- cantonale
- cantonale smussato
- apertura tamponata priva di ammortature
- raddoppio murario
- ringrosso a scarpa
- sottofinestra sottile
- "ripartitore" di legno in volta di laterizio
- discontinuità costruttiva nell'apparecchio di volta in laterizio

**DEGRADO**

- fuori piombo
- lesione su parete di elevazione
- lesione su orizzontamenti
- orditura solaio fatiscente / travi inflesse

□ corti scoperte e spazi vuoti

■ edifici ricostruiti o ampliamenti rimaneggiati dopo il 1945

(1) Se congetturale, il solaio potrebbe essere costituito da putrelle di ferro e riempimenti.  
 (2) In alcuni casi, la tipologia delle scale con gradini di pietra è replicata con conglomerato lapideo.

COMUNE DI FAENZA  
 PROVINCIA DI RAVENNA

CONVENZIONE TRA IL COMUNE DI FAENZA E  
 L'UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA  
 DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA (DARC)  
 "PER LA REALIZZAZIONE DELLE ANALISI DI VULNERABILITA' SISMICA  
 DEGLI AGGREGATI EDILIZI NEL CENTRO STORICO DI FAENZA"

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
 Arch. Ennio Nonni

FASE 2  
 ANALISI DELL'ISOLATO CAMPIONE

ELABORATO  
 tavola **03**

PIANTA PIANO PRIMO

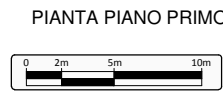
SCALA 1:200

REVISIONE	FASE
01	CONSEGNA FASE 2
02	
03	
04	

**DARC**  
 Dipartimento di  
 Architettura

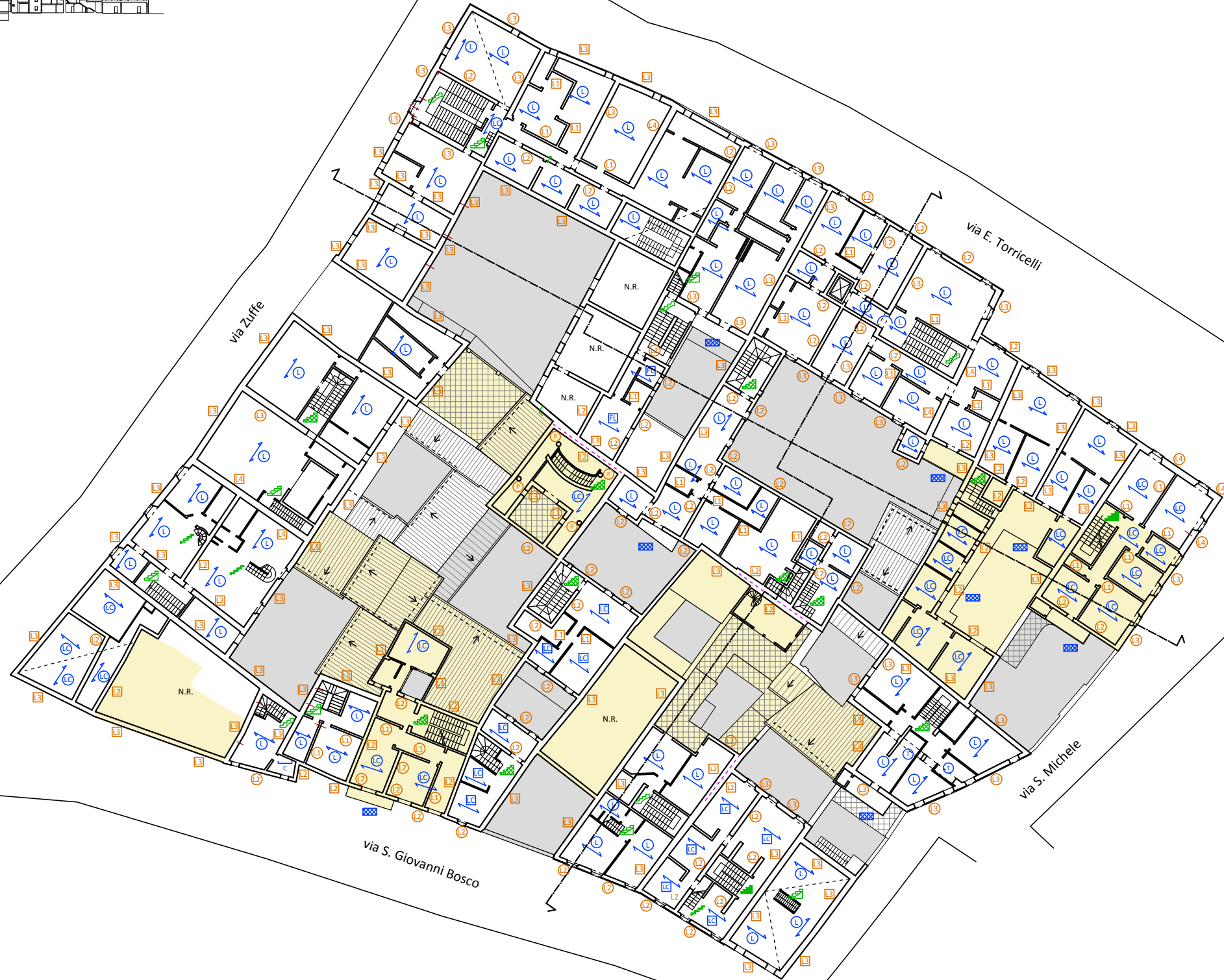
RESPONSABILE  
 SCIENTIFICO  
 Arch. Caterina F. Carocci

GRUPPO DI LAVORO  
 Arch. Cesare Tocci  
 Arch. Maria Rosaria Vitale  
 Arch. Chiara Barone  
 Arch. Chiara Circo  
 Arch. Pietro Copani  
 Arch. Margherita Costa  
 Arch. Luciano Scuderi









**RILIEVO CRITICO**

accertato □ congetturale

**ORIZZONTAMENTI**

- solai in legno
- solai in latero-cemento (1)
- solai in ferro e laterizio
- solai in ferro e laterizio (volticciole)
- solai in ferro e calcestruzzo armato
- solai in ferro (soppalco)
- trave in cemento armato
- trave-putrella di ferro
- orditura inclinata della copertura in legno
- orditura inclinata della copertura in latero-cemento
- orditura inclinata della copertura metallica
- arco
- volta in laterizio (di cottello)
- volta in laterizio (in foglio)
- volta in canne e gesso
- controsoffitto
- balcone in cemento armato
- balcone in putrelle e calcestruzzo
- balcone in legno
- verso di pendenza della falda inclinata
- tetto spingente
- coperture piane (terrazze e simili)
- coperture a falde inclinate
- coperture leggere (tettoie e simili)

**COLLEGAMENTI E SCALE**

- catena o tirante
- Incatenamenti su orditure di copertura (squadri)
- scala in legno
- scala in laterizio
- scala in laterizio con volta in foglio
- scala in pietra (2)
- scala in cemento armato
- scala in ferro

**PARETI DI ELEVAZIONE**

- muratura in laterizio pieno a n teste L1 (16-18 cm), L2 (30-36 cm), L3 (42-52 cm), L4 (55-68 cm), L5 (72-82 cm), L6 (ca. 91 cm), L7 (ca. 106 cm), L8 (ca. 121 cm)
- pilastro in cemento armato
- architrave in cemento armato o putrelle di ferro

**DISCONTINUITA'**

- cantonale
- cantonale smussato
- apertura tamponata priva di ammortatore
- raddoppio murario
- ringrosso a scarpa
- sottofinestra sottile
- "ripartitore" di legno in volta di laterizio
- discontinuità costruttiva nell'apparecchio di volta in laterizio

**DEGRADO**

- fuori piombo
- lesione su parete di elevazione
- lesione su orizzontamenti
- orditura solaio fatiscente / travi inflesse

□ corti scoperte e spazi vuoti

■ edifici ricostruiti o ampliamenti rimaneggiati dopo il 1945

(1) Se congetturale, il solaio potrebbe essere costituito da putrelle di ferro e riempimenti.  
 (2) In alcuni casi, la tipologia delle scale con gradini di pietra è replicata con conglomerato lapideo.

COMUNE DI FAENZA  
 PROVINCIA DI RAVENNA

CONVENZIONE TRA IL COMUNE DI FAENZA E  
 L'UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA  
 DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA (DARC)  
 "PER LA REALIZZAZIONE DELLE ANALISI DI VULNERABILITA' SISMICA  
 DEGLI AGGREGATI EDILIZI NEL CENTRO STORICO DI FAENZA"

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
 Arch. Ennio Nonni

**FASE 2**  
**ANALISI DELL'ISOLATO CAMPIONE**

ELABORATO

tavola **04**

**PIANTA PIANO SECONDO**

SCALA 1:200

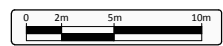
REVISIONE	FASE
01	CONSEGNA FASE 2
02	
03	
04	

**DARC**  
 Dipartimento di Architettura

RESPONSABILE SCIENTIFICO  
 Arch. Caterina F. Carocci

GRUPPO DI LAVORO  
 Arch. Cesare Tocci  
 Arch. Maria Rosaria Vitale  
 Arch. Chiara Barone  
 Arch. Chiara Circo  
 Arch. Pietro Copani  
 Arch. Margherita Costa  
 Arch. Luciano Scuderi

PIANTA PIANO SECONDO







**RILIEVO CRITICO**

accertato □ congetturale

**ORIZZONTAMENTI**

- solai in legno
- solai in latero-cemento (1)
- solai in ferro e laterizio
- solai in ferro e laterizio (volticciole)
- solai in ferro e calcestruzzo armato
- solai in ferro (soppalco)
- trave in cemento armato
- trave-putrella di ferro
- orditura inclinata della copertura in legno
- orditura inclinata della copertura in latero-cemento
- orditura inclinata della copertura metallica
- arco
- volta in laterizio (di cottello)
- volta in laterizio (in foglio)
- volta in canne e gesso
- controsoffitto
- balcone in cemento armato
- balcone in putrelle e calcestruzzo
- balcone in legno
- verso di pendenza della falda inclinata
- tetto spingente
- coperture piane (terrazze e simili)
- coperture a falde inclinate
- coperture leggere (tettoie e simili)

**COLLEGAMENTI E SCALE**

- catena o tirante
- incatenamenti su orditure di copertura (squadri)
- scala in legno
- scala in laterizio
- scala in laterizio con volta in foglio
- scala in pietra (2)
- scala in cemento armato
- scala in ferro

**PARETI DI ELEVAZIONE**

- muratura in laterizio pieno a n teste L1 (16-18 cm), L2 (30-36 cm), L3 (42-52 cm), L4 (55-68 cm), L5 (72-82 cm), L6 (ca. 91 cm), L7 (ca. 106 cm), L8 (ca. 121 cm)
- pilastro in cemento armato
- architrave in cemento armato o putrelle di ferro

**DISCONTINUITA'**

- cantonale
- cantonale smussato
- apertura tamponata priva di ammassature
- raddoppio murario
- ringrosso a scarpa
- sottofinestra sottile
- "ripartitore" di legno in volta di laterizio
- discontinuità costruttiva nell'apparecchio di volta in laterizio

**DEGRADO**

- fuori piombo
- lesione su parete di elevazione
- lesione su orizzontamenti
- orditura solaio fatiscente / travi inflesse

□ corti scoperte e spazi vuoti

■ edifici ricostruiti o ampliamenti rimaneggiati dopo il 1945

(1) Se congetturale, il solaio potrebbe essere costituito da putrelle di ferro e riempimenti.  
 (2) In alcuni casi, la tipologia delle scale con gradini di pietra è replicata con conglomerato lapideo.

COMUNE DI FAENZA  
PROVINCIA DI RAVENNA

CONVENZIONE TRA IL COMUNE DI FAENZA E  
L'UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA  
DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA (DARC)  
"PER LA REALIZZAZIONE DELLE ANALISI DI VULNERABILITA' SISMICA  
DEGLI AGGREGATI EDILIZI NEL CENTRO STORICO DI FAENZA"

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
Arch. Ennio Nonni

**FASE 2**  
**ANALISI DELL'ISOLATO CAMPIONE**

ELABORATO

tavola **05**

**PIANTA PIANO TERZO**

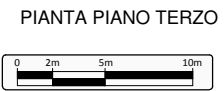
SCALA 1:200

REVISIONE	FASE
01	CONSEGNA FASE 2
02	
03	
04	

**DARC**  
Dipartimento di Architettura

RESPONSABILE SCIENTIFICO  
Arch. Caterina F. Carocci

GRUPPO DI LAVORO  
Arch. Cesare Tocci  
Arch. Maria Rosaria Vitale  
Arch. Chiara Barone  
Arch. Chiara Circo  
Arch. Pietro Copani  
Arch. Margherita Costa  
Arch. Luciano Scuderi







**RILIEVO CRITICO**

accertato □ congetturale □

**ORIZZONTAMENTI**

- solai in legno
- solai in latero-cemento (1)
- solai in ferro e laterizio
- solai in ferro e laterizio (volticciole)
- solai in ferro e calcestruzzo armato
- solai in ferro (soppalco)
- trave in cemento armato
- trave-putrella di ferro
- orditura inclinata della copertura in legno
- orditura inclinata della copertura in latero-cemento
- orditura inclinata della copertura metallica
- arco
- volta in laterizio (di cottello)
- volta in laterizio (in foglio)
- volta in canne e gesso
- controsoffitto
- balcone in cemento armato
- balcone in putrelle e calcestruzzo
- balcone in legno
- verso di pendenza della falda inclinata
- tetto spingente
- coperture piane (terrazze e simili)
- coperture a falde inclinate
- coperture leggere (tettoie e simili)

**COLLEGAMENTI E SCALE**

- catena o tirante
- incatenamenti su orditure di copertura (squadri)
- scala in legno
- scala in laterizio
- scala in laterizio con volta in foglio
- scala in pietra (2)
- scala in cemento armato
- scala in ferro

**PARETI DI ELEVAZIONE**

- muratura in laterizio pieno a n teste L1 (16-18 cm), L2 (30-36 cm), L3 (42-52 cm), L4 (55-68 cm), L5 (72-82 cm), L6 (ca. 91 cm), L7 (ca. 106 cm), L8 (ca. 121 cm)
- pilastro in cemento armato
- architrave in cemento armato o putrelle di ferro

**DISCONTINUITA'**

- cantonale
- cantonale smussato
- apertura tamponata priva di ammassature
- raddoppio murario
- ringrosso a scarpa
- sottofinestra sottile
- "ripartitore" di legno in volta di laterizio
- discontinuità costruttiva nell'apparecchio di volta in laterizio

**DEGRADO**

- fuori piombo
- lesione su parete di elevazione
- lesione su orizzontamenti
- orditura solaio fatiscente / travi inflesse

□ corti scoperte e spazi vuoti

■ edifici ricostruiti o ampliamenti rimaneggiati dopo il 1945

(1) Se congetturale, il solaio potrebbe essere costituito da putrelle di ferro e riempimenti.  
 (2) In alcuni casi, la tipologia delle scale con gradini di pietra è replicata con conglomerato lapideo.

COMUNE DI FAENZA  
 PROVINCIA DI RAVENNA

CONVENZIONE TRA IL COMUNE DI FAENZA E  
 L'UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA  
 DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA (DARC)  
 "PER LA REALIZZAZIONE DELLE ANALISI DI VULNERABILITA' SISMICA  
 DEGLI AGGREGATI EDILIZI NEL CENTRO STORICO DI FAENZA"

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
 Arch. Ennio Nonni

**FASE 2**  
**ANALISI DELL'ISOLATO CAMPIONE**

ELABORATO

tavola **06**

**PIANTA COPERTURE**

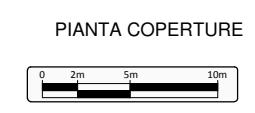
SCALA 1:200

REVISIONE	FASE
01	CONSEGNA FASE 2
02	
03	
04	

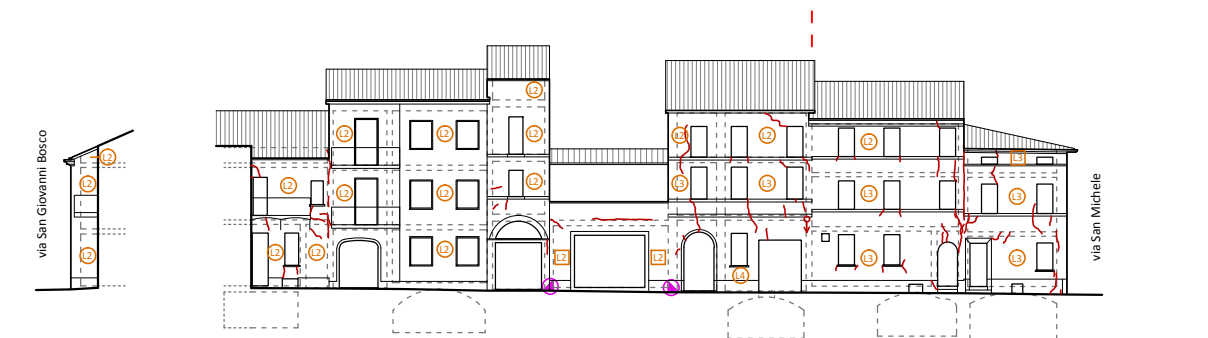
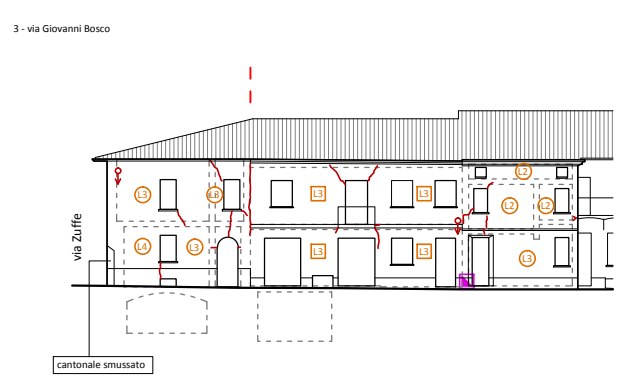
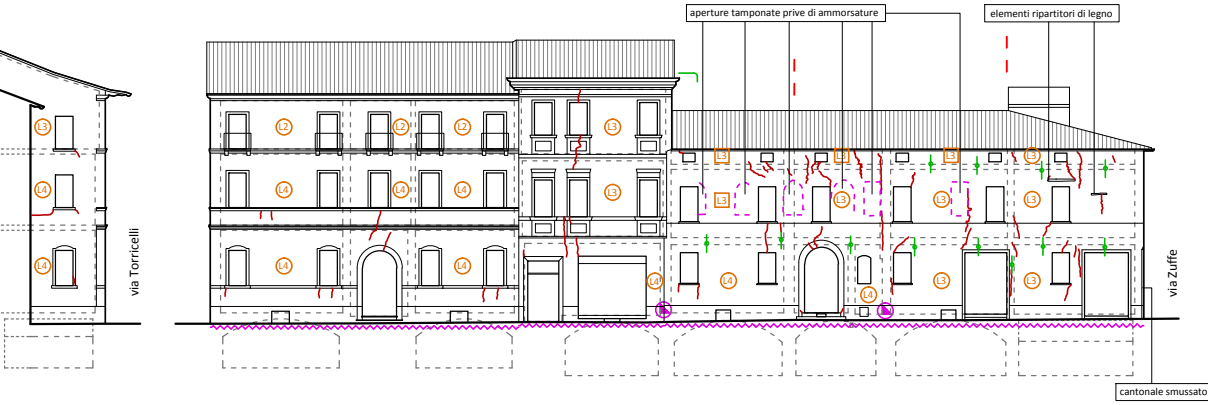
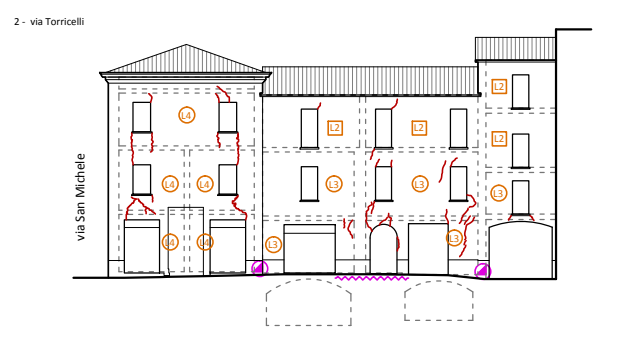
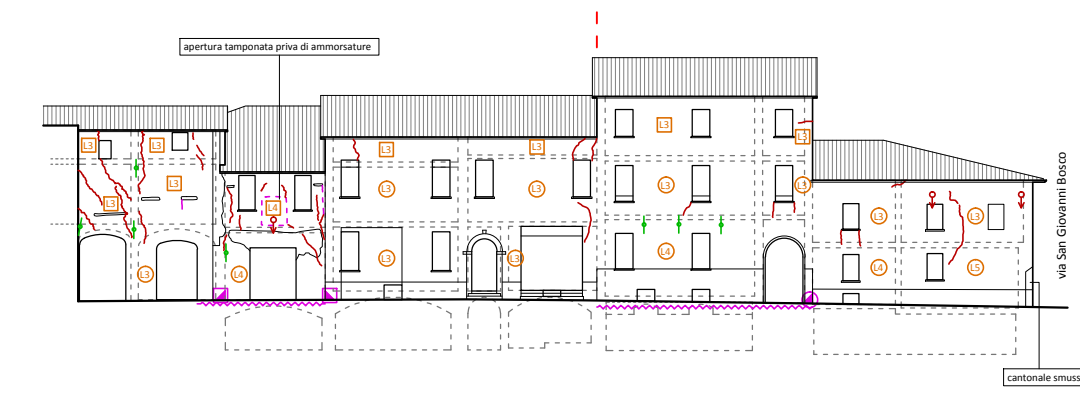
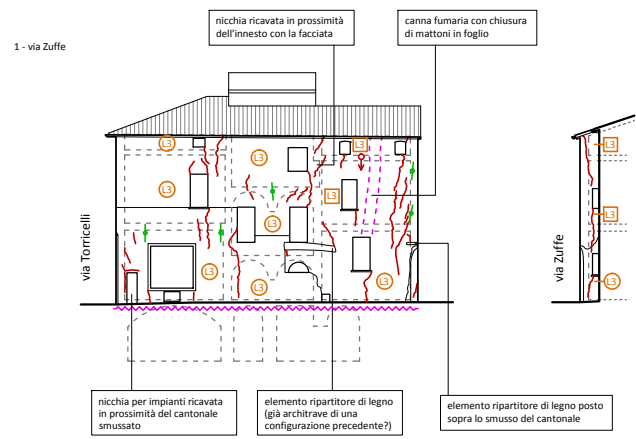
**DARC**  
 Dipartimento di  
 Architettura

RESPONSABILE  
 SCIENTIFICO  
 Arch. Caterina F. Carocci

GRUPPO DI LAVORO  
 Arch. Cesare Tocci  
 Arch. Maria Rosaria Vitale  
 Arch. Chiara Barone  
 Arch. Chiara Circo  
 Arch. Pietro Copani  
 Arch. Margherita Costa  
 Arch. Luciano Scuderi







**RILIEVO CRITICO**

**COLLEGAMENTI**

PIANTA PROSP. catena o tirante

PIANTA PROSP. incatenamenti su orditure di copertura (squadri)

**PARETI DI ELEVAZIONE**

PIANTA/PROSP. muratura in laterizio pieno a n teste  
L1 (16-18 cm), L2 (30-36 cm)  
L3 (42-52 cm), L4 (55-68 cm)

PIANTA/PROSP. muratura in laterizio e ciottoli

**DISCONTINUITA'**

PIANTA PROSP. cantonale

PIANTA PROSP. cantonale smussato

PIANTA PROSP. apertura tamponata priva di ammassature

PIANTA PROSP. pareti con ammassature "parziali"

PIANTA PROSP. raddoppio murario

PIANTA PROSP. ringrosso a scarpa

PIANTA PROSP. rastremazione del sottofinestra

PIANTA PROSP. arco di sbatocchio

**DISSESTI**

PIANTA PROSP. fuori piombo

PIANTA PROSP. lesione su pareti di elevazione

PIANTA PROSP. lesione su orizzontamenti

PIANTA PROSP. orditura solaio fatiscente / travi inflesse

**VULNERABILITA' E RESISTENZE**

**VULNERABILITA' EDILIZIA**

snellezza verticale

snellezza orizzontale

tessitura del solaio parallela al muro di facciata

tessitura del solaio ortogonale al muro di facciata

rastremazione dei muri

copertura spingente

paradosso spingente

aperture allargate

aperture prossime alla cimasa

**VULNERABILITA' DA INTERAZIONE**

sopraelevazioni non integrate e strutture svettanti

pareti svettanti

solai disallineati

orizzontamenti (laterocemento)

discontinuita' verticali

zona di contatto tra edifici ricostruiti e tradizionali

accertato congetturale

COMUNE DI FAENZA  
PROVINCIA DI RAVENNA

CONVENZIONE TRA IL COMUNE DI FAENZA E L'UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA  
DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA (DARC)  
"PER LA REALIZZAZIONE DELLE ANALISI DI VULNERABILITA' SISMICA DEGLI AGGREGATI EDILIZI NEL CENTRO STORICO DI FAENZA"

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
Arch. Ennio Nonni

**FASE 2**

ANALISI DELL' ISOLATO CAMPIONE

ELABORATO

**tavola 07**  
Rilievo critico dei prospetti

SCALA 1:200

REVISIONE	FASE
01	10/06/2012 CONSEGNA FASE 2
02	
03	
04	

RESPONSABILE SCIENTIFICO  
Arch. Caterina F. Carocci

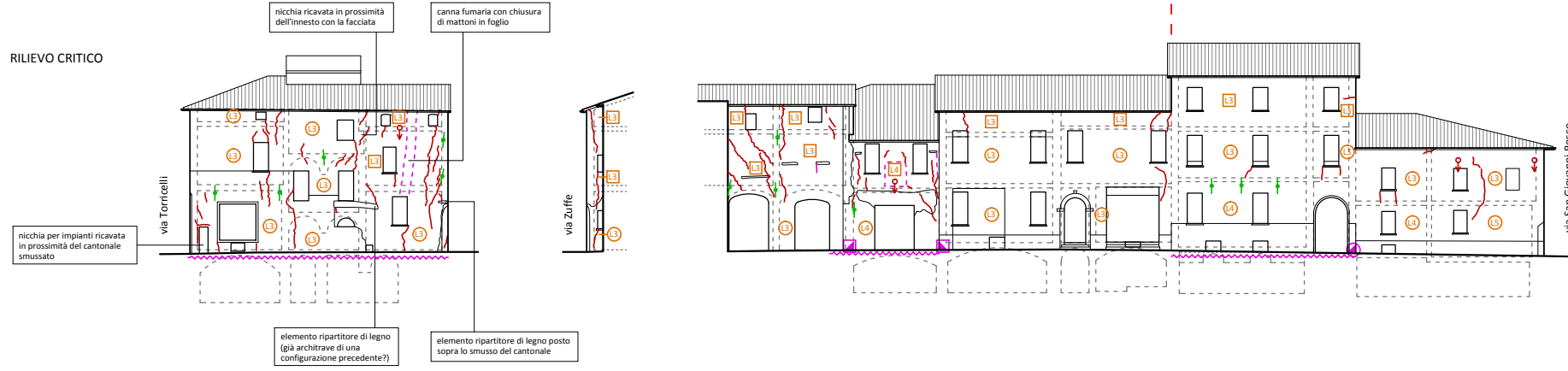
GRUPPO DI LAVORO  
Arch. Cesare Tocci  
Arch. Maria Rosaria Vitale  
Arch. Zaira Barone  
Arch. Chiara Circo  
Arch. Pietro Copani  
Arch. Margherita Costa  
Arch. Luciano Scuderi

0 2m 5m 10m

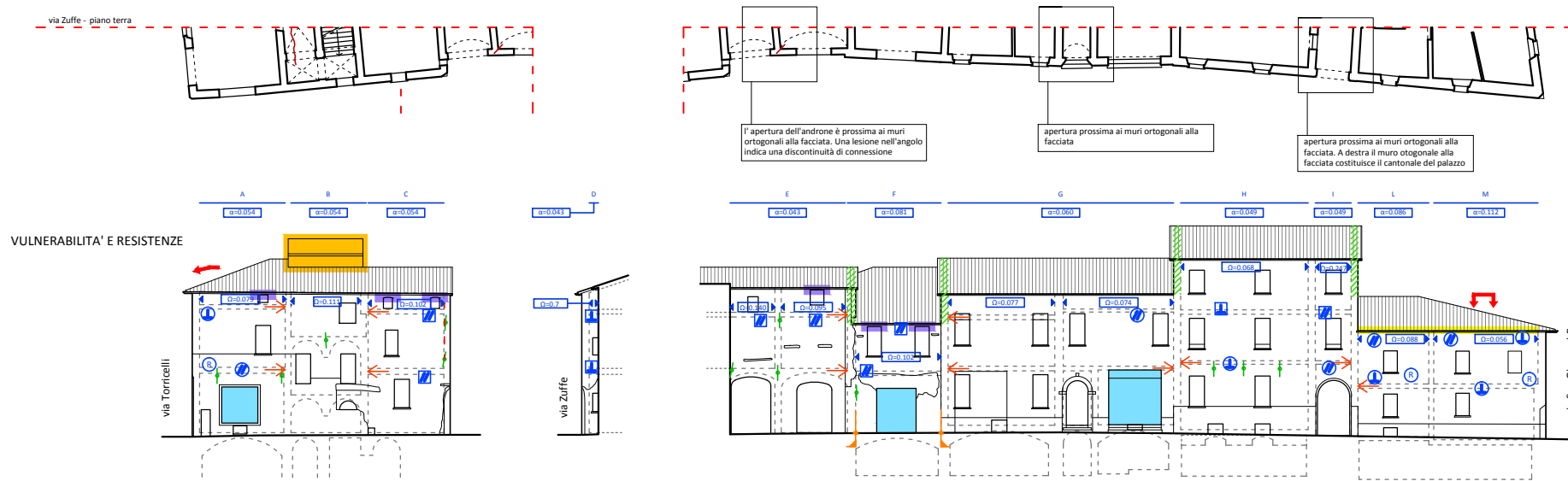




**RILIEVO CRITICO**

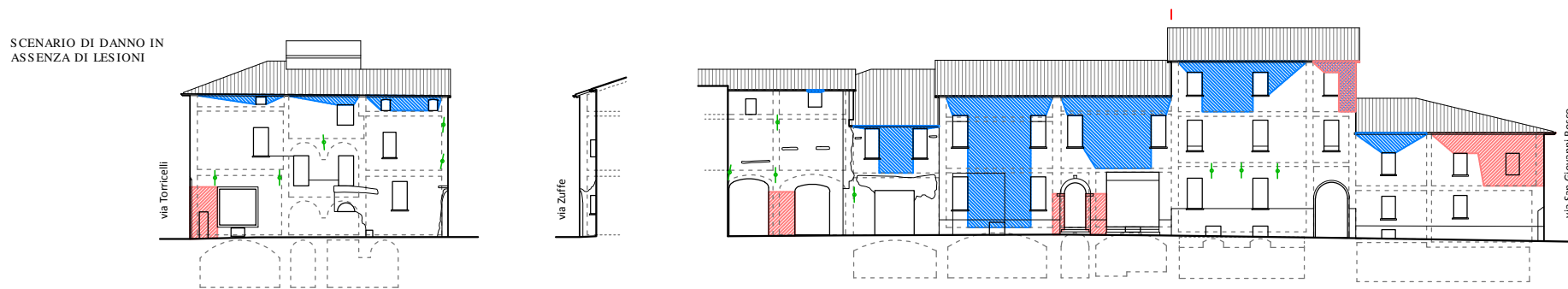


**VULNERABILITA' E RESISTENZE**

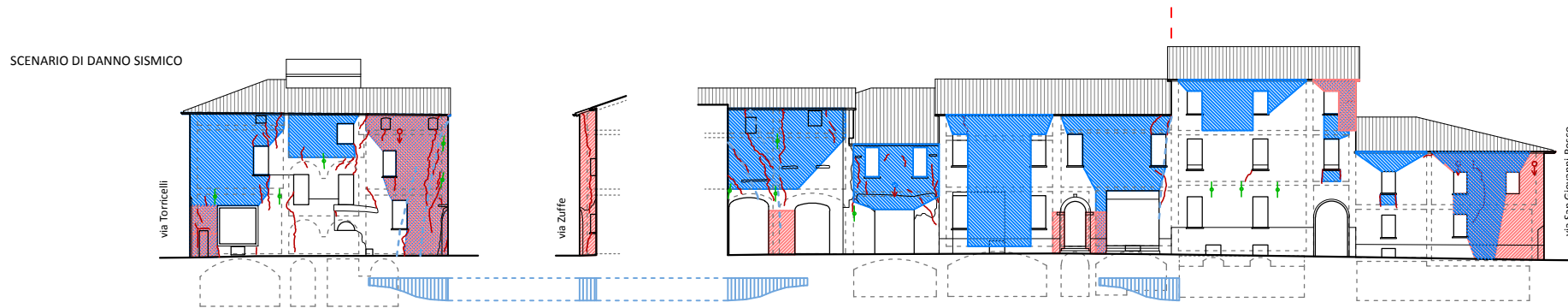


0.46 (5.77)	0.52 (4.66)	0.52 (5.06)	Spessore P.S. (larghezza ultimo piano)	0.42 (0.60)	Spessore P.S. (larghezza ultimo piano)	0.42 (2.99)	0.42 (4.42)	0.55 (7.11)	0.55 (7.35)	0.58 (8.52)	0.58 (2.34)	0.42 (4.72)	0.42 (7.50)	Spessore P.P. (larghezza ultimo piano)
0.46	0.52	0.52	Spessore P.P.	0.42	Spessore P.P.	0.42	0.42	0.59 (5.73)	0.55	0.55	0.58	0.42	0.80	Spessore P.T.
0.52	0.52	0.52	Spessore P.T.	0.42	Spessore P.T.	0.42	0.42	0.59	0.55	0.55	0.58	0.60	0.80	Spessore P.T.

**SCENARIO DI DANNO IN ASSENZA DI LESIONI**



**SCENARIO DI DANNO SISMICO**



**RILIEVO CRITICO**

**COLLEGAMENTI**

PIANTA/PROSP. catena o tirante  
 Pianta/Prosp. incatenamenti su orditure di copertura (squadri)

**PARETI DI ELEVAZIONE**

PIANTA/PROSP. muratura in laterizio pieno a n teste  
 L1 (16-18 cm), L2 (30-36 cm)  
 L3 (42-52 cm), L4 (55-68 cm)  
 L5 muratura in laterizio e ciottoli

**DISCONTINUITA'**

PIANTA/PROSP. cantonale  
 cantonale smussato  
 apertura tamponata priva di ammassature  
 pareti con ammassature "parziali"

PIANTA/PROSP. raddoppio murario  
 ringrosso a scarpa  
 rastremazione del sottofinestra  
 arco di sbatacchio

**DISSESTI**

PIANTA/PROSP. fuori piombo  
 lesione su pareti di elevazione

PIANTA/PROSP. lesione su orizzontamenti  
 orditura solaio fatiscente / travi inflesse

**VULNERABILITA' E RESISTENZE**

**VULNERABILITA' EDILIZIA**

snellezza verticale (spessore della parete al piano terra / altezza totale della parete)  
 snellezza orizzontale (spessore della parete al piano terra / luce ultimo piano)  
 tessitura del solaio parallela al muro di facciata  
 tessitura del solaio ortogonale al muro di facciata  
 rastremazione dei muri

copertura spingente  
 paradosso spingente  
 aperture allargate  
 aperture prossime alla cimasa

**VULNERABILITA' DA INTERAZIONE**

sopraelevazioni non integrate e strutture svettanti  
 pareti svettanti  
 solai disallineati

orizzontamenti (laterocemento)  
 discontinuità verticali  
 zona di contatto tra edifici ricostruiti e tradizionali

**SCENARIO DI DANNO**

porzione di facciata interessata dal cedimento differenziale  
 porzione di facciata interessata dal meccanismo fuori piano  
 porzione di facciata interessata dal meccanismo nel piano  
 porzione di facciata interessata dalla sovrapposizione dei due tipi di meccanismo

cedimento differenziale

COMUNE DI FAENZA  
 PROVINCIA DI RAVENNA

CONVENZIONE TRA IL COMUNE DI FAENZA E L'UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA (DARC) "PER LA REALIZZAZIONE DELLE ANALISI DI VULNERABILITA' SISMICA DEGLI AGGREGATI EDILIZI NEL CENTRO STORICO DI FAENZA"

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
 Arch. Ennio Nonni

**FASE 2**  
 ANALISI DELL' ISOLATO CAMPIONE

ELABORATO

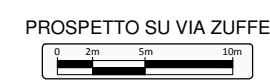
**tavola 08**  
 Prospetto via Zuffe:  
 rilievo critico  
 vulnerabilità e resistenze  
 scenario di danno in assenza di lesioni  
 scenario di danno sismico

SCALA 1:200

REVISIONE	FASE
01	10/06/2012 CONSEGNA FASE 2
02	
03	
04	

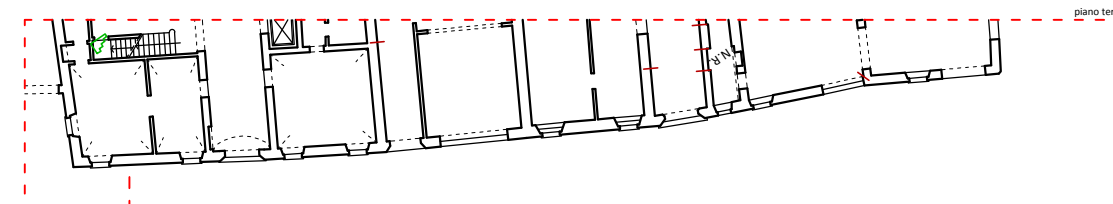
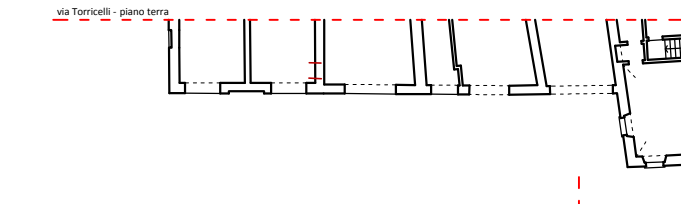
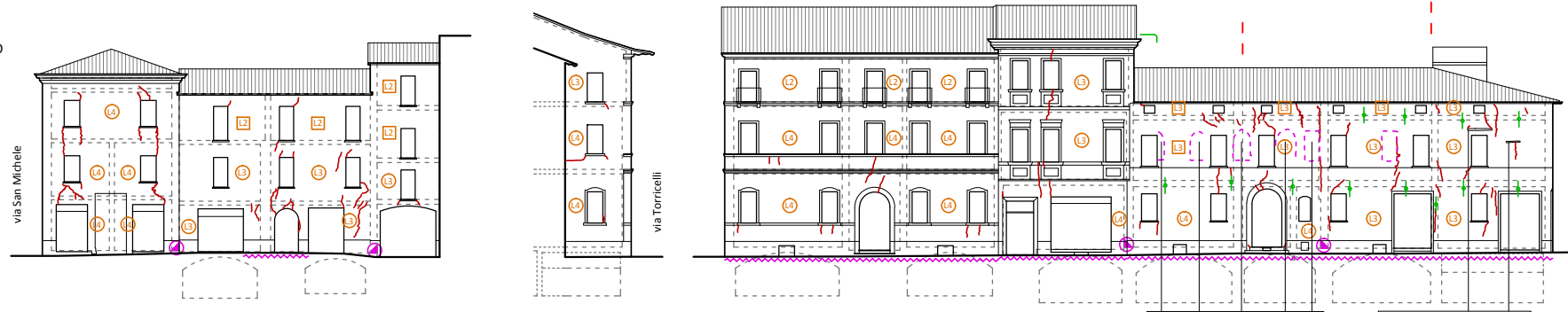
RESPONSABILE SCIENTIFICO  
 Arch. Caterina F. Carocci

GRUPPO DI LAVORO  
 Arch. Cesare Tocci  
 Arch. Maria Rosaria Vitale  
 Arch. Zaira Barone  
 Arch. Chiara Circo  
 Arch. Pietro Copani  
 Arch. Margherita Costa  
 Arch. Luciano Scuderi

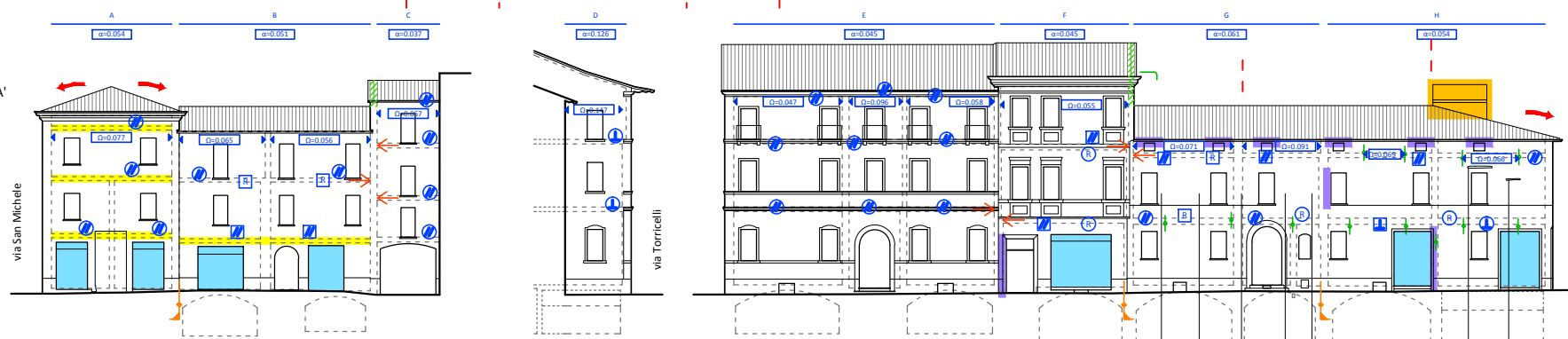




RILIEVO CRITICO

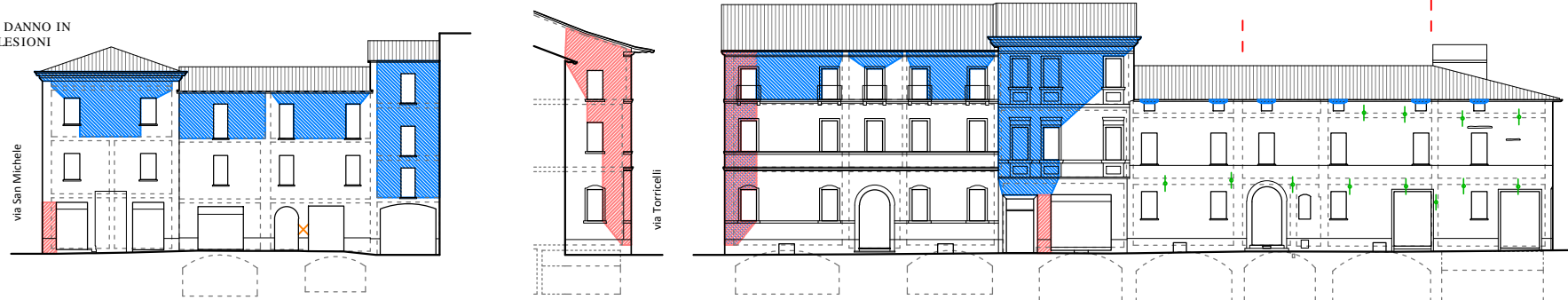


VULNERABILITA' E RESISTENZE

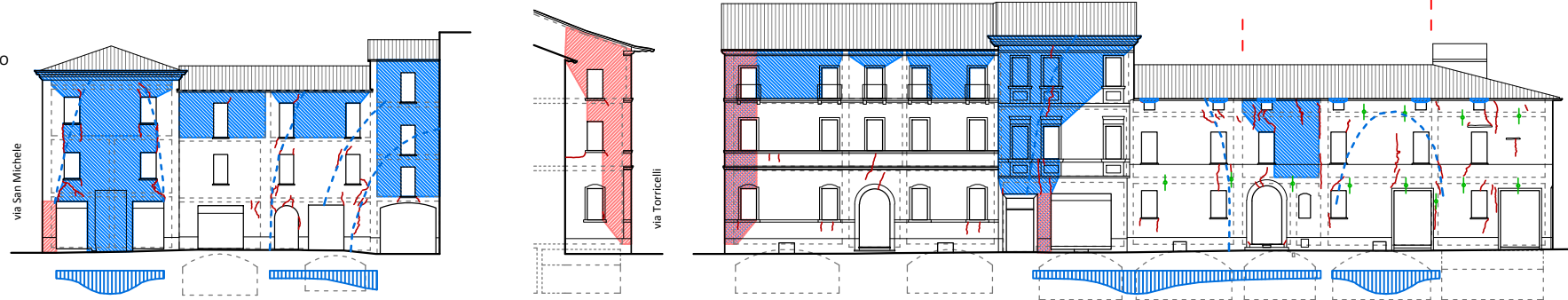


via Torricelli					via Zuffe									
0.60	0.36	0.36	0.27	0.27	0.33	0.33	0.33	0.45	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	
(7.72)	(5.53)	(6.40)	(4.00)	(4.00)	(3.92)	(3.43)	(5.63)	(8.04)	(6.42)	(5.01)	(6.66)	(6.88)	(6.88)	
Spessore P.T. (larghezza ultimo piano)					Spessore P.S. (larghezza ultimo piano)					Spessore P.S. (larghezza ultimo piano)				
Spessore P.S. (larghezza ultimo piano)					Spessore P.P.					Spessore P.P.				
Spessore P.T.					Spessore P.T.					Spessore P.T.				

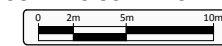
SCENARIO DI DANNO IN ASSENZA DI LESIONI



SCENARIO DI DANNO SISMICO



PROSPETTO SU VIA TORRICELLI



**RILIEVO CRITICO**

**COLLEGAMENTI**

PIANTA PROSP. catena o tirante

PIANTA PROSP. incatenamenti su orditure di copertura (squadri)

**PARETI DI ELEVAZIONE**

PIANTA/PROSP. muratura in laterizio pieno a n teste  
 L1 (16-18 cm), L2 (30-36 cm)  
 L3 (42-52 cm), L4 (55-68 cm)  
 L5 muratura in laterizio e ciottoli

PIANTA PROSP. pilastro in cemento armato

PIANTA PROSP. architrave in cemento armato o putrelle di ferro

**DISCONTINUITA'**

PIANTA PROSP. cantonale

PIANTA PROSP. cantonale smussato

PIANTA PROSP. apertura tamponata priva di ammassature

PIANTA PROSP. pareti con ammassature "parziali"

PIANTA PROSP. raddoppio murario

PIANTA PROSP. ringrosso a scarpa

PIANTA PROSP. rastremazione del sottofinestra

PIANTA PROSP. arco di sbatacchio

**DISSESTI**

PIANTA PROSP. fuori piombo

PIANTA PROSP. lesione su pareti di elevazione

PIANTA PROSP. lesione su orizzontamenti

PIANTA PROSP. orditura solaio fatiscente / travi inflesse

**VULNERABILITA' E RESISTENZE**

**VULNERABILITA' EDILIZIA**

snellezza verticale (spessore della parete al piano terra / altezza totale della parete)

snellezza orizzontale (spessore della parete al piano terra / luce ultimo piano)

tessitura del solaio parallela al muro di facciata

tessitura del solaio ortogonale al muro di facciata

rastremazione dei muri

copertura spingente

paradosso spingente

aperture allargate

aperture prossime alla cimasa

**VULNERABILITA' DA INTERAZIONE**

sopraelevazioni non integrate e strutture svettanti

pareti svettanti

solai disallineati

orizzontamenti (laterocemento)

discontinuita' verticali

zona di contatto tra edifici ricostruiti e tradizionali

**SCENARIO DI DANNO**

porzione di facciata interessata dal cedimento differenziale

porzione di facciata interessata dal meccanismo fuori piano

porzione di facciata interessata dal meccanismo nel piano

porzione di facciata interessata dalla sovrapposizione dei due tipi di meccanismo

cedimento differenziale

COMUNE DI FAENZA  
PROVINCIA DI RAVENNA

CONVENZIONE TRA IL COMUNE DI FAENZA E L'UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA (DARC) "PER LA REALIZZAZIONE DELLE ANALISI DI VULNERABILITA' SISMICA DEGLI AGGREGATI EDILIZI NEL CENTRO STORICO DI FAENZA"

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
Arch. Ennio Nonni

FASE 2  
ANALISI DELL' ISOLATO CAMPIONE

ELABORATO

**tavola 09**  
 Prospetto via Torricelli:  
 rilievo critico  
 vulnerabilità e resistenze  
 scenario di danno in assenza di lesioni  
 scenario di danno sismico

SCALA 1:200

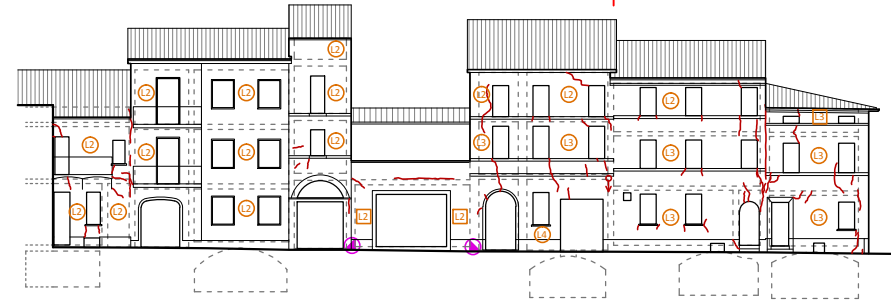
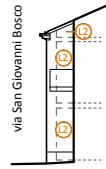
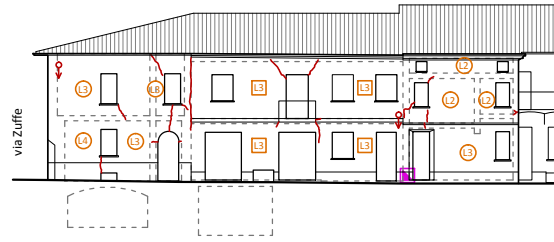
REVISIONE	FASE
01	10/06/2012 CONSEGNA FASE 2
02	
03	
04	

RESPONSABILE SCIENTIFICO  
Arch. Caterina F. Carocci

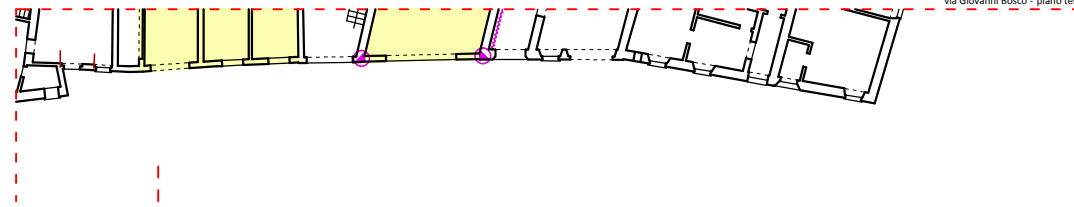
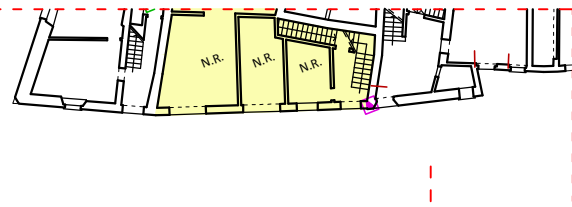
GRUPPO DI LAVORO  
 Arch. Cesare Tocci  
 Arch. Maria Rosaria Vitale  
 Arch. Zaira Barone  
 Arch. Chiara Circo  
 Arch. Pietro Copani  
 Arch. Margherita Costa  
 Arch. Luciano Scuderi



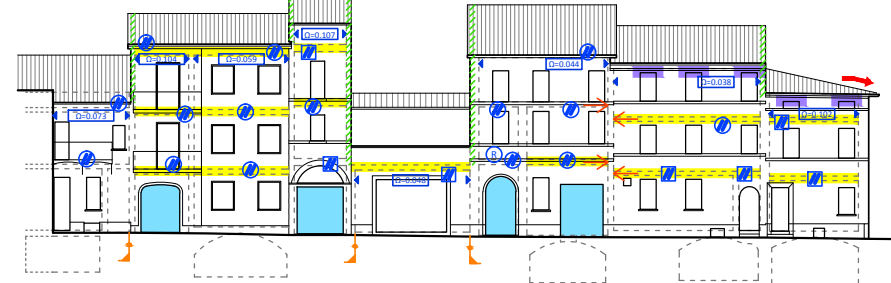
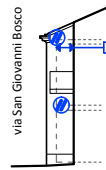
RILIEVO CRITICO



via Giovanni Bosco - piano terra



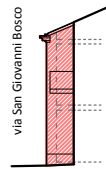
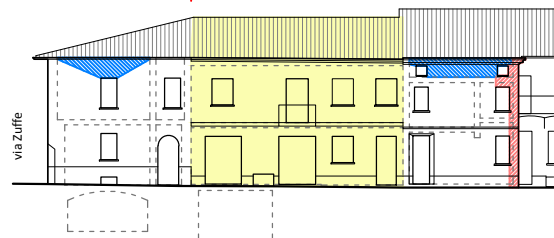
VULNERABILITA' E RESISTENZE



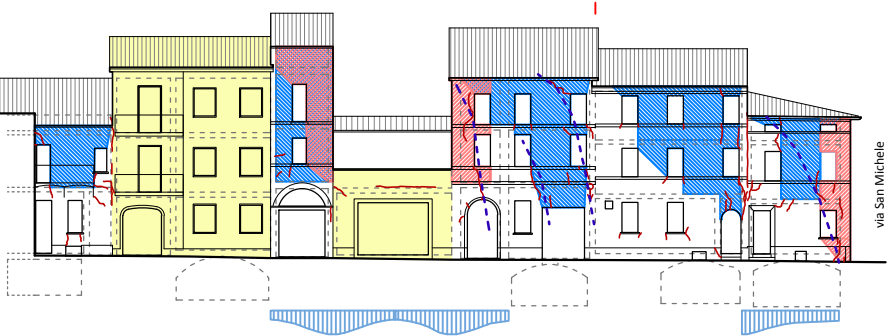
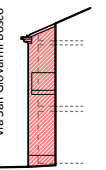
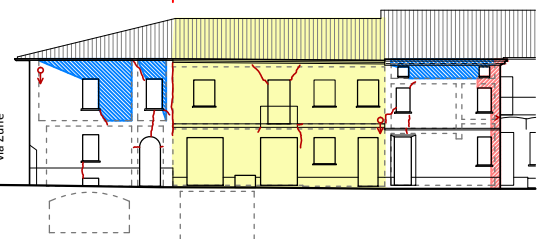
0.42 (5.27)	0.42 (1.45)	0.46 (5.91)	Spessore P.S. (larghezza ultimo piano)
0.42	0.44	0.46	Spessore P.P.
0.48 - 0.60	0.42	0.54	Spessore P.T.

0.32 (6.88)	0.32 (3.05)	0.32 (5.39)	0.32 (2.97)	Spessore P.S. (larghezza ultimo piano)
0.32	0.32	0.32	0.32	Spessore P.P.
0.32	0.32	0.32	0.32	Spessore P.T. (larghezza ultimo piano)
0.50	0.50	0.52	0.52	Spessore P.P.
0.32	0.32	0.32	0.32	Spessore P.T. (larghezza ultimo piano)
0.57	0.57	0.53	0.53	Spessore P.T. (larghezza ultimo piano)

SCENARIO DI DANNO IN ASSENZA DI LESIONI



SCENARIO DI DANNO SISMICO



PROSPETTO SU  
VIA S. GIOVANNI BOSCO

RILIEVO CRITICO

COLLEGAMENTI

PIANTA PROSP. catena o tirante

PIANTA PROSP. incatenamenti su orditure di copertura (squadri)

PARETI DI ELEVAZIONE

PIANTA/PROSP. muratura in laterizio pieno a n teste  
L1 (16-18 cm), L2 (30-36 cm)  
L3 (42-52 cm), L4 (55-68 cm)  
L5 muratura in laterizio e ciottoli

PIANTA/PROSP. pilastro in cemento armato  
architrave in cemento armato o putrelle di ferro

DISCONTINUITA'

PIANTA PROSP. cantonale  
cantonale smussato  
apertura tamponata  
priva di ammassature  
pareti con ammassature "parziali"

PIANTA PROSP. raddoppio murario  
ringrosso a scarpa  
rastremazione del sottofinestra  
arco di sbatacchio

DISSESTI

PIANTA PROSP. fuori piombo  
lesione su pareti di elevazione

PIANTA PROSP. lesione su orizzontamenti  
orditura solaio fatiscente / travi inflesse

VULNERABILITA' E RESISTENZE

VULNERABILITA' EDILIZIA

snellezza verticale (spessore della parete al piano terra / altezza totale della parete)  
snellezza orizzontale (spessore della parete al piano terra / luce ultimo piano)  
tessitura del solaio parallela al muro di facciata  
tessitura del solaio ortogonale al muro di facciata  
rastremazione dei muri

copertura spingente  
paradosso spingente  
aperture allargate  
aperture prossime alla cimasa

VULNERABILITA' DA INTERAZIONE

sopraelevazioni non integrate e strutture svettanti  
pareti svettanti  
solai disallineati

orizzontamenti (laterocemento)  
discontinuita' verticali  
zona di contatto tra edifici ricostruiti e tradizionali

SCENARIO DI DANNO

porzione di facciata interessata dal cedimento differenziale  
porzione di facciata interessata dal meccanismo fuori piano  
porzione di facciata interessata dal meccanismo nel piano  
porzione di facciata interessata dalla sovrapposizione dei due tipi di meccanismo

cedimento differenziale

COMUNE DI FAENZA  
PROVINCIA DI RAVENNA

CONVENZIONE TRA IL COMUNE DI FAENZA E  
L'UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA  
DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA (DARC)  
"PER LA REALIZZAZIONE DELLE ANALISI DI VULNERABILITA' SISMICA  
DEGLI AGGREGATI EDILIZI NEL CENTRO STORICO DI FAENZA"

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
Arch. Ennio Nonni

FASE 2

ANALISI DELL' ISOLATO CAMPIONE

tavola 10

Prospetto via San Giovanni Bosco:  
rilievo critico  
vulnerabilità e resistenze  
scenario di danno in assenza di lesioni  
scenario di danno sismico

SCALA 1:200

REVISIONE	FASE
01	10/06/2012 CONSEGNA FASE 2
02	
03	
04	

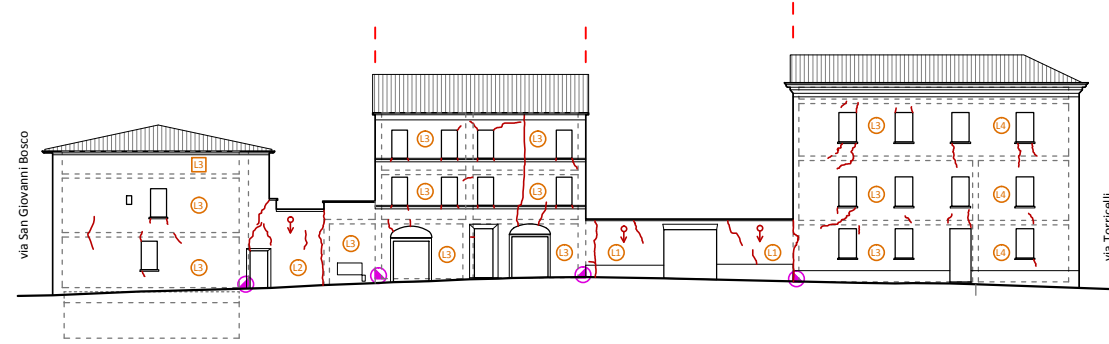
DARC  
Dipartimento di  
Architettura

RESPONSABILE  
SCIENTIFICO  
Arch. Caterina F. Carocci

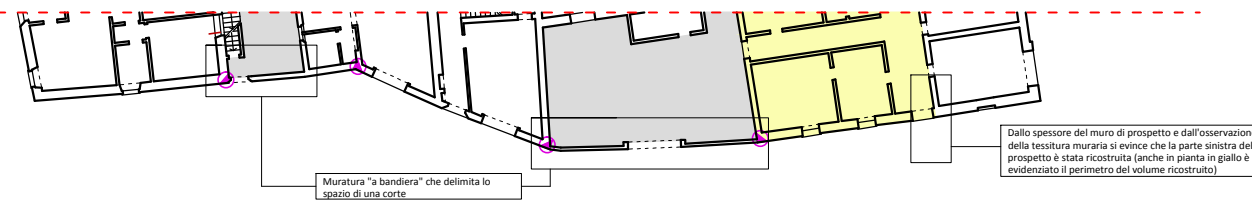
GRUPPO DI LAVORO  
Arch. Cesare Tocci  
Arch. Maria Rosaria Vitale  
Arch. Zaira Barone  
Arch. Chiara Circo  
Arch. Pietro Copani  
Arch. Margherita Costa  
Arch. Luciano Scuderi



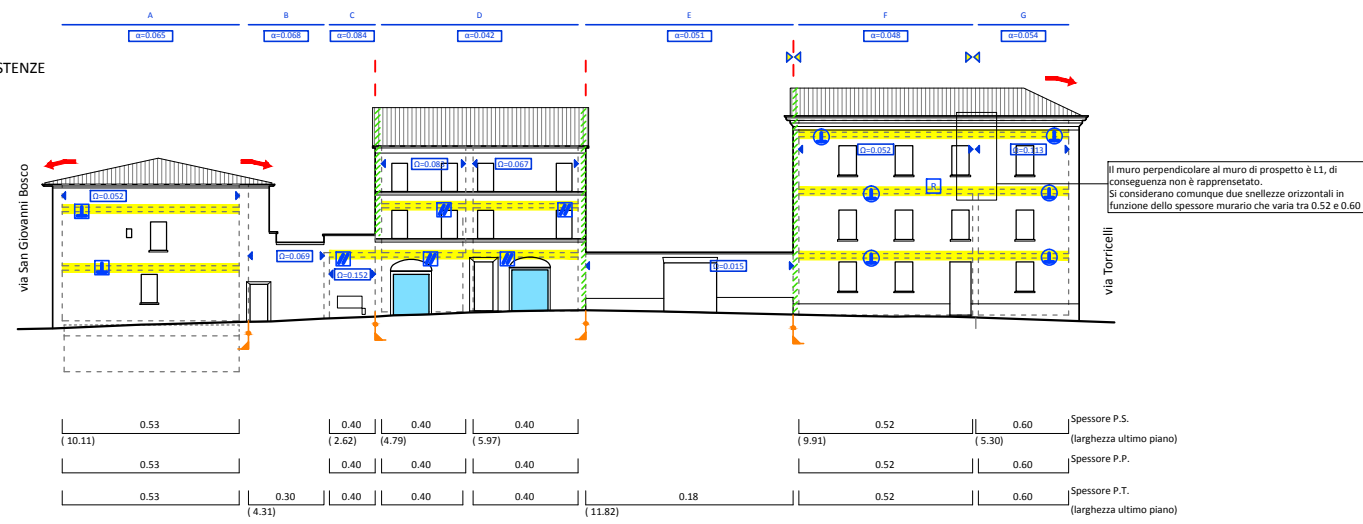
RILIEVO CRITICO



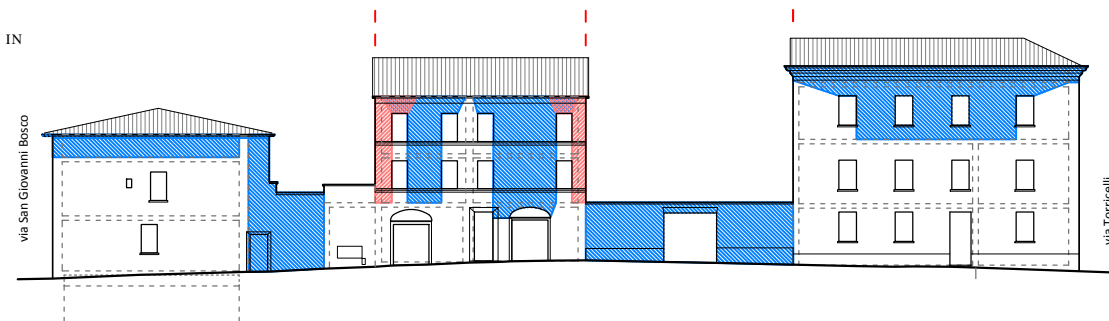
via San Michele - piano terra



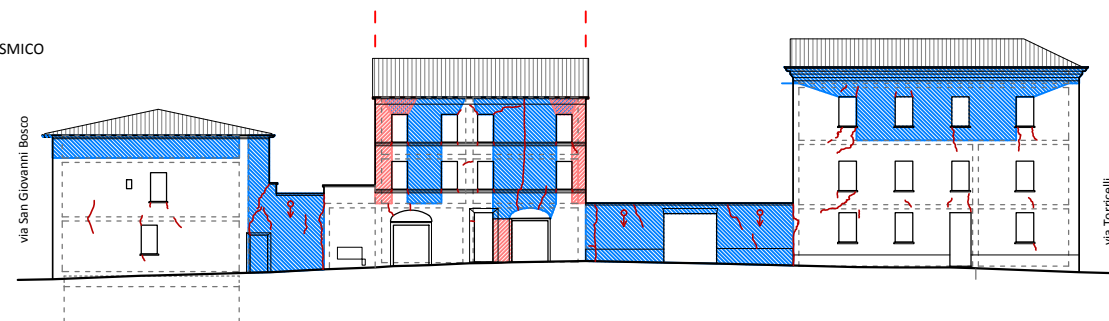
VULNERABILITA' E RESISTENZE



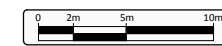
SCENARIO DI DANNO IN ASSENZA DI LESIONI



SCENARIO DI DANNO SISMICO



PROSPETTO SU VIA S.MICHELE



**RILIEVO CRITICO**

**COLLEGAMENTI**

PIANTA PROSP. catena o tirante

PIANTA PROSP. incatenamenti su orditure di copertura (squadri)

**PARETI DI ELEVAZIONE**

PIANTA/PROSP. Muratura in laterizio pieno a n teste  
 L1 (16-18 cm), L2 (30-36 cm)  
 L3 (42-52 cm), L4 (55-68 cm)  
 LC muratura in laterizio e ciottoli

PIANTA/PROSP. pilastro in cemento armato  
 architrave in cemento armato o putrelle di ferro

**DISCONTINUITA'**

PIANTA PROSP. cantonale  
 cantonale smussato  
 apertura tamponata priva di ammortature  
 pareti con ammortature "parziali"

PIANTA PROSP. raddoppio murario  
 ringrosso a scarpa  
 rastremazione del sottofinestra  
 arco di sbatacchio

**DISSESTI**

PIANTA PROSP. fuori piombo  
 lesione su pareti di elevazione

PIANTA PROSP. lesione su orizzontamenti  
 orditura solaio fatiscente / travi inflesse

**VULNERABILITA' E RESISTENZE**

**VULNERABILITA' EDILIZIA**

snellezza verticale (spessore della parete al piano terra / altezza totale della parete)  
 snellezza orizzontale (spessore della parete al piano terra / luce ultimo piano)  
 tessitura del solaio parallela al muro di facciata  
 tessitura del solaio ortogonale al muro di facciata  
 rastremazione dei muri

copertura spingente  
 paradosso spingente  
 aperture allargate  
 aperture prossime alla cimasa

**VULNERABILITA' DA INTERAZIONE**

sopraelevazioni non integrate e strutture svettanti  
 pareti svettanti  
 solai disallineati

orizzontamenti (laterocemento)  
 discontinuita' verticali  
 zona di contatto tra edifici ricostruiti e tradizionali  
 cedimento differenziale

**SCENARIO DI DANNO**

porzione di facciata interessata dal cedimento differenziale  
 porzione di facciata interessata dal meccanismo fuori piano  
 porzione di facciata interessata dal meccanismo nel piano  
 porzione di facciata interessata dalla sovrapposizione dei due tipi di meccanismo

COMUNE DI FAENZA  
PROVINCIA DI RAVENNA

**CONVENZIONE TRA IL COMUNE DI FAENZA E L'UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA (DARC)**  
**"PER LA REALIZZAZIONE DELLE ANALISI DI VULNERABILITA' SISMICA DEGLI AGGREGATI EDILIZI NEL CENTRO STORICO DI FAENZA"**

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
Arch. Ennio Nonni

**FASE 2**  
ANALISI DELL' ISOLATO CAMPIONE

---

ELABORATO

**tavola 11**  
 Prospetto via San Michele:  
 rilievo critico  
 vulnerabilità e resistenze  
 scenario di danno in assenza di lesioni  
 scenario di danno sismico

SCALA 1:200

REVISIONE	FASE
01	10/06/2012 CONSEGNA FASE 2
02	
03	
04	

DARC  
Dipartimento di Architettura

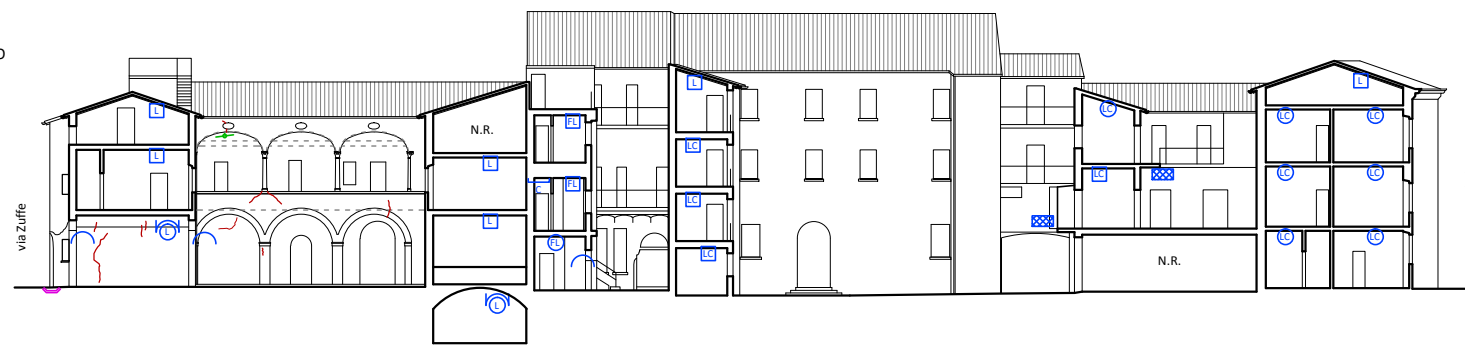
RESPONSABILE SCIENTIFICO  
Arch. Caterina F. Carocci

GRUPPO DI LAVORO  
 Arch. Cesare Tocci  
 Arch. Maria Rosaria Vitale  
 Arch. Zaira Barone  
 Arch. Chiara Circo  
 Arch. Pietro Copani  
 Arch. Margherita Costa  
 Arch. Luciano Scuderi

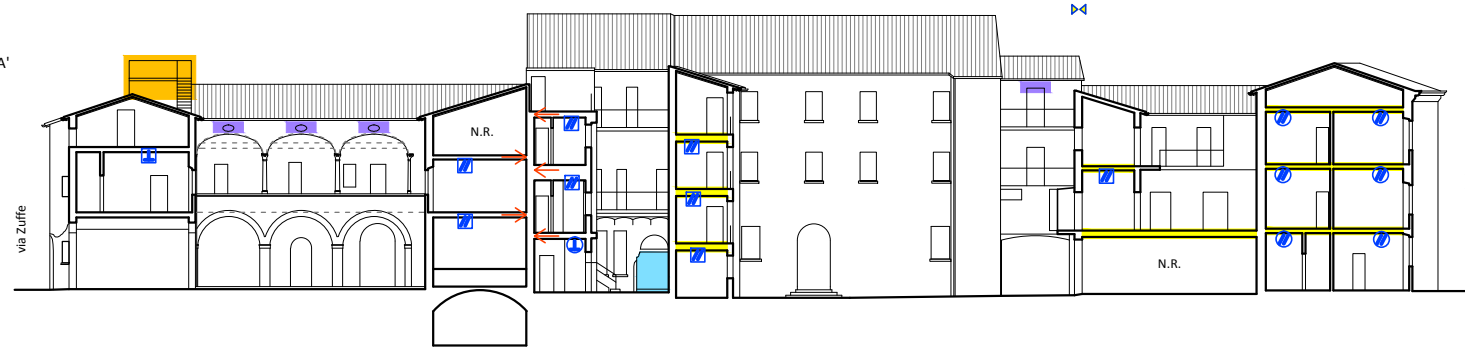




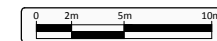
RILIEVO CRITICO



VULNERABILITA' E RESISTENZE



SEZIONE SULLE CORTI



**RILIEVO CRITICO**

**COLLEGAMENTI**

PIANTA PROSP. catena o tirante

PIANTA PROSP. incatenamenti su orditure di copertura (squadri)

**DISCONTINUITA'**

PIANTA PROSP. cantonale

PIANTA PROSP. cantonale smussato

PIANTA PROSP. apertura tamponata priva di ammortature

PIANTA PROSP. pareti con ammortature "parziali"

PIANTA PROSP. raddoppio murario

PIANTA PROSP. ringrosso a scarpa

PIANTA PROSP. rastremazione del sottofinestra

PIANTA PROSP. arco di sbatocchio

**DISSESTI**

PIANTA PROSP. fuori piombo

PIANTA PROSP. lesione su pareti di elevazione

PIANTA PROSP. lesione su orizzontamenti

PIANTA PROSP. orditura solaio fatiscente / travi inflesse

**VULNERABILITA' E RESISTENZE**

**VULNERABILITA' EDILIZIA**

tessitura del solaio parallela al muro di facciata

tessitura del solaio ortogonale al muro di facciata

rastremazione dei muri

copertura spingente

paradosso spingente

aperture allargate

aperture prossime alla cimasa

**VULNERABILITA' DA INTERAZIONE**

sopraelevazioni non integrate e strutture svettanti

pareti svettanti

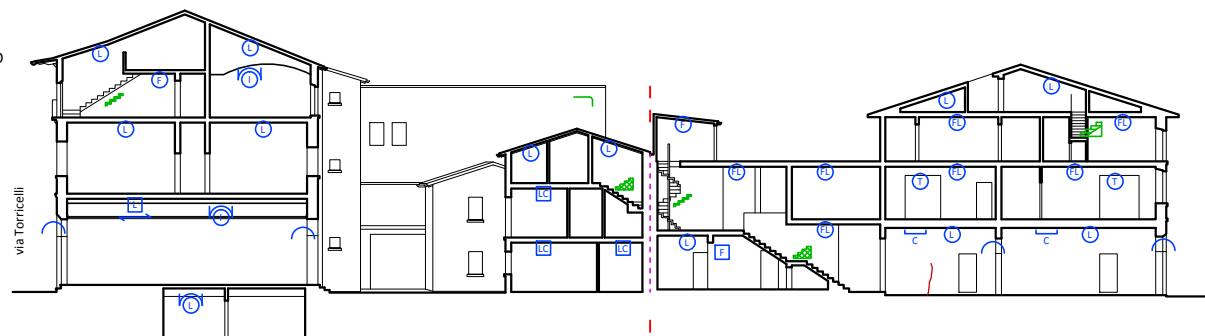
solai disallineati

orizzontamenti (laterocemento)

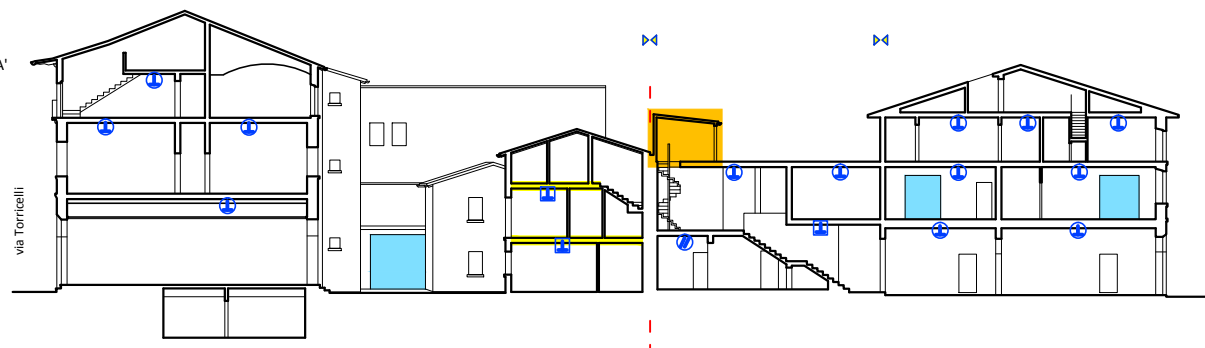
discontinuita' verticali

zona di contatto tra edifici ricostruiti e tradizionali

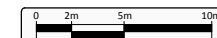
RILIEVO CRITICO



VULNERABILITA' E RESISTENZE



SEZIONE SUGLI ANDRONI



COMUNE DI FAENZA  
PROVINCIA DI RAVENNA

CONVENZIONE TRA IL COMUNE DI FAENZA E  
L'UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA  
DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA (DARC)  
"PER LA REALIZZAZIONE DELLE ANALISI DI VULNERABILITA' SISMICA  
DEGLI AGGREGATI EDILIZI NEL CENTRO STORICO DI FAENZA"

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
Arch. Ennio Nonni

**FASE 2**  
**ANALISI DELL'ISOLATO CAMPIONE**

ELABORATO  
tavola **12**  
Sezioni:  
rilievo critico  
vulnerabilità e resistenze

SCALA 1:200

REVISIONE	FASE
01	CONSEGNA FASE 2
02	
03	
04	

**DARC**  
Dipartimento di  
Architettura

RESPONSABILE  
SCIENTIFICO  
Arch. Caterina F. Carocci

GRUPPO DI LAVORO  
Arch. Cesare Tocci  
Arch. Maria Rosaria Vitale  
Arch. Zaira Barone  
Arch. Chiara Circo  
Arch. Pietro Copani  
Arch. Margherita Costa  
Arch. Luciano Scuderi



**Sintesi delle vulnerabilità, indicazioni per la mitigazione, procedura di  
metodologica  
(FASE 3)**

*Responsabile:*

Caterina F. Carocci

*Gruppo di lavoro:*

Cesare Tocci, Maria Rosaria Vitale, Zaira Barone, Chiara Circo, Pietro Copani,  
Margherita Costa, Luciano Scuderi, Lucia Marchetti



## INDICE

### Premessa

- 1. Conoscenza e controlli preliminari: il rilievo critico**
  - 1.1 Il percorso della conoscenza
    - 1.1.1 *Analisi della tecnica costruttiva locale*
    - 1.1.2 *Ricostruzione ipotetica delle fasi evolutive*
  - 1.2 Il rilievo critico
  
- 2. Punti di debolezza e punti di forza nel costruito**
  - 2.1 La fase dell'interpretazione
  - 2.2 Sintesi delle vulnerabilità sismiche
  - 2.3 Il sistema dei presidi nel centro storico di faenza
  
- 3. Criteri per la mitigazione della vulnerabilità sismica negli edifici del centro storico**
  - 3.1 I criteri di progetto
  - 3.2 Indicazioni per la mitigazione della vulnerabilità edilizia
    - 3.2.1 *Aggregati e unità strutturali in riferimento alle Norme Tecniche*
    - 3.2.2 *Interventi finalizzati alla riduzione della vulnerabilità derivante dalla configurazione d'insieme*
    - 3.2.3 *Interventi finalizzati alla riduzione della vulnerabilità dei singoli elementi strutturali*
  
- 4. Sintesi della procedura conoscenza-interpretazione-progetto**



## Premessa

Il quadro conoscitivo e interpretativo delineato nelle fasi precedenti dello studio (Fase 1 e 2) è premessa indispensabile per la definizione della fase progettuale ove vengono stabiliti gli strumenti per la mitigazione della vulnerabilità sismica tenendo al contempo presenti le esigenze di conservazione della città storica.

Le indicazioni contenute in questa parte finale dello studio sul centro storico di Faenza, finalizzate alla mitigazione della vulnerabilità sismica derivano dalla generalizzazione dei risultati conoscitivi ottenuti nella disamina speditiva del centro storico e nell'approfondimento realizzato sull'isolato campione.

Dette indicazioni sono sostanzialmente coerenti, per quanto riguarda sia il contenuto conoscitivo propedeutico alle scelte del progetto di rinforzo sia le stesse operazioni tecniche di intervento, con le disposizioni contenute nella normativa nazionale (NTC 2008, Circolare 617/2009) e regionale.

Le indicazioni di intervento definite a valle dello studio complessivo sono di natura esplicitamente prestazionale e definiscono i criteri compatibili con l'edilizia del centro storico di Faenza e necessari a soddisfare i requisiti di mitigazione della vulnerabilità all'interno di un approccio di tipo conservativo nei confronti del costruito del tessuto murario storico. Le indicazioni di progetto esplicitano dunque i requisiti da raggiungere e demandano la definizione delle tecniche più appropriate al progetto di livello edilizio che necessariamente dovrà essere corredato di adeguati approfondimenti conoscitivi.

La presente relazione, seguendo le indicazioni contenute nella convenzione tra il Comune di Faenza e il DARC, è articolata nelle seguenti parti:

La prima (1. Conoscenza e controlli preliminari: il rilievo critico) espone i presupposti metodologici utilizzati nello studio e illustra in dettaglio lo strumento conoscitivo denominato "rilievo critico" attraverso il quale si realizza la disamina della condizione degli edifici in aggregato.

La seconda (2. Punti di debolezza e punti di forza nel costruito del centro storico di Faenza) contiene la sintesi delle vulnerabilità individuate sia nella Fase 1 che nella Fase 2 nel centro storico di Faenza, accompagnata dall'illustrazione delle problematiche che dette vulnerabilità potrebbero evidenziare in occasione di un evento sismico (con particolare riferimento alla formazione di meccanismi di ribaltamento fuori piano delle facciate su strada).

La terza (3. Criteri per la mitigazione della vulnerabilità sismica negli edifici del centro storico di Faenza) raccoglie criteri e indicazioni operative riferite alla mitigazione delle vulnerabilità individuate e finalizzate in particolare ad impedire l'attivazione dei possibili meccanismi ad esse connessi.

L'ultima parte (4. Sintesi della procedura di conoscenza-interpretazione-progetto) illustra in modo sintetico lo schema logico della metodologia proposta finalizzata alla definizione dell'intervento di riduzione della vulnerabilità sismica all'interno di un approccio alla conservazione dell'architettura muraria storica.





## **1. Conoscenza e controlli preliminari: il rilievo critico**

### **1.1 Il percorso della conoscenza**

Lo studio delle modalità costruttive storiche e delle configurazioni dell'edificio in aggregato realizzata attraverso la lettura diretta va considerata punto di partenza per una valutazione qualitativa della sicurezza.

La lettura critica del costruito è lo strumento finalizzato alla disamina dell'edificio storico in aggregato attraverso l'analisi della tecnica costruttiva che lo caratterizza e delle fasi di mutazione che ne hanno definito l'assetto che ci è pervenuto. Tale tipo di analisi necessita di un bagaglio conoscitivo articolato: è necessario da un lato saper interpretare le peculiarità della tecnica costruttiva locale e dall'altro saper riconoscere nei manufatti le tracce di configurazioni antecedenti succedutesi nel corso del tempo, a volte anche sostanzialmente differenti da quella odierna. Entrambe le suddette analisi assumono significato alla scala dell'aggregato edilizio; né la tecnica costruttiva locale, né lo studio delle fasi evolutive, infatti, possono essere realizzate se non prendendo in considerazione uno o più brani di un tessuto edilizio. Nel primo caso, l'osservazione allargata di un insieme edificato consente di distinguere la norma costruttiva mediante il riconoscimento della ripetitività di alcuni aspetti salienti; nel secondo caso, lo studio di un certo numero di manufatti contigui permette di avanzare ipotesi di datazione relativa basandosi sulla interpretazione di segni e tracce contenuti nelle fabbriche stesse. L'utilità della lettura critica risiede nella costituzione di un quadro conoscitivo complessivo dell'oggetto analizzato nel quale la diagnosi della sua situazione attuale e la sua rilevanza di bene da tramandare al futuro siano contestualmente chiariti.

#### **1.1.1 Analisi della tecnica costruttiva locale**

Le peculiarità tecnico-costruttive di un contesto edificato possono essere evidenziate solo sulla scorta della conoscenza della "regola dell'arte" muraria; cioè di quell'insieme di prescrizioni scritte o tramandate per via orale che assicurano che la costruzione muraria sia ben edificata in ogni sua parte e abbia i requisiti necessari per essere durevole nel tempo; anche dal punto di vista meccanico, una struttura realizzata a "regola d'arte" è per definizione solida e sicura.

La "regola dell'arte" consente, per via di raffronti ed interpretazioni, di valutare l'efficacia ovvero l'insufficienza della particolare realtà costruttiva analizzata. Si tratta quindi di riconoscere, all'interno di un peculiare lessico costruttivo, l'aderenza sostanziale alle prescrizioni generalmente valide per le costruzioni murarie al di là delle differenze formali che connotano la particolare accezione di ogni specifica cultura costruttiva.

Utilizzando questa metodologia di analisi, la disamina degli elementi costruttivi componenti le singole costruzioni tende alla formulazione di un giudizio meccanico qualitativo per ciascuno di essi e investe, ad un secondo livello di lettura, anche la valutazione della stabilità della compagine complessiva delle costruzioni.

Lo studio degli elementi componenti deve essere puntualmente accompagnato dall'analisi delle loro reciproche relazioni, cioè dalla evidenziazione delle connessioni che in generale definiscono le modalità d'assieme della costruzione e attraverso le quali la regola costruttiva locale assume un sintetico significato strutturale.

In altre parole, giudicata una tessitura muraria di buona qualità e quindi capace di esibire un comportamento di tipo monolitico, sarà necessario comprendere se la parete è coadiuvata o meno da vincoli capaci di connettere l'assieme. La ricerca dei dispositivi di connessione va ricercata, nelle costruzioni murarie, nelle modalità esecutive utilizzate e quindi ancora nella tecnica costruttiva locale; spesso infatti, gli stessi elementi costruttivi svolgono anche la funzione di vincolo per le parti contigue.

Ad esempio, gli orizzontamenti in dipendenza dalla loro disposizione di tessitura e delle modalità di appoggio possono costituire vincoli per le pareti; altre volte in contesti culturali specifici il lessico costruttivo locale prevede la presenza generalizzata di appositi elementi atti a connettere l'assieme (catene, speroni, ecc).

Tutto ciò si tramuta, in una visione mirata alla valutazione meccanica del costruito, nella evidenziazione e valutazione poi delle snellezze orizzontali e verticali delle pareti.

Informazioni ulteriori vanno inoltre acquisite sugli elementi di dettaglio, che all'interno degli elementi costruttivi principali costituiscono punti singolari. L'interesse nella loro analisi risiede nel loro contributo alla stabilità e nella possibilità di esibire debolezze localizzate.

Tornando all'esempio della tessitura muraria, non andrà tralasciata l'analisi delle aperture - che devono essere considerate come sottrazioni di porzioni di parete – sia riguardo alla loro fattura (gli stipiti che realizzano la ricucitura della parete lateralmente, l'elemento superiore di ricucitura, archivoltò o architrave, sottofinestra, balconi aggettanti, ecc.), che nella loro posizione all'interno della compagine muraria. Un siffatto sistematico studio degli elementi costruttivi naturalmente conduce all'acquisizione di informazioni inerenti la vocazione al degrado della tecnica locale; e alla identificazione delle modalità di riparazione o rinforzo pregresse tra le quali risulta agevole, sulla scorta della conoscenza del comportamento della costruzione muraria, riconoscere quelle di comprovata efficacia. Informazioni queste di fondamentale importanza nella prospettiva di un intervento che oltre a perseguire il fine del miglioramento della sicurezza voglia essere anche, a pieno titolo, conservativo.

### **1.1.2 Ricostruzione ipotetica delle fasi evolutive**

L'assegnazione di questo ruolo fondamentale alla storia delle mutazioni avvenute sulle fabbriche proviene dalle riflessioni scaturite a seguito degli effetti che recenti terremoti italiani hanno avuto sull'edilizia storica minore e da alcune esperienze condotte nell'ambito di studi ed analisi su edifici monumentali

Mediante l'analisi della storia delle mutazioni è possibile individuare eventuali punti di debolezza o al contrario fattori di resistenza che possono essere sfuggiti alla lettura sincronica del manufatto.

L'interpretazione critica della configurazione che il complesso edificato ha raggiunto in ciascuna fase costruttiva identificata fornisce informazioni che possono essere talvolta determinanti a spiegare le eventuali anomalie presenti. Inoltre, il confronto tra le fasi di evoluzione viene finalizzato a distinguere il ruolo che ciascuna

trasformazione gioca nei confronti della vulnerabilità sismica e a evidenziare, di conseguenza, se l'assetto raggiunto ad una data fase risulti aggravato ovvero migliorato rispetto a quello seriore.

Ricostruire le fasi edificatorie di una fabbrica muraria consente a volte anche di definire il più appropriato modello di comportamento meccanico – parti costruite in epoche diverse, ad esempio, possono essere diversamente sollecitate, alcune possono risultare addirittura scariche – ma anche di individuare, attraverso l'equivalente di una sperimentazione al vero, le porzioni più esposte al danneggiamento o, viceversa, quelle più affidabili.

Al pari dell'analisi della tecnica costruttiva locale, i risultati di tale tipo di indagine hanno spesso significative ricadute sulla comprensione del comportamento meccanico dell'insieme costruito.

Nonostante l'apparente complessità di questo percorso conoscitivo, si vuole qui sottolineare che la sistematicità delle osservazioni unite ad una visione evolutiva del costruito storico indicano la via per la identificazione delle ragioni della realtà attuale degli aggregati storici e che una siffatta conoscenza ha un valore aggiuntivo rispetto alle ormai riconosciute necessità conservative dei tessuti cosiddetti "minori".

## **1.2 Il rilievo critico**

Il rilievo critico, utilizzato per analizzare il tessuto urbano, aggiunge all'usuale strumento di tipo geometrico la identificazione e localizzazione dei fattori che possono influenzare il comportamento meccanico della costruzione, dalla natura dei materiali, alle modalità costruttive locali, dai segni delle mutazioni storiche alle trasformazioni e alterazioni recenti. Tramite questo strumento si identifica la regola costruttiva locale e di seguito si evidenziano le precarietà e le alterazioni che il costruito oggetto della nostra analisi eventualmente contiene.

La scala più consona alla realizzazione del rilievo critico dell'aggregato è il rapporto 1:200 che consente la mappatura sistematica delle peculiarità tecnico-costruttive, dei segni delle evoluzioni/trasformazioni, dei dissesti e dei degradi. Il rilievo critico ha la finalità di:

- a) **mettere in evidenza le valenze e i valori riconosciuti al fine di garantirne la conservazione anche in previsione di futuri terremoti individuando:**
- le valenze storico - paesaggistiche e i valori architettonico tipologici;
  - i valori tecnologici, tecnico - costruttivi e materici;
- b) **mettere in evidenza le irregolarità plano-altimetriche del sistema edilizio al fine di evidenziare eventuali punti di debolezza individuando:**
- le irregolarità dovute alle caratteristiche morfologiche del sito (sfalsamento della quota di imposta delle fondazioni, strutture di sostegno di terrazzamenti);
  - la presenza di elementi di irregolarità morfologiche sia orizzontali sia verticali nel sistema edilizio continuo (adiacenza di scatole murarie di dimensioni molto diverse/presenza di edifici specialistici);
  - l'integrazione nelle scatole murarie di strutture preesistenti aventi caratteristiche molto diverse dalle altre parti che compongono la medesima scatola muraria (strutture murarie di edilizia di base preesistente, mura

castellane o urbane, muri di sostegno del terreno);

**c) mettere in evidenza la qualità degli elementi costruttivi al fine di segnalare problemi tecnologici e tecnico-costruttivi che ne compromettono l'efficacia individuando:**

- La qualità dei materiali e della regola compositiva delle murature con particolare riferimento all'alternanza fra diatoni (elementi posti di punta) e ortostati (elementi posti di fascia), alla correttezza della fattura delle piattabande, alla qualità della muratura di cimasa, alla qualità dei cantonali, alla presenza di incatenamenti o altri accorgimenti, previsti nella fase di originaria edificazione e nelle fasi successive; alla risarcitura di antiche lesioni, ecc.;
- la correttezza della posa delle travi dei solai sul muro e delle travi di copertura sulla muratura di cimasa e la correttezza della tipologia, della disposizione e dei collegamenti reciproci fra le varie travi della copertura;
- lo stato di conservazione degli elementi strutturali e le cause dell'eventuale degrado;

**d) mettere in evidenza le connessioni tra singoli elementi costruttivi al fine di verificare l'effettiva «chiusura» delle scatole murarie e le scatole murarie con carenze di connessione anche nascoste individuando:**

- le fasi di edificazione e di trasformazione delle strutture murarie che hanno determinato lo stato di fatto in particolare, hanno determinato mancanza di ammorsature nei nodi (le fasi di edificazione e trasformazione possono efficacemente essere descritte con schemi grafici);
- la presenza di discontinuità nella struttura muraria. (canne fumarie, impianti in traccia, aperture in breccia);
- la congruenza strutturale della posizione delle aperture (prossimità ai cantonali, larghezza o altezza eccessiva dei vani, mancanza di allineamento, interassi ridotti), considerando anche eventuali aperture tamponate, senza ammorsamenti;
- l'eliminazione di elementi costruttivi con conseguente indebolimento della cellula muraria (per esempio: un muro longitudinale di divisione tra due cellule chiuse o un orizzontamento di divisione tra due cellule sovrapposte);
- l'inserimento di elementi estranei alla scatola muraria chiusa (corpi addossati, in aggetto, superfetazioni incongrue);

**e) mettere in evidenza le snellezze orizzontali e verticali delle pareti murarie al fine di evidenziare le parti soggette a cinematismi individuando:**

- i rapporti geometrici delle pareti ( $B/l$  e  $B/h$ ) in relazione alle condizioni di vincolo (connessioni ai muri ortogonali e agli orizzontamenti) considerando anche i casi di muri plurivincolati per la presenza di orizzontamenti sfalsati;
- i vincoli verticali (qualità della connessioni tra le pareti ortogonali: semplice ammorsamento, assenza di ammorsamento) e i vincoli orizzontali (appoggio dei solai, del tetto, presenza di catene) di ciascuna parete;

**f) mettere in evidenza le contiguità tra sistemi costruttivi diversi al fine di valutare eventuali interazioni ovvero problemi tecnico-costruttivi specifici individuando:**

- le caratteristiche del contatto tra edifici con struttura portante diversa (edifici in muratura ed edifici con struttura portante intelaiata) e l'eventuale presenza del giunto di separazione;
- la presenza di interventi strutturali pregressi che hanno mutato le caratteristiche di rigidezza dei muri o dei solai o il rapporto fra peso dei muri e peso degli orizzontamenti, o comunque alterazioni di equilibri d'insieme, come possibili fattori di vulnerabilità;

**g) leggere il quadro dei dissesti al fine di comprendere il comportamento meccanico individuando:**

- la congruenza geometrica di: lesioni, distacchi, dislocazioni, fuori piombo, disallineamenti, perdite di sesto;
- una o più ipotesi sui meccanismi di danno sismico avvenuti e sulla loro successione temporale;
- le lesioni a carattere «patologico» quali quelle innescate dal sisma o da altri meccanismi individuati (precedenti sismi, cedimenti di fondazione, eliminazione o inefficacia di vincoli); le lesioni a carattere «fisiologico» quali assestamenti dovuti alla fase di costruzione o di trasformazione, o a cicli termigrometrici.



## 2. Punti di debolezza e punti di forza nel costruito

### 2.1 La fase dell'interpretazione

Il tessuto urbano storico si è formato per successive addizioni di edificato dalla fase di prima edificazione; questo implica che ogni cellula muraria (l'insieme delle pareti e degli orizzontamenti) è anch'essa frutto di un processo che ne determina tra l'altro posizione e quantità dei vincoli presenti tra le pareti e gli orizzontamenti che la costituiscono.

Possiamo indicare con la definizione di **cellula muraria "chiusa"** un assemblaggio costruttivo (pareti e orizzontamenti) in cui gli elementi sono tra loro vincolati (in verticale e in orizzontale) in conseguenza dell'organizzazione costruttiva. La distanza (orizzontale e verticale) tra i vincoli determina le snellezze (orizzontali e verticali) che caratterizzano quell'assemblaggio.

L'analisi delle fasi costruttive è utile per riconoscere i punti di debolezza relativa imputabili alla minor connessione o accostamento successivo di cellule murarie o agli indebolimenti introdotti da detrazioni di porzioni di tessuto.

Con riferimento al più probabile danno del terremoto sulle costruzioni murarie (il ribaltamento delle facciate) il tipo edilizio presente nel tessuto (case monocellulari, bicellulari, palazzetti e palazzi) deve essere riguardato con riferimento ad alcune questioni generali: la sua posizione all'interno del tessuto (intercluso, d'angolo, di testata, che indicherà quante pareti sono passibili di ribaltamento), la quantità di pareti esterne presenti (in relazione sia ai fronti strada che agli eventuali fronti interni) e la posizione delle aperture su ciascuna parete di facciata (la posizione delle aperture definisce la forma specifica che sarà assunta dalle porzioni di parete in movimento fuori del piano).

Inoltre deve essere controllata la relazione con gli edifici contermini in termini di altezze relative: le pareti svettanti possono essere sedi di innesco dei meccanismi fuori piano che devono essere impediti.

Un'ulteriore considerazione deve essere fatta rispetto ai vincoli sui quali le pareti esposte al ribaltamento (fronti strada o pareti poste su aree interne quali pertinenze e corti) possono contare; a tale proposito osserviamo che la disposizione più frequente dei suddetti vincoli è la seguente:

- *Vincoli verticali (connessioni tra le pareti convergenti)*: tali vincoli sono in primo luogo quelli forniti dall'ammorsamento con le pareti contigue nella stessa direzione e nella direzione ortogonale (connessione dell'apparecchio in corrispondenza dei martelli murari e delle angolate). La visione diacronica suggerisce di verificare (mediante l'analisi dei processi evolutivi e mediante saggi mirati) la modificazione di posizione, relazione e connessioni (vincoli) che può essersi verificata nel corso della storia edificatoria (la relazione tra pareti murarie convergenti e ribaltamento fuori piano è stata chiarita magistralmente da J.B. Rondelet nel suo trattato; egli descrive come il meccanismo fuori piano si modifica a seconda della condizione di vincolo

caratteristica della parete stessa – parete libera su entrambe le estremità, parete connessa in angolata con una incidente e parete con due pareti convergenti alle sue estremità).

- *Vincoli orizzontali (connessioni tra pareti e orizzontamenti)*: generalmente la cellula muraria è delimitata in orizzontale dai solai e dalle coperture; le predette strutture possono – in relazione all'azione sismica – esplicare un ruolo positivo nel mantenimento delle pareti verticali nel loro piano. Il peso degli orizzontamenti lignei (di interpiano o di copertura) costituisce un vincolo orizzontale per la parete esterna tale da essere in grado di cambiare la qualità del meccanismo di ribaltamento fuori piano. Mentre l'assenza di un siffatto vincolo facilita l'innescò del ribaltamento, la presenza di un orizzontamento obbliga la parete a un diverso comportamento, per il quale è necessario un lavoro maggiore per avviare il cinematismo fuori piano. Anche le strutture orizzontali voltate possono costituire un ottimo vincolo per le pareti esterne purché la spinta sul piedritto sia correttamente bilanciata (anche con la collocazione di incatenamenti).

A partire da tali meccanismi generali e includendo le considerazioni sulla posizione dei vincoli per la parete di facciata di una cellula muraria posta nel tessuto edilizio, si chiarisce l'influenza della configurazione costruttiva (organizzazione della cellula muraria in relazione a spessori delle pareti, passi murari e tessiture, come della tecnica costruttiva e degli assemblaggi tra gli elementi) nel manifestarsi dei meccanismi fuori piano attesi in occasione di un'azione sismica.

*L'influenza degli interventi di trasformazione* è un altro importante capitolo che può produrre un incremento della vulnerabilità sismica poiché passibile di introdurre debolezze aggiuntive.

La disamina della condizione attuale dell'edificato con riferimento alle modificazioni introdotte da interventi soprattutto recenti deve essere finalizzata al controllo dell'alterazione dello stato dei vincoli precedente all'intervento.

Non si tratta esclusivamente di interventi di tipo strutturale; infatti a volte anche i soli adeguamenti relativi a impianti possono inconsapevolmente introdurre delle precarietà prima assenti.

Una delle situazioni più diffuse è quella che si riferisce allo spostamento e/o allargamento di aperture poste nelle pareti ortogonali alle facciate su strada che può comportare una serie di indebolimenti differenziati a seconda della entità di parete sottratta e delle modalità di sottrazione.

La casistica è estesa e non può essere esaustiva dipendendo dalle singole situazioni locali.

## **2.2 Sintesi delle vulnerabilità sismiche**

Questo paragrafo è dedicato all'esposizione sistematica delle vulnerabilità identificate mediante la disamina speditiva del costruito del centro storico (Fase 1) e a quelle derivate dalla analisi di dettaglio effettuata sull'isolato campione (Fase 2).

La disamina dei fattori di vulnerabilità che si presenta non è ovviamente esaustiva basandosi su una raccolta di dati proveniente da sopralluoghi speditivi estesi all'intero centro storico; inoltre, proprio in dipendenza



della modalità di acquisizione delle conoscenze (osservazioni dall'esterno), la vulnerabilità qui trattata è quella relativa ai possibili meccanismi di ribaltamento delle pareti fronte strada, che possono comunque estendersi alle pareti esterne fronteggianti spazi aperti interni quali pertinenze e corti.

Alcuni dei fattori di vulnerabilità esposti nel seguito riguardano invece situazioni aggiuntive (condizioni riferibili all'organizzazione interna degli edifici), questi sono stati desunti dallo studio più dettagliato eseguito sull'aggregato campione. Anche in questo caso però è necessario premettere che durante tale studio non è stato possibile indagare la fattura degli elementi costruttivi e degli assemblaggi essendo gli edifici in buono stato di conservazione e di utilizzazione.

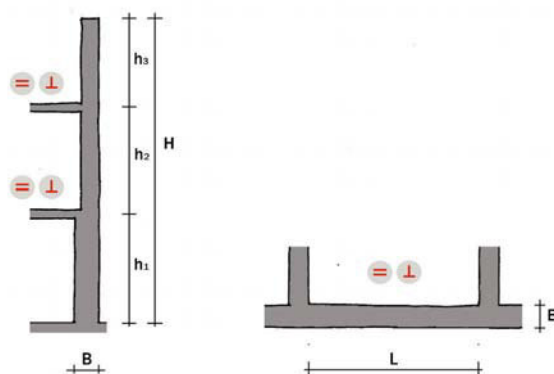
Ulteriore precisazione riguarda il fatto che nella esposizione dei fattori di vulnerabilità si fa riferimento alla condizione attuale dell'edificato, comprendendo quindi le vulnerabilità dovute a modificazioni e trasformazioni storiche o recenti attuate sul costruito del centro storico.

### 2.2.1 Configurazione d'assieme

Caratteristiche principali della configurazione d'assieme dell'edificio in aggregato e influenza su di essa della consistenza (e delle modifiche) degli apparecchi degli elementi che compongono l'assemblaggio murario.

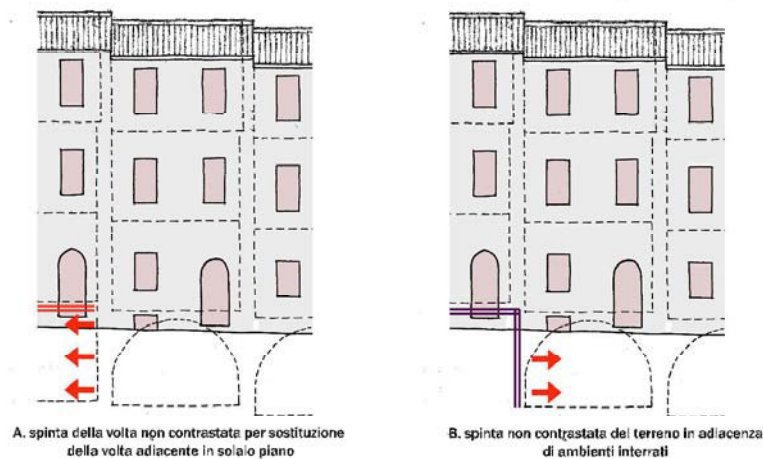
#### *Snellezze orizzontali e verticali*

In presenza di passi murari (distanza tra le pareti ortogonali alla facciata, ovvero dimensione della cellula muraria sul fronte) eccedenti la media del tessuto murario storico si evidenziano situazioni di debolezza relativa dovute alla maggiore snellezza muraria che da tali configurazioni deriva. Parallelamente, interpiani di dimensioni importanti, anche se derivanti da orizzontamenti tessuti parallelamente alla facciata, può introdurre rilevanti situazioni di debolezza. Entrambe le situazioni, la prima soprattutto, sono abbastanza diffuse nel centro storico di Faenza.



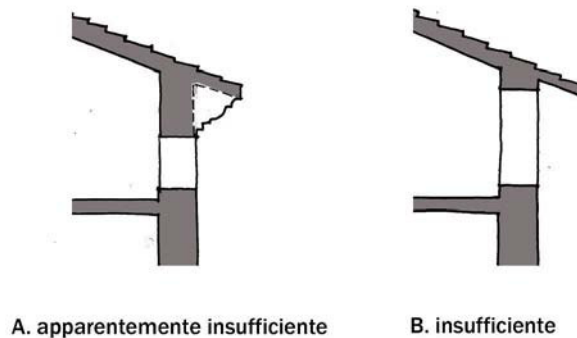
### *Ambienti semi-interrati e interrati.*

È diffusa la presenza di ambienti sotto la quota stradale, nella maggioranza dei casi tali ambienti sono spazi di pertinenza dell'edificio e sono in comunicazione con l'esterno attraverso aperture di dimensioni ridotte e bocche di lupo a filo con la quota stradale. La possibile precarietà di tali configurazioni è legata essenzialmente alla soluzione costruttiva adottata per la struttura orizzontale (volte a botte o a crociera in mattoni) e alle trasformazioni che possono essere state realizzate anche nelle strutture murarie contigue con la conseguente presenza di spinte non contenute.



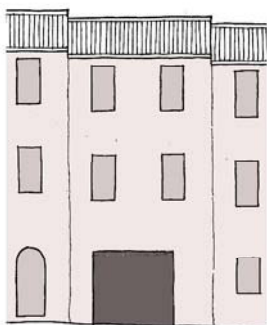
### *Ricucitura della cimasa muraria insufficiente*

Una configurazione osservata sia nelle case monocellulari sul fronte che negli edifici di maggiore importanza prevede la presenza di aperture in corrispondenza del livello sottotetto. In questi casi, associato alla minor dimensione in verticale delle aperture, può riscontrarsi un ridotto spessore della porzione muraria di cimasa che include l'elemento piattabanda o architrave e la sovrapposta ricucitura muraria sopra le aperture dell'ultimo livello. Il verificarsi di tale situazione rende più debole la cellula muraria in corrispondenza della terminazione sommitale.



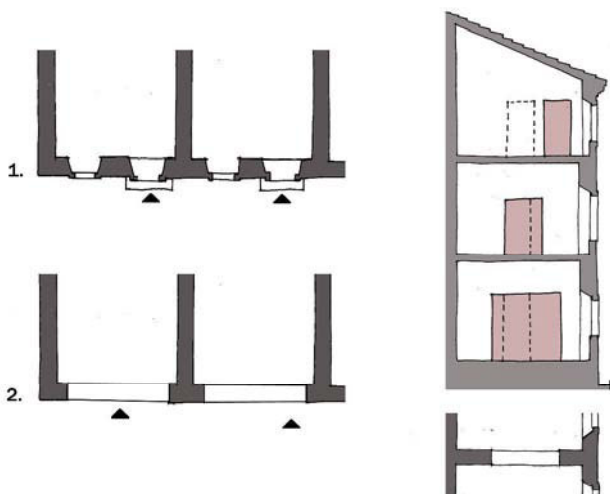
### *Disallineamento verticale delle aperture*

I fronti del centro storico sono caratterizzati in generale da un'organizzazione delle aperture regolare proveniente dalla tipologia edilizia prevalente nel tessuto. Non sono però assenti i casi in cui particolari situazioni presentano assetti in cui le aperture appaiono non ben organizzate in dipendenza per lo più a modifiche trasformative (ad esempio presenza di negozi o garage ai piani terreni); in alcuni casi situazioni non particolarmente organizzate si possono osservare nei fronti tergali posti sulle aree di pertinenza degli edifici. La vulnerabilità di tali configurazioni riguarda il percorso carichi verticali e la presenza di allineamenti murari intrinsecamente più deboli nei confronti delle azioni orizzontali.



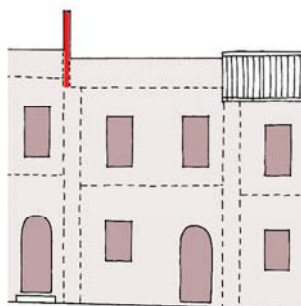
### *Alterazione della maglia muraria*

L'eliminazione di porzioni murarie è ricorrente in corrispondenza piani terreni per la realizzazione di garage o negozi. Ai piani superiori le pareti ortogonali alla facciata possono essere eliminate per ottenere ambienti di maggiori dimensioni o per realizzare vani di passaggio più grandi. Tale alterazione costituisce un indebolimento della struttura muraria; in particolare l'eliminazione delle pareti ortogonali alla facciata provoca un'alterazione del passo della maglia muraria e introduce una diminuzione sia della resistenza a ribaltamento della parete di facciata (per incremento della snellezza orizzontale) sia della resistenza a taglio del complesso delle pareti di controvento.



### *Vele murarie in copertura*

La presenza di pareti libere svettanti in copertura è ricorrente in associazione all'intervento di sostituzione delle originarie coperture a falda con coperture piane a terrazza. In seguito a tale trasformazione, nasce presumibilmente la necessità di evitare l'introspezione con la conseguente realizzazione di alte pareti sottili sommitali poste nella maggioranza dei casi in posizione ortogonale all'andamento dei fronti strada. La vulnerabilità di tali strutture (caratterizzate da una forte snellezza), in presenza di azioni orizzontali, è elevata.



### *Sostituzione delle strutture orizzontali*

Tale vulnerabilità è conseguenza dell'inserimento di elementi orizzontali con caratteristiche meccaniche diverse da quelle degli orizzontamenti originari. L'introduzione di solai o di cordoli in calcestruzzo armato costituisce un fattore di vulnerabilità in quanto tali strutture sono caratterizzate da rigidità e peso sostanzialmente differenti rispetto a quelli caratterizzanti gli orizzontamenti tradizionali; inoltre la loro messa in opera comporta il taglio esteso delle murature perimetrali (cordolo in breccia); l'indebolimento delle pareti murarie conseguente a tale trasformazione unito alla maggior entità di azione che i solai maggiormente rigidi trasferiranno alle pareti stesse determina l'incremento della debolezza della configurazione.

### *Volumi aggiunti*

Queste situazioni sono presenti quasi esclusivamente sui fronti tergalii degli edifici e, per quanto è stato possibile osservare, in maniera poco diffusa. I piccoli volumi aggiunti sia a sbalzo dalle pareti verticali che in sommità dell'edificio sono intrinsecamente precari.

### *Impianti in breccia*

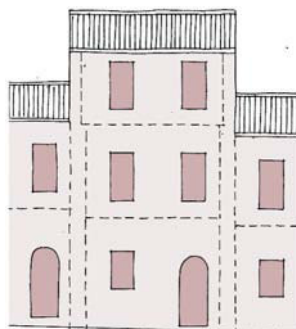
Il problema dell'inserimento degli impianti in breccia nello spessore delle pareti murarie è diffusissimo (anche se non facilmente osservabile) e rende la compagine muraria vulnerabile introducendo delle sconessioni (tagli orizzontali e verticali) che indeboliscono la continuità delle cellule murarie. La presenza di vuoti o discontinuità sulle pareti sollecitate in caso di sisma facilita l'innescarsi di meccanismi di danno anche di notevole rilevanza.

### **2.2.2 Interazioni tra edifici contigui nell'aggregato**

Alcune vulnerabilità coinvolgono il comportamento di porzioni estese di aggregato; tali interazioni si manifestano al contatto tra unità edilizie e introducono elementi di complessità nella fase progettuale e in quella esecutiva in quanto possono coinvolgere proprietà diverse.

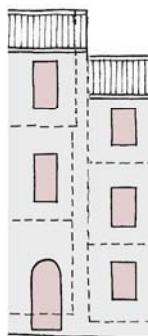
#### *Differenze di altezza tra edifici contigui*

I volumi svettanti in un fronte murario continuo costituiscono un elemento di vulnerabilità rispetto alla possibilità di considerare le pareti svettanti sulle coperture degli edifici contigui come passibili di ribaltamento. Tale configurazione è diffusamente presente nel centro storico (sia nei fronti strada che in quelli interni) e deve essere riguardata con attenzione



#### *Disallineamenti tra gli orizzontamenti degli edifici contigui*

Il disallineamento delle quote di orizzontamento negli edifici adiacenti si individua con facilità mediante osservazione dall'esterno (posizione reciproca delle aperture sul prospetto). In tali casi se la disposizione delle orditure dei solai di interpiano presenta travi disposte parallelamente alle facciate su strada sono da temere – soprattutto in presenza di altezze di interpiano fortemente differenti tra gli edifici affiancati – fenomeni di punzonamento sulle pareti comuni conseguenti allo sfalsamento delle quote dei relativi solai.



### *Relazione tra le strutture dei sovrappassi e gli edifici contigui*

In questi casi è necessario verificare l'allineamento tra le pareti del sottopasso con quelle degli edifici a cui quest'ultimo è addossato con la finalità di controllare la possibilità del verificarsi di fenomeni di martellamento dovuti al contempo alla non corretta disposizione e al mancato ammorsamento delle pareti del sovrappasso.

### *Edifici contigui e orizzontamenti voltati*

Un ulteriore problema che può presentarsi tra gli edifici affiancati è quello della presenza di volte a fianco di solai in legno o in metallo. In questo caso è necessario controllare il regime delle spinte associate al funzionamento statico delle volte allo scopo di evitare la trasmissione di azioni orizzontali non adeguatamente contenute a unità edilizie che non siano in grado di assorbirle ovvero che, dovendo assorbire tali spinte, non abbiano poi sufficienti riserve di resistenza per opporsi alle azioni orizzontali indotte dal terremoto.

### *Edifici contigui con orizzontamenti di diversa rigidità*

Un caso frequente è quello dei solai in cemento armato che vengono a trovarsi a fianco di solai lignei originari. Le diverse caratteristiche inerziali e di peso dei solai in c.a. rispetto ai più flessibili e leggeri solai lignei inducono differenti risposte dinamiche con conseguenti, imprevedibili, amplificazioni locali che possono esaltare i danni sismici.

## **2.2.3 Elementi strutturali**

Le vulnerabilità dei singoli elementi strutturali riguardano sia la qualità degli elementi in sé sia la maggiore precarietà inevitabilmente associata alla presenza di forme significative di degrado o dissesto negli elementi stessi (minore efficienza statica e maggiore vulnerabilità alle azioni sismiche)

### *Spessori insufficienti nelle pareti murarie*

Le pareti sottili (muri a una testa) impegnate strutturalmente non sono infrequenti nel centro storico di Faenza. Tali situazioni, anche in assenza di fenomeni di degrado o dissesto significativo, possono comportare una debolezza significativa che deve essere controllata. Ad esempio, pareti di spessore troppo fuori norma possono introdurre un difetto nella maglia muraria tanto da renderla carente in tema di pareti resistenti, in entrambe le direzioni planimetriche, ma rendono anche più sensibili alle sollecitazioni dinamiche indotte dal terremoto i solai che su di esse impostano e che, per la presenza di tali supporti cedevoli, sono più facilmente soggetti a fenomeni di instabilità dell'equilibrio, e perciò meno adatti ad esplicare la funzione di diaframmi orizzontali rigidi a causa della maggiore flessibilità complessiva che li caratterizza.

### *Pareti murarie manomesse*

Come già evidenziato, un fenomeno frequentemente riscontrato nel centro storico è quello dell'allargamento delle aperture dei piani terra delle pareti di facciata per la realizzazione di accessi ai garage. Si tratta di una situazione che si rivela particolarmente insidiosa in prospettiva sismica, sebbene anche in condizioni ordinarie sia responsabile di alcune forme di dissesto ricorrente nel centro storico (caratterizzate dalla concentrazione di carico in fondazione, in corrispondenza degli stipiti delle aperture, e dal conseguente innesco di fenomeni di cedimento differenziale). La condizione più problematica è quella delle cellule d'angolo per le quali la riduzione della muratura resistente a taglio, nel piano della facciata, può rivelarsi fatale, nell'occorrenza di un sisma (a differenza delle cellule intermedie che possono comunque contare sul contraffortamento delle cellule contigue).

### *Volte caricate impropriamente*

In alcuni casi è stato possibile osservare situazioni in cui le volte di interpiano (soprattutto a copertura degli ambienti interrati) sono caricate in modo improprio da strutture murarie soprastanti (asimmetria dei carichi rispetto alla geometria della direttrice della volta). Tali situazioni devono essere controllate attentamente soprattutto quando risultano essere frutto di interventi recenti.

### *Eliminazione parziale di volte*

La parziale eliminazione di volte, realizzata mediante taglio di una porzione più o meno estesa della superficie originaria, è motivata soprattutto dalla necessità di ricavare dei passaggi di collegamento tra livelli sovrapposti. In relazione alla geometria della superficie voltata e alla disposizione ed entità del taglio, le situazioni risultanti possono essere anche molto diversificate ma, in ogni caso, da riguardare con particolare attenzione. È vero infatti che la natura intrinsecamente bidimensionale del funzionamento statico delle volte – anche quelle a semplice curvatura, come le volte a botte – e la conseguente possibilità di mobilitare risorse resistenti secondo due direzioni principali, garantisce una ampia possibilità di adattamento a modifiche anche consistenti; tuttavia, tali modifiche comportano in ogni caso delle concentrazioni di sforzo in corrispondenza dei bordi di taglio che, per quanto possano essere contenute dalla accortezza utilizzata nell'operare il taglio stesso, richiedono comunque una particolare attenzione progettuale.

### *Volte in foglio*

La presenza di volte in foglio non comporta dal punto di vista statico nessun particolare problema costruttivo o strutturale ma introduce un indiscutibile elemento di precarietà in prospettiva sismica quando tale tipologia di volta è usata come controsoffittatura (soprattutto degli ultimi livelli dei fabbricati). Gli ultimi terremoti italiani, soprattutto quello aquilano del 2009, hanno infatti dimostrato la estrema fragilità degli apparecchi voltati in foglio che vengono messi in crisi da escursioni anche modeste della curva delle pressioni – quali possono essere innescate dall'azione sismica – come pure da movimenti anche limitati

delle strutture di imposta. Diverso il caso delle volte in foglio dotate di un riempimento sovrastante compatto, del quale l'apparecchio in foglio costituisce una sorta di cassaforma di finitura, perché per queste lo spessore resistente non è limitato alla sola fase laterizia e il comportamento strutturale, anche dinamico, è indubbiamente più efficiente.

#### *Orditure di copertura spingenti*

La presenza di orditure lignee spingenti in copertura si può associare a due diverse situazioni: (i) tetti a testata di padiglione con paradossi angolari e (ii) tetti con orditura principale ortogonale alle pareti di facciata. Naturalmente, in entrambi i casi, l'entità (e, forse, la presenza stessa) della spinta trasmessa dalla copertura dipende dalle modalità di appoggio dei legni e dalla presenza e disposizione di vincoli che colleghino i legni stessi alle murature di imposta.

### **2.3 Il sistema dei presidi nel centro storico di faenza**

Si è detto che la diffusa presenza, all'interno del tessuto urbano, di dispositivi tradizionali di rinforzo – muri a scarpa, catene metalliche, arpioni di copertura – denuncia la consapevolezza del maggiore punto di debolezza della costruzione muraria (ovvero la assenza di connessioni tenaci tra le parti) e la volontà di supplire a tale carenza introducendo vincoli più efficaci.

In tale volontà si può ravvisare sicuramente una esplicita finalizzazione antisismica della tecnica muraria tradizionale ma non è da escludere che anche la necessità di convivere con un sottosuolo particolarmente inaffidabile – come emerso in occasione della analisi speditiva della Fase I – abbia indotto i costruttori ad adottare un complesso di dispositivi in grado di connettere più efficacemente le singole parti della scatola muraria.

Quale che sia la motivazione della diffusa presenza dei citati dispositivi di rinforzo sembra evidente la opportunità di renderne sistematico l'uso, introducendoli laddove non presenti e migliorandoli laddove insufficienti secondo le indicazioni contenute nel successivo paragrafo.

Sulla base di tale elementare opportunità si impone una considerazione: ai fini della redazione dei progetti di intervento sulle singole unità edilizie è imprescindibile la formulazione di un giudizio sulla efficacia dei dispositivi di rinforzo antisismici, quando presenti. Tale considerazione è evidentemente giustificata dalla assunzione che, qualora il sistema dei presidi antisismici presenti necessiti di essere integrato, è necessario adottare preferenzialmente dispositivi tecnici in grado di garantire il massimo di omogeneità meccanica con i dispositivi storici.

I parametri da prendere in considerazione per la valutazione dell'efficacia dei presidi antisismici storici dipende naturalmente dal tipo di dispositivo in esame.

Per i ringrossi a scarpa delle pareti di elevazione è essenziale poter valutare la qualità e lo stato di conservazione della ammorsatura del ringrosso stesso alle pareti rinforzate ed è quindi indispensabile poter effettuare dei saggi localizzati con la finalità di mettere in evidenza l'ammorsatura.



Per gli incatenamenti metallici di piano è essenziale poter valutare per un verso la conservazione degli elementi metallici e dei relativi dispositivi di ancoraggio (ovvero l'assenza di rilevanti fenomeni di corrosione e conseguente riduzione delle sezioni resistenti) e per altro verso la efficienza della funzione di vincolo esplicita dagli incatenamenti stessi (il tiro delle catene). Per entrambi gli aspetti sembra indispensabile l'ispezione visiva, estesa ad ampie porzioni dei dispositivi di incatenamento, e la conseguente adozione dei sistemi usuali di controllo – da quelli semplicemente visivi a forme di controllo strumentale più o meno raffinate in relazione all'importanza del caso in esame.

Per gli elementi lignei, di piano o di copertura, ai quali è assegnata la funzione di incatenamento mediante l'uso di ancoraggi metallici terminali, alle problematiche già richiamate per le catene metalliche si aggiungono quelle proprie della conservazione ed efficienza degli elementi lignei.

## **2.4 Ricostruzioni post-belliche e sostituzioni nel centro storico di faenza**

La presenza di edifici integralmente ricostruiti a seguito delle distruzioni provocate dai bombardamenti dell'ultima guerra costituisce un problema a se stante all'interno dell'intero centro storico. In assenza di una conoscenza anche solo approssimativa della configurazione strutturale degli edifici ricostruiti non è possibile precisare gli elementi di precarietà che tali ricostruzioni possono aver introdotto all'interno di un aggregato compatto: ma è evidente che, in presenza di soluzioni tecnologiche diverse tra edifici contigui, si innescano forme di interazione difficilmente prevedibili.

Tali forme di interazione devono essere attentamente valutate perché qualunque soluzione progettuale non può che fondarsi su una loro comprensione e sulla adozione delle misure più idonee al loro controllo.

All'interno del lavoro svolto sul centro storico, tale tematica è stata solamente individuata ma non approfondita essendo indispensabile la realizzazione di specifiche indagini specialistiche che coinvolgono anche la necessità di procedere a saggi distruttivi per appurare le modalità esecutive della ricostruzione attuata.

In generale si può però evidenziare che gli interventi di ricostruzione o sostituzione (anche attualmente in corso) di porzioni di tessuto (dal singolo lotto a parti più estese) con strutture realizzate con tecnica costruttiva diversa da quella muraria (più frequentemente in cemento armato), possono - in particolari condizioni - introdurre delle vulnerabilità prima assenti.

La correttezza esecutiva impone che la nuova struttura sia separata da quella muraria adiacente (giunto tecnico), ma questo comporta anche che le cellule murarie adiacenti alla nuova struttura si troveranno in una nuova situazione in cui le pareti precedentemente interne diverranno pareti esterne non potendo più contare sul contributo stabilizzante delle pareti adiacenti eliminate.

A seguito di tali trasformazioni le pareti murarie coinvolte si troveranno in una situazione di debolezza superiore a quella precedentemente consolidata. In definitiva la sostituzione con modifica della tecnica costruttiva comporta delle possibili ricadute negative sul tessuto murario contermini.



### **3. Criteri per la mitigazione della vulnerabilità sismica negli edifici del centro storico**

#### **3.1 I criteri di progetto**

La metodologia proposta vede come centrale l'analisi delle modalità costruttive considerata punto di partenza per la valutazione della sicurezza e per la prefigurazione dei meccanismi di danno attivabili da un sisma; sulla scorta di tale processo conoscitivo e di interpretazione della realtà costruita, vengono definiti gli interventi progettuali atti a migliorare il comportamento strutturale in occasione del terremoto e al contempo a conservare la città storica.

La conoscenza sintetica della struttura della casa e quella analitica dei suoi elementi si riconnettono in questa fase nella lettura dell'assemblaggio strutturale e nel giudizio sulla qualità meccanica d'assieme della costruzione.

La conoscenza acquisita evidenzia i punti deboli e permette la prefigurazione del danneggiamento che è lecito attendersi. Da tale conoscenza critica discende la definizione dell'intervento che è esplicitamente finalizzato a sanare le precarietà e a rinsaldare le condizioni riconosciute intrinsecamente carenti.

In alcuni casi il miglioramento strutturale si realizza semplicemente eliminando le cause che hanno alterato la buona consistenza originaria, altre volte la tecnica costruttiva locale mostra carenze intrinseche che vanno eliminate introducendo presidi estranei al lessico locale ma comunque preferibilmente omogenei con la logica costruttiva muraria.

La fase interpretativa costruisce scenari e meccanismi locali di danno sismico che evidenziano schematicamente o approfonditamente le debolezze che il terremoto futuro non mancherà di evidenziare.

La costruzione dello scenario sismico per la porzione di tessuto urbano oggetto dello studio viene realizzata mediante la sovrapposizione di tutte le informazioni raccolte nella fase conoscitiva, che qui vengono selezionate e criticamente suddivise in agenti positivi o negativi nei confronti della vulnerabilità sismica.

La conoscenza puntuale delle modalità costruttive e della configurazione d'assieme si uniscono alle ulteriori informazioni che la lettura evolutiva ha fornito per prefigurare gli effetti che un futuro terremoto potrebbe produrre.

Il quadro fessurativo attuale assieme agli interventi storici di presidio sismico (incatenamenti, speroni, ringrossi murari, etc.) arricchiscono lo scenario rendendolo aderente alla realtà; infatti, se le lesioni presenti forniscono la possibilità di individuare i percorsi preferenziali di separazione delle porzioni murarie che il terremoto attiverà, la presenza degli interventi antisismici storici – a cui viene attribuito il ruolo di vincoli aggiuntivi - consente di precisare la forma dei distacchi e la estensione delle porzioni murarie in ribaltamento.

La estrema variabilità delle situazioni strutturali e la loro intrinseca complessità rende illusoria la pretesa di un controllo numerico dello scenario prefigurato se non in forme assai semplificate.

Le recenti norme sismiche italiane prendono atto di questa oggettiva difficoltà proponendo, per il costruito che realizza il tessuto urbano delle città storiche, verifiche numeriche drasticamente semplificate rispetto a quelle richieste per la generalità degli edifici murari esistenti.

Il quadro conoscitivo e interpretativo sopra delineato è premessa indispensabile per la definizione della fase progettuale ove vengono stabiliti gli strumenti per la mitigazione della vulnerabilità sismica nelle forme più adatte alle due categorie di edificato prese in considerazione.

Gli interventi necessari a ottenere un miglioramento della risposta strutturale derivano con naturalezza dal giudizio sulla qualità meccanica formulato nelle fasi precedenti, essi non vengono illustrati mediante dettagli tecnici ma piuttosto evidenziando i risultati a cui il progetto deve mirare evitando l'uso acritico di dettagli per così dire "pronti all'uso".

Al contrario, la espressione della fase progettuale in forma di prestazioni da ottenere lascia una libertà progettuale che mantiene un solo irrinunciabile vincolo: il rispetto della logica costruttiva muraria, che è garanzia di efficacia e di compatibilità dell'intervento con la costruzione su cui si opera.

La disamina del danneggiamento occorso al costruito murario storico italiano a seguito dei terremoti avvenuti sullo scorcio del millennio trascorso ha infatti indotto a riflettere in maniera pesantemente critica sulla dubbia efficacia delle modalità di intervento strutturale fondate sull'uso estensivo del cemento armato. L'osservazione degli effetti su edifici consolidati mediante l'uso di tale tecnica ha mostrato la inadeguatezza di soluzioni non solo accettate, ma a volte anche suggerite dagli strumenti normativi e la loro sostanziale incontrollabilità meccanica.

Il suddetto approccio progettuale risponde alle esigenze del binomio sicurezza e conservazione, derivate dalla metodologia originariamente proposta da Antonino Giuffrè e anche qui ritenute basilari; infatti, se l'intervento sulla costruzione storica assume carattere marcatamente strutturale, le operazioni tecniche attraverso le quali esso viene attuato sono concepite in modo da rispettare la natura originale della costruzione e consentirne in tal modo la conservazione. Risulta chiaro che il termine "conservazione" assume qui un significato più esteso di quello usualmente adottato, esso supera i consueti valori architettonici e estetici del costruito per includere anche quelli strettamente tecnici e costruttivi, visti come portatori, anch'essi al pari dei primi, di valori storici e culturali. Tale posizione, dai connotati innegabilmente culturali, esprime al contempo una esigenza stringentemente meccanica relativa soprattutto alla scelta dell'intervento di rafforzamento strutturale appropriato.

### **3.2 Indicazioni per la mitigazione della vulnerabilità edilizia**

Si ripercorrono, in questo paragrafo, le vulnerabilità puntualmente elencate nel paragrafo precedente proponendo, per alcune di esse, la indicazione di criteri generali di intervento. La rassegna delle problematiche progettuali è preceduta da una breve introduzione sui contenuti della normativa tecnica nella quale si effettua una sintetica lettura critica del dettato normativo evidenziandone le specificità con riferimento al tema degli edifici in aggregato.

I criteri di intervento sono presentati, nei punti 3.2.2 e 3.2.3, raggruppandoli in due diverse categorie che riprendono la suddivisione già operata nel precedente § 2 dove le vulnerabilità sono state riferite (i) alla configurazione d'assieme dell'edificio murario (anche in termini di interazione con gli edifici contigui) e (ii) ai singoli elementi componenti l'assemblaggio.

Vale la pena precisare tale suddivisione che, per confronto con le indicazioni della attuale normativa attuale (NTC 2008 e Circolare 617/2009), potrebbe indurre qualche difficoltà interpretativa.

In NTC 2008 è introdotta infatti, accanto ai classici interventi di miglioramento (già previsti dalle precedenti normative sismiche, a partire da quella del 1986, come categoria privilegiata per le costruzioni esistenti), la nuova categoria delle riparazioni o interventi locali. L'elemento discriminante tra intervento locale e intervento di miglioramento è individuato dalla Circolare 617/2009 non nella estensione dell'intervento stesso bensì nella significatività delle modifiche apportate al *“comportamento strutturale locale o globale, particolarmente rispetto alle azioni sismiche”*.

È dunque evidente come la distinzione da noi proposta, tra interventi sulla configurazione e interventi sugli elementi, non si identifichi con la distinzione normativa tra interventi di miglioramento e interventi locali: le categorie presentate nei successivi paragrafi 3.2.2 e 3.2.3 si riferiscono entrambe, in realtà, alla categoria del miglioramento dal momento che entrambe perseguono la finalità di migliorare (significativamente) il comportamento sismico dell'intera costruzione coinvolta o di una sua porzione anche limitata.

In altri termini, indipendentemente dall'estensione della porzione strutturale alla quale gli interventi sono riferiti la finalità che con gli interventi stessi si persegue è comunque quella del miglioramento. Anche quando si interviene su singoli elementi della fabbrica, l'obiettivo è comunque il comportamento complessivo dell'edificio; e, d'altra parte, anche la semplice riparazione di un elemento ammalorato o degradato, nel momento stesso in cui rinforza la capacità dell'elemento (in tema resistenza, rigidità, etc.) migliora, ovviamente, anche il comportamento d'assieme dell'assemblaggio di cui quell'elemento fa parte.

Un'ulteriore precisazione che vale la pena effettuare riguarda il tema della valutazione della sicurezza che, secondo NTC 2008, deve essere effettuata, nel caso del miglioramento, con riferimento alla struttura nel suo insieme, e nel caso degli interventi locali, con riferimento ai singoli elementi coinvolti. Tale precisazione si rende necessaria per chiarire che l'indicazione della norma non comporta necessariamente un maggior onere di calcolo, nel caso degli edifici in aggregato dei centri storici, qualora si operi in ambito di miglioramento piuttosto che di intervento locale.

La stessa normativa, infatti, riconosce esplicitamente, nel caso degli edifici in aggregato, le oggettive difficoltà connesse a una valutazione di tipo globale – *“L'analisi di una US secondo i metodi utilizzati per edifici isolati, senza una adeguata modellazione oppure con una modellazione approssimata dell'interazione con i corpi di fabbrica adiacenti assume un significato convenzionale. Di conseguenza, si ammette che l'analisi della capacità sismica globale dell'US possa essere verificata attraverso metodologie semplificate, come descritto di seguito.”* (Circolare 617/2009, § C8A.3) – proponendo verifiche non solo

semplificate rispetto a quelle richieste per la generalità degli edifici murari esistenti ma anche limitate a singole porzioni (o elementi) strutturali, purché la totalità delle porzioni stesse sia presa in considerazione:

*“Nel caso di solai sufficientemente rigidi, la verifica convenzionale allo Stato limite di salvaguardia della vita e allo Stato limite di esercizio di un edificio (unità strutturale) in aggregato può essere svolta, anche per edifici con più di due piani, mediante l'analisi statica non lineare analizzando e verificando separatamente ciascun interpiano dell'edificio, e trascurando la variazione della forza assiale nei maschi murari dovuta all'effetto dell'azione sismica(Circolare 617/2009, § C8A.3).*

*“Qualora i solai dell'edificio siano flessibili si procederà all'analisi delle singole pareti o dei sistemi di pareti complanari che costituiscono l'edificio, ciascuna analizzata come struttura indipendente, soggetta ai carichi verticali di competenza ed all'azione del sisma nella direzione parallela alla parete (Circolare 617/2009, § C8A.3).*

### **3.2.1 Aggregati e unità strutturali in riferimento alle Norme Tecniche**

È comunque evidente che la possibilità di una verifica per parti (singoli piani o addirittura singole pareti), che le NTC introducono per superare le difficoltà connaturate alla valutazione della sicurezza sismica per gli edifici in aggregato, non esclude in ogni caso la necessità di tenere conto nell'analisi strutturale delle interazioni derivanti dalla contiguità strutturale con edifici adiacenti.

La porzione di aggregato oggetto dell'intervento dovrà essere individuata definendo una porzione caratterizzata “dall'aver continuità da cielo a terra per quanto riguarda il flusso dei carichi verticali”. Questa la caratteristica principale minima per la definizione della US (assimilabile alla UE di piano) necessaria per avviare l'analisi finalizzata ad evidenziare “le azioni che su di essa possono derivare dalle unità strutturali contigue”.

Naturalmente la US/UE può anche essere a volte delimitata “da spazi aperti, o da giunti strutturali, o da edifici contigui strutturalmente ma, almeno tipologicamente, diversi” Tali condizioni (alle quali possono aggiungersene altre derivate dalla lettura della realtà costruttiva) possono presentarsi a volte nel tessuto edilizio, in quel caso supportano – con una separazione fisica – la individuazione della US/UE.

Ma la condizione più diffusa è quella di pareti murarie comuni tra edifici ben differenziati e riconoscibili come unità. In questi casi – che rappresentano la maggioranza – la delimitazione deriva dall'individuazione proprio dei muri in comune, con la successiva ricerca delle azioni che le unità contigue trasmettono a quella oggetto di studio. Questo comporta da un lato la necessità di estendere lo studio preliminare alla valutazione della sicurezza anche alle porzioni limitrofe all'unità oggetto di studio, dall'altro lato di valutare attentamente le scelte di intervento al fine di non introdurre precarietà alle porzioni limitrofe contigue.

### **3.2.2 Interventi finalizzati alla riduzione della vulnerabilità derivante dalla configurazione d'assieme**

Gli interventi finalizzati al miglioramento della configurazione d'assieme degli edifici sebbene chiari dal punto di vista degli obiettivi perseguiti e delle metodologie tecniche adoperabili si caratterizzano per una intrinseca problematicità legata alle concrete modalità operative richieste per la loro concreta realizzazione. Si tratta infatti di interventi che implicano, in alcuni casi, il coinvolgimento delle unità edilizie contigue e la loro realizzazione si pone, pertanto, naturalmente a una scala superiore a quella del singolo edificio, sebbene non necessariamente estesa a quella dell'intero aggregato.

### ***Riduzione snellezze orizzontali e/o verticali con interventi compatibili con le esigenze di conservazione tipologica e di uso***

Come premessa alla discussione degli interventi mirati a eliminare o ridurre le precarietà derivanti da eccessiva snellezza orizzontale o verticale, osserviamo che il miglioramento della organizzazione complessiva dell'edificio murario passa per il miglioramento delle connessioni esistenti tra i diversi elementi strutturali (pareti e orizzontamenti), effettuato nel rispetto della tecnica muraria. In generale, dunque, sono auspicabili l'introduzione di incatenamenti metallici, dove assenti, il miglioramento delle condizioni di appoggio e di vincolo degli elementi di orizzontamento, la realizzazione di ammorsature tra pareti ortogonali.

La snellezza orizzontale delle pareti di facciata è frequentemente dovuta alla presenza di pareti sottili all'interno delle unità edilizie, disposte ortogonalmente alla facciata stessa, e usate come divisori dei diversi ambienti e anche come appoggio delle travi dei solai. In questi casi, la sostituzione delle pareti sottili con pareti di spessore adeguato, o in alternativa il loro ispessimento, sebbene rappresentino le soluzioni strutturalmente più efficaci non sono sempre perseguibili. Esse infatti rappresentano una forma di intervento non solo problematica dal punto di vista dei requisiti di conservazione ma anche piuttosto impegnativa per quanto attiene gli aspetti più propriamente realizzativi al punto da risultare addirittura improponibile in presenza di ambienti interrati voltati sui quali le pareti stesse dovrebbero insistere in falso.

Una soluzione alternativa è rappresentata dal ricorso a strutture reticolari affiancate alle pareti sottili, allo scopo di irrigidire la scatola muraria ripartendo tra i diversi ordini di pareti le azioni sismiche. Si tratta di una soluzione interessante ma altrettanto, se non più, impegnativa delle più invasive soluzioni di ispessimento o sostituzione e richiede una attenzione progettuale ed esecutiva anche maggiore.

Infine una soluzione minima – che però potrebbe non risultare del tutto efficace in relazione alla configurazione d'assieme dell'edificio – è rappresentata dall'inserimento di catene metalliche non solo in corrispondenza delle pareti ortogonali al fronte da trattenerne ma anche in corrispondenza di uno o più punti intermedi, con la finalità esplicita di ridurre la snellezza, ma naturalmente riportando tali incatenamenti ulteriori alle pareti di controvento presenti (catene a Y; figura?). Il problema di questa soluzione consiste nel fatto che la presenza di una snellezza orizzontale eccessiva non solo espone maggiormente le pareti di facciata al pericolo di ribaltamento, ma rende anche più onerosa la richiesta di resistenza a taglio delle (poche) pareti di controvento: per cui, solo a valle di un controllo delle effettive capacità di resistenza delle suddette pareti di taglio è lecito attribuire ad esse la maggiore forza sismica conseguente alla presenza di

incatenamenti intermedi.

In alternativa agli incatenamenti intermedi – ma con un onere tecnico ed economico di gran lunga superiore e, con lo stesso problema già evidenziato relativamente alla resistenza a taglio delle pareti di controvento – è anche possibile irrigidire nel proprio piano i solai lignei e introdurre dei collegamenti puntuali tra i solai irrigiditi e le pareti di facciata.

La snellezza verticale delle pareti di facciata è dovuta, nella quasi totalità dei casi, alla presenza di tessiture dei solai di interpiano parallele alle pareti di facciata. In questo caso l'introduzione di incatenamenti metallici in corrispondenza delle pareti di controvento può risultare spesso decisiva e, in presenza di una contemporanea, eccessiva, snellezza orizzontale potrebbe essere accompagnata dall'inserimento di tiranti intermedi o dall'irrigidimento dei solai lignei come sopra discusso.

In presenza di snellezze verticali eccessive sembra inoltre assai opportuno prevedere un miglioramento sistematico delle ammorsature delle pareti di controvento nelle pareti di facciata, intervento che, in realtà, si potrebbe comunque effettuare in ossequio alla tradizionale regola dell'arte muraria, anche in assenza di particolari problemi di snellezza.

Controllo di spinte non contenute negli ambienti semi-interrati e interrati.

La presenza di ambienti interrati e seminterrati coperti da orizzontamenti voltati non si configura, evidentemente, come una precarietà ma induce ad esaminare la configurazione complessiva degli ambienti stessi ponendo particolare attenzione al problema del contenimento delle spinte.

Volte contigue o delimitate dal terreno si possono in linea generale considerare come “bilanciate” dal punto di vista delle azioni orizzontali trasmesse e ricevute. Ma volte che vengano modificate nella loro configurazione (per sostituzione con solai orizzontali) o nel loro intorno (per realizzazione di ulteriori ambienti interrati, non coperti a volta) possono essere sede di fenomeni di interazione più complessi caratterizzati dalla comparsa di spinte sbilanciate che vanno attentamente valutate e, nel caso, contrastate. È difficile proporre indicazioni di carattere generale, stante la grande varietà di situazioni che potrebbero presentarsi, ma il problema merita comunque di essere sottolineato all'attenzione dei progettisti.

Miglioramento della cucitura muraria nelle aperture di sottotetto

La debolezza introdotta dal ridotto spessore della cimasa muraria in corrispondenza delle aperture di sottotetto, può essere risolta efficacemente quando si preveda la realizzazione di un cordolo murario sommitale. In questo caso, infatti, l'architrave dell'apertura può diventare parte integrante del cordolo stesso garantendo il comportamento unitario della muratura sommitale. Quando invece non si mette mano alla realizzazione di un cordolo sommitale, sarebbe comunque opportuno prevedere una qualche forma di collegamento tra i pieni murari che realizzano gli stipiti delle aperture sommitali allo scopo di evitare un funzionamento completamente indipendente dei suddetti pieni.



Interventi su maglie murarie alterate (sottrazioni e aperture)

Il problema delle alterazioni della maglia muraria si può presentare, come si è visto, con connotati di diversa gravità tra i due estremi della (i) eliminazione completa di pareti murarie interne e della (ii) riorganizzazione del sistema delle aperture con il loro spostamento e, spesso, allargamento (sistematico quello relativo agli accessi ai garage al piano terra).

Il primo tipo di problema non può che essere affrontato caso per caso controllando l'effettiva situazione dell'allineamento delle pareti murarie.

Il secondo tipo di problema è particolarmente delicato in quanto difficilmente suscettibile di essere affrontato in maniera risolutiva senza pensare a una riconfigurazione del sistema delle aperture, operazione che solo per le pareti interne sembra percorribile con qualche realismo.

Il problema coinvolge sia il comportamento statico, in relazione alla presenza di sezioni murarie eccessivamente ridotte anche in presenza del solo peso proprio, sia il comportamento sismico, in relazione alla inadeguatezza dell'area resistente a taglio.

Con riferimento al comportamento sismico, il semplice rafforzamento, ad esempio per cerchiatura, dei maschi murari insufficienti potrebbe non essere risolutivo, essendo il problema legato a una carenza di sezione muraria trasversale, e in questi casi si imporrebbe una revisione più sostanziale della maglia muraria. Il problema è particolarmente grave nelle pareti di facciata con grosse aperture ai piani terra e collocate alle estremità degli isolati: per queste la riconfigurazione delle aperture sembra inevitabile. Ugualmente grave, ma forse più facile da affrontare, la presenza di aperture eccessive nelle pareti ortogonali alle facciate che andrebbero ricondotte a dimensioni compatibili con la resistenza alle azioni orizzontali.

In ogni caso, la riconfigurazione delle aperture murarie, o la loro chiusura, dovrebbe essere attuata mediante uso della tecnica muraria, con la realizzazione di nuove porzioni murarie ben ammassate a quelle esistenti e a tutto spessore.

Interventi per strutture orizzontali pesanti

Le soluzioni al problema di solai in c.a. possono coprire un campo piuttosto ampio di possibilità, dalla sostituzione con orditure leggere di tipo tradizionale (evidentemente molto impegnativa, al limite della impraticabilità, dal punto di vista sia tecnico sia economico) al rinforzo delle pareti murarie allo scopo di renderle idonee a sostenere i maggiori carichi derivanti dal più pesante solaio in cemento armato. Il problema è ancora più grave quando l'orizzontamento è quello di copertura, al punto da indurre a ritenere accettabile la soluzione più drastica (che, oltre tutto, in questo caso, sembra tecnicamente più semplice).

Controllo dell'interazione tra gli orizzontamenti di edifici contigui

Il problema dei solai pesanti non è limitato alle sole unità edilizie che li contengono ma coinvolge

anche le unità contigue. Detto problema dunque andrebbe, correttamente, affrontato non alla scala della singola unità ma coinvolgendo più unità contigue ed è evidente come non si possano dare criteri generali di intervento se non pensando di ripristinare condizioni il più possibile vicine al funzionamento statico delle strutture murarie.

Analogo problema di interazione in presenza di volte con solai contigui piani, sebbene in questo caso sembrano percorribili soluzioni anche limitate a una sola unità edilizia prevedendo opportuni sistemi di contenimento delle spinte.

#### Controllo delle spinte di copertura

La soluzione classica consiste nel collegamento delle orditure di copertura alle strutture murarie in modo da trattenere le spinte associate alla particolare disposizione. Per le coperture a testata di padiglione questa sembra l'unica soluzione percorribile, mentre per coperture a falda è anche pensabile la modifica della disposizione dei legni in modo da ottenere configurazioni non spingenti.

### **3.2.3 Interventi finalizzati alla riduzione della vulnerabilità dei singoli elementi strutturali**

#### Riparazione degli elementi degradati o dissestati

Poiché si è visto come alla presenza di forme di degrado o dissesto significative sia inevitabilmente associata una maggiore precarietà degli elementi interessati, un criterio generale di intervento, tanto semplice quanto efficace, consiste innanzitutto nella adozione di una sistematica strategia di riparazione (e manutenzione periodica).

La riparazione dovrebbe essere effettuata, preferibilmente, adoperando materiali e tecniche compatibili con i materiali e le tecniche originali non solo perché in questo modo è implicitamente assicurato un maggior grado di conservazione delle caratteristiche dell'edificio storico ma anche perché è più facile garantire una omogeneità di comportamento meccanico e strutturale che l'adozione di nuovi materiali e nuove tecniche rende oggettivamente più problematica.

#### Integrazione degli elementi insufficienti

Delle pareti sottili (muri a una testa) impegnate strutturalmente si è già detto a proposito della configurazione d'insieme dell'edificio e si sono viste alcune possibili soluzioni.

Alcune di quelle soluzioni, come ad esempio la semplice introduzione di tiranti intermedi, risolvono la precarietà sismica ma non eliminano quella statica: la parete sottile, soggetta al carico del solaio, è comunque un elemento non completamente soddisfacente anche dal punto di vista del comportamento ai soli carichi verticali e, in alcuni casi, potrebbe essere necessaria una qualche forma di intervento da definire in relazione alle condizioni specifiche e alla entità della insufficienza.

L'insufficienza può riguardare anche gli elementi di orizzontamento, dalle dimensioni degli elementi

lignei o metallici allo spessore delle volte in foglio. La sostituzione con elementi dimensionalmente adeguati o l'aggiunta di elementi di supporto (rompitratta, travi affiancate, etc.) può essere una modalità di intervento semplice ed efficace.

#### Miglioramento degli elementi manomessi

La casistica degli elementi manomessi è evidentemente molto varia. Tuttavia è possibile suggerire un criterio di intervento assolutamente generale: qualora l'entità della modifica sia tale da alterarne inaccettabilmente le prestazioni, l'elemento manomesso va riportato alla condizione originaria (purché naturalmente questa sia ritenuta soddisfacente), operando con la stessa tecnica (muraria, lignea) in modo da garantire omogeneità di comportamento meccanico.



## **4. Sintesi della procedura conoscenza-interpretazione-progetto**

Questa sezione è dedicata alla illustrazione della metodologia di analisi e interpretazione che si propone come approccio per il progetto dell'intervento edilizio espressamente finalizzato alla riduzione della vulnerabilità sismica e alla conservazione dell'architettura muraria storica.

Tale approccio si fonda sulla convinzione dell'utilità del rilievo critico quale fattore determinante le scelte di intervento e al contempo garante della loro correttezza.

Dalle acquisizioni conoscitive e critiche raccolte mediante il rilievo critico possono essere oggettivamente definiti i criteri progettuali finalizzati alla sicurezza (miglioramento sismico) e alla conservazione (rispetto dei caratteri costruttivi e meccanici del patrimonio edilizio e tutela urbana)

### **4.1 Conoscenza**

Il rilievo geometrico/architettonico descrive lo stato dell'oggetto di intervento con un livello di dettaglio tale da:

- distinguere la struttura primaria (muri) dalle partizioni interne (tramezzi e controsoffitti);
- indicare la tessitura degli orizzontamenti (solai e coperture) e la geometria delle volte;
- posizionare e descrivere i principali fenomeni fessurativi e deformativi.

Il rilievo critico descrive le trasformazioni e i danni subiti dal fabbricato; localizza, descrive, dettaglia e sintetizza:

- 1) la tecnica costruttiva (materiali e organizzazione degli elementi) e gli assemblaggi;
- 2) le interazioni strutturali tra gli edifici in aggregato
- 3) le tracce di formazione e trasformazione, con particolare riferimento a quelle che individuano condizioni di danno e vulnerabilità;
- 4) la condizione di degrado e dissesto attuale distinguendola da quella pregressa.

In tal modo vengono evidenziati gli aspetti di carattere geometrico, meccanico, tecnico-costruttivo e architettonico; sulla base di tali aspetti, delle tracce di formazione e trasformazione e dei danni osservati potranno essere formulate le ipotesi dei meccanismi di danno in atto e quelli attivabili da un eventuale sisma.

Il rilievo geometrico documenta quindi lo «stato di fatto», mentre il rilievo critico documenta «come» si è prodotto lo stato di fatto ed evidenzia i punti di debolezza e gli eventuali i punti di forza del contesto costruttivo. Dalla conoscenza acquisita mediante il rilievo critico scaturisce l'evidenziazione sistematica dei problemi che il progetto è chiamato a risolvere.

### **4.2 Interpretazione**

Tutte le informazioni derivanti dal rilievo critico, organizzate sistematicamente, confluiscono nella

formulazione delle ipotesi dei meccanismi di danno già attivati o attivabili da un futuro sisma (comportamento atteso-vulnerabilità). Tali informazioni possono essere documentate mediante una sintesi grafica accompagnata da una relazione illustrativa (parte della relazione tecnica di progetto).

Le informazioni raccolte nel rilievo critico possono riassumersi in tre categorie generali di problematiche che costituiscono la linea di impostazione di scelte progettuali efficaci e congruenti:

- *manca qualcosa o l'efficacia di qualcosa*
- *qualcosa è di troppo*
- *qualcosa di corretto è ammalorato*

Una volta evidenziate le problematiche sopra descritte, le scelte minime di progetto scaturiscono in modo consequenziale e possono essere sintetizzate nelle seguenti operazioni:

- *introdurre ciò che manca*
- *eliminare ciò che è di troppo*
- *sostituire l'elemento ammalorato*

### **4.3 Progetto**

Il progetto può prevedere la necessità di ulteriori indagini mirate ad accertare l'esistenza di discontinuità prevedibili in relazione alle ipotesi scaturite dal rilievo critico.

Nel caso in cui non sia possibile mantenere (per motivi tecnici, funzionali, distributivi, ... ) la stretta relazione fra rilievo e progetto introdotta tramite il rilievo critico (modifiche alle tecniche costruttive rilevate, alla rigidezza nel piano dei muri e degli orizzontamenti, alla configurazione di equilibrio esistente), il progettista giustifica le scelte operate e valuta le conseguenze delle variazioni apportate, con riferimento alle eventuali vulnerabilità indotte.

Rispetto al comportamento strutturale d'insieme storicamente collaudato e evidenziato tramite il rilievo critico, occorre ripercorrere nel progetto, anche per iterazioni successive: le analisi dei meccanismi e giustificare le scelte di progetto nell'ottica di compatibilità, durabilità, manutenibilità e reversibilità degli interventi di progetto.

Il progetto deve mirare al conseguimento di due obiettivi generali: (i) riparare gli eventuali danni presenti, (ii) ridurre o eliminare le vulnerabilità individuate attraverso il rilievo critico.

Nella valutazione del progetto sarà posta particolare attenzione:

- alla riduzione o eliminazione della vulnerabilità nell'aggregato o almeno nelle unità contermini;
- all'estensione quanto più possibile uniforme del grado di riduzione o eliminazione della vulnerabilità nell'aggregato o almeno nelle unità contermini;
- alla conservazione delle caratteristiche architettoniche, tecnico costruttive e materiali che caratterizzano l'edificio.

Per quanto riguarda la riduzione o eliminazione delle vulnerabilità, le operazioni elencate di seguito vanno condotte considerando ogni singolo elemento costruttivo come partecipe della stabilità del complesso e considerando che gli interventi progettati non causino danni alle strutture limitrofe in caso di cinematismi:

- assicurare i collegamenti tra gli orizzontamenti e i maschi murari
- assicurare i collegamenti tra maschi murari contigui
- ridurre le spinte derivanti da strutture voltate e coperture
- prevenire i dissesti che possono derivare da condizioni particolari del substrato di fondazione o degli stessi elementi fondali, con particolare riferimento agli eventuali effetti di amplificazione sismica locale;
- ridurre le possibili vulnerabilità derivanti da:
  - carenze o disomogeneità nelle qualità costruttiva;
  - carenze o disomogeneità nello stato di conservazione;
  - irregolarità morfologiche e plano-altimetriche (nel rispetto dei valori architettonici e tipologici);
  - presenza di interventi strutturali pregressi che hanno mutato le caratteristiche di rigidità dei muri o dei solai o il rapporto fra peso dei muri e peso degli orizzontamenti
  - contatto tra edifici (o loro parti) realizzati con struttura portante diversa (es: muratura e c.a.)
  - incongruenza strutturale delle aperture (nel rispetto dei valori architettonici e tipologici)

Per quanto concerne il risultato atteso della conservazione e della sicurezza sarà posta particolare attenzione al rispetto dei seguenti criteri generali:

- compatibilità meccanica, chimico - fisica, tecnico-costruttiva e tecnologica dei materiali e degli interventi di progetto;
- durabilità degli interventi proposti, la cui efficacia deve essere garantita tanto nella situazione presente quanto in situazioni future, soprattutto in relazione al differimento temporale degli eventi sismici attesi;
- manutenibilità degli interventi proposti attraverso una puntuale indicazione delle modalità, dei tempi e dei costi delle operazioni di manutenzione ritenute necessarie a garantire nel tempo l'efficacia dell'intervento proposto.

Il rispetto di tali criteri, ritenuti basilari nell'elaborazione di un efficace intervento di miglioramento sismico dell'intervento unitario, viene esposto e argomentato nella relazione tecnica di progetto.

